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: 96 (1913)

Rubrik: Eröffnungsrede des Jahrespräsidenten und Vorträge gehalten in den beiden Hauptversammlungen

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: 08.10.2025

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

Eröffnungsrede

des Jahrespräsidenten

und

Vorträge

gehalten

in den beiden Hauptversammlungen

Leere Seite
Blank page
Page vide

Leere Seite
Blank page
Page vide

Leere Seite
Blank page
Page vide

Leere Seite
Blank page
Page vide

Leere Seite
Blank page
Page vide

Eröffnungsrede des Jahrespräsidenten

von

A. Schmid, Kantonschemiker (Frauenfeld)

Hochgeehrte Versammlung!

Im Namen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, sowie im Namen unserer Stadt u. unseres Kantons entbiete ich Ihnen herzlichen Gruss u. Willkomm.

In diesem Saale ist in der Mitte des vorigen Jahrhunderts die schweiz. Naturforschende Gesellschaft zum ersten Male von den Thurgauern empfangen und begrüsst worden und heute hat Frauenfeld zum vierten Male die Ehre Zeuge zu sein des so manigfaltigen Wirkens der Gesellschaft zur Förderung der Naturerkenntnis.

Bei den Versammlungen der Naturforscher bilden der Genuss der Früchte erfolgreicher Forscherarbeit und der Genuss der Freuden eines mündlichen Gedankenaustausches mit Fachkollegen die Hauptanziehungspunkte. Es bringen bei den Jahresversammlungen der schweiz. Naturforschenden Gesellschaft die Teilnehmer den Stoff für die Hauptgenüsse von zu Hause mit; dies ermöglicht es, dass auch kleine Städte es wagen dürfen, die schweiz. Naturforscher zu sich einzuladen und es hat Ihr Jahresvorstand viel Mut gefasst aus dem Bewusstsein, Gäste empfangen zu dürfen, die sich auch ohne unsere Mitwirkung ganz ausgezeichnet unterhalten könnten.

Wenn wir nun gleichwohl Vorbereitungen getroffen haben,

um wenigstens zur Verschönerung der Nachmittags und Abendstunden, welche heiterer Geselligkeit gewidmet werden, etwas beitragen zu können, so geschah dies in dem Bestreben dem Danke Ausdruck zu geben für die hohe Ehre und die Freude, die Sie uns mit Ihrem Besuche erweisen.

Es würde uns herzlich freuen, wenn nicht nur das während der Sitzungen Genossene, sondern dieser Aufenthalt im Thurgau überhaupt Sie befriedigen würde.

Es ist bei Ihren Tagungen Brauch, dass der Jahrespräsident die Verhandlungen mit einer Schilderung von naturhistorischen Verhältnissen des Versammlungsgebietes oder mit der Behandlung eines Themas aus seinem eigenen Arbeitsgebiet einleitet.

Als Chemiker, der bei der naturwissenschaftlichen Erforschung der heimatlichen Gegend nicht selbst mitgearbeitet hat, dürfte ich es kaum wagen, in Ihrem Kreise die naturhistorischen Verhältnisse der Umgebung des Versammlungsortes zu schildern und es ist daher von mir ein Thema aus meinem Arbeitsgebiet gewählt worden.

Ich möchte skizzieren:

Die jetzigen wissenschaftlichen Grundlagen für die Beurteilung der Lebensmittel.

Mit der Besprechung dieser Grundlagen wird ein Gebiet berührt, das bis anhin noch nie bei den allgemeinen Verhandlungen unserer Gesellschaft in Betracht gezogen worden ist. Es sind die genannten Grundlagen ein Spiegelbild von Erfolgen, die auf verschiedenen Zweigen der Naturerforschung erreicht worden sind und darum dürfen sie wohl einmal in diesem Kreise Gegenstand einer Betrachtung sein. Es haben im Laufe der letzten Dezennien die Grundlagen für die Beurteilung der Lebensmittel durch die chemischen, physikalischen, bacteriologischen, enzymologischen, serologischen und zoologischen Forschungen bedeutende Umgestaltungen und Erweiterungen erfahren.

Als an der Altdorfer Versammlung unserer Gesellschaft Herr Prof. Chodat am Schlusse seines Vortrages über Pflanzenfarbstoffe darauf hinwies, wie wünschbar ein Zusammen-

arbeiten des Biologen mit dem Physiker und Chemiker sei und wie darum die Naturforscher-Versammlungen durch Ideenaustausch zwischen Vertretern verschiedener Fächer anregend wirken können, da habe ich an erfreuliche Erfolge eines Zuzammenarbeitens der Lebensmittelchemiker mit Vertretern verschiedener Zweige der Naturwissenschaften gedacht und mich dann entschlossen, eine Betrachtung der Früchte dieses Zusammenarbeitens als Gegenstand der Eröffnungsrede für diese Versammlung zu wählen.

Bevor auf eine Betrachtung der wissenschaftlichen Grundlagen für die Lebensmittelbeurteilung eingetreten wird, ist zunächst auf die Anforderungen hinzuweisen, die bei der Beurteilung der Nahrungs- und Genussmittel zu beachten sind.

Allgemein verlangt man bei den Nahrungs- und Genussmitteln eine in gesundheitlicher Hinsicht einwandfreie Beschaffenheit, und dass sie unverdorben und vollwertig seien.

Es werden weiter die Anforderungen gestellt, es müsse die Art der Anpreisung der Beschaffenheit der Ware entsprechen, es müssen die Bezeichnungen hinsichtlich Abstammung und Herkunft wahrheitsgetreu sein, es müssen künstlich veränderte oder künstlich hergestellte Lebensmittel als solche kenntlich gemacht werden, soweit sie überhaupt im Verkehr zulässig sind.

Nicht alle Anforderungen, die heute an die im Verkehr befindlichen Nahrungsmittel und Genussmittel gestellt werden, fussen auf den Ergebnissen wissenschaftlicher Erforschung der Beschaffenheit der natürlichen und künstlichen Lebensmittel und deren Ausnützung im menschlichen Organismus ; es sind bei der Aufstellung der gesetzlichen Anforderungen für Lebensmittel auch wirtschaftliche Interessen einzelner Volkskreise berücksichtigt worden, welche einen Schutz der reinen Naturprodukte gegenüber künstlich veränderten Naturprodukten und Kunstprodukten verlangten.

Die nicht nur in der Schweiz, sondern auch in andern Staaten erfolgte Beachtung von Spezialinteressen der Produzenten natürlicher Lebensmittel bei der Aufstellung von Vor-

schriften für die Lebensmittelbeurteilung könnte zu der Frage führen, ob die Chemiker und andere Vertreter der Naturwissenschaften angesichts der gesetzlichen Normen für Lebensmittelbeurteilung bei der Bewertung von Nahrungs- und Genussmitteln zur Zeit nicht häufig gezwungen seien in einer Weise zu urteilen, die im Widerspruche steht mit den Ergebnissen rein wissenschaftlicher Forschungen.

Es könnte namentlich die Betrachtung der Ergebnisse der neuern Forschungen über den Abbau der Bestandteile pflanzlicher und tierischer Nahrung bei der Verdauung zu der Frage führen, ob eine wesentlich höhere Bewertung reiner Naturprodukte gegenüber Kunstprodukten wirklich begründet sei.

Wer an die Beantwortung dieser Frage herantreten will, der darf nicht ausser acht lassen, dass man zur Zeit in allen Staaten unter künstlichen Lebensmitteln in der Regel künstlich veränderte Produkte der pflanzlichen und tierischen Organismen, nicht Gemische von in Laboratorien künstlich hergestellten Nährstoffen oder Genussmitteln versteht.

Die Aufklärungen über die Bausteine der Eiweisstoffe, die wir Emil Fischer und seinen Schülern verdanken, in Verbindung mit den Aufklärungen, die uns Abderhalden über den Abbau der pflanzlichen und tierischen Nahrung bei der Verdauung gebracht haben, lassen uns das *Problem* der künstlichen Darstellung der Nährstoffe als gelöst betrachten.

Seitdem festgestellt ist, dass die hochmolekularen Eiweissstoffe unserer pflanzlichen und tierischen Nahrung bei der Verdauung in Aminosäuren, aus denen sie aufgebaut worden sind, zerlegt werden, dass die Fette in Fettsäuren und Glycerin gespalten und höhermolekulare Kohlehydrate durch die Verdauungssäfte in einfache Zuckerarten abgebaut werden, unser Organismus also das Blut und die Zellen aus einfachen Stoffen, die im chemischen Laboratorium hergestellt werden können, aufbaut, wäre wohl eine Ernährung mit Gemischen künstlich hergestellter Nährstoffe denkbar, aber solche Gemische finden wir auf dem Lebensmittelmarkte nicht und werden wir voraussichtlich, abgesehen von Präparaten für die Ernährung von Kranken, auch in Zukunft nicht finden, da sie im Preise weit

höher zu stehen kämen als die Nährstoffe, welche uns die Pflanzen- und Tierwelt bieten.

Wir haben also jetz und voraussichtlich noch sehr lange auf dem Lebensmittelmarkt nur zu unterscheiden zwischen reinen Naturprodukten und jenen künstlich veränderten Naturprodukten und künstlich hergestellten Mischungen von Naturprodukten, welche der *Gesetzgeber,* nicht aber der *Naturforscher* als Kunstprodukte betrachtet. An eigentlichen Kunstprodukten, an Stoffen, die in chemischen Laboratorien hergestellt werden, kommen wohl zur Zeit nur in Anwendung Essenzen zur Herstellung künstlicher Branntweine und zur Aromatisierung von Zuckerwaren.

Obschon Abderhalden durch Versuche festgestellt hat, dass bei Tieren ein Stoffwechselgleichgewicht erhalten werden kann und sogar Stoffansatz bewirkt werden kann durch Fütterung mit künstlich herstellbaren Aminosäuren, abgebauten Fetten, einfachen Zuckerarten und rein anorganischen Verbindungen von Eisen, Calcium und Phosphorsäure, so hat doch der genannte Forscher, welcher die chemischen Vorgänge im Magendarmkanal wohl am gründlichsten verfolgt hat, die Ueberzeugung, dass die Pflanze die Nährstoffe, die wir brauchen, nicht nur billiger, sondern auch zweckmässiger aufbaut, als es in einem chemischen Laboratorium geschehen könnte, es braucht also der Landwirtschaft nicht bange zu sein vor einer Verdrängung ihrer Produkte auf dem Lebensmittelmarkte durch Produkte der chemischen Industrie.

Eine höhere Bewertung reiner Naturprodukte gegenüber künstlich veränderten Naturprodukten erscheint auch bei Berücksichtigung der neuern biochemischen Forschungen im allgemeinen als begründet; die Fälle sind allerdings nicht selten, in denen künstlich veränderte Naturprodukte günstiger zu beurteilen sind, als reingehaltene Naturprodukte.

Schädigungen können der Landwirtschaft und den Konsumenten erwachsen, wenn verfälschte Lebensmittel oder wenn Mischungen minderwertiger Naturprodukte unter unrichtigen Bezeichnungen verkauft werden oder wenn reine Naturprodukte, denen gewisse wertwolle Eigenschaften fehlen, unter

Namen verkauft werden, die für wertvollere Produkte üblich sind, sodann wenn unrichtige Herkunftsbezeichnungen verwendet werden.

Zum Zwecke der Fürsorge für vollwertige, gesunde Nahrung, und zum Schutze gegen die genannten Schädigungen sind in allen Kulturstaaten Untersuchungsanstalten errichtet worden, deren Aufgabe es ist, Nutzanwendungen zu machen von den Ergebnissen naturwissenschaftlicher Forschungen für die Beurteilung der Lebensmittel. Diese Anstalten waren zunächst chemische Laboratorien, ausgerüstet mit Instrumenten für mikroskopische Prüfungen. Die Anstalts-Ausrüstungen wurden allmälig erweitert für die Durchführung bacteriologischer, physikalisch-chemischer, serologischer und enzymologischer Arbeiten. Noch werden an diesen Anstalten vorwiegend chemische Untersuchungen durchgeführt und Chemiker mit den Lebensmitteluntersuchungen betraut. Wenn es diesen nun möglich ist, Forschungsergebnisse verschiedener Richtungen der Naturwissenschaften in ihrer Praxis zu verwerten, so verdanken wir dies dem Umstande, dass an den Mittelschulen den Naturwissenschaften weit mehr Zeit eingeräumt wird als früher und die Chemiestudenten an den Hochschulen nicht nur Gelegenheit haben, sondern genötigt sind, sich Kenntnisse in andern naturwissenschaftlichen Gebieten anzueignen. Wenn auch vorauszusehen ist, dass in den Anstalten für Lebensmitteluntersuchungen künftighin mehr als bis anhin Bacteriologen, Physikochemiker und Spezialisten aus verschiedenen Richtungen der Naturwissenschaften tätig sein werden, so darf doch der einzelne Nahrungsmittelchemiker nicht unterlassen stets Fühlung zu suchen mit Bacteriologen, Physikern und Biologen.

Bei der Schaffung von Grundlagen für die *Milchbeurteilung* war man bis vor circa 15 Jahren genötigt, sich in der Regel auf die Bestimmung des spec. Gewichtes, des Gehaltes an Fett und Trockensubstanz, sowie die Ermittlung des Säuregrades zu beschränken, finanzielle und technische Schwierigkeiten hielten davon ab, bei der regulären Milchkontrolle breitere Grundlagen für die Beurteilung der einzelnen Proben

zu schaffen. Auf die Bestimmung des Fettgehaltes wurde von jeher besonders Wert gelegt, weil dieser Bestandteil der Milch am teuersten bezahlt wird. Die Einführung der Gerber'schen Fettbestimmungsmethode, die weit weniger Zeit in Anspruch nimmt als die früher üblichen Methoden, hat später ermöglicht, die Milchuntersuchungen auszudehnen.

Erweiterung der Untersuchung durch die Bestimmungen des Käsestoffes, des Albumins, des Milchzuckers und der Asche könnten wenigstens für die reguläre Kontrolle nicht in Betracht fallen, da diese analytischen Arbeiten zu viel Zeit in Anspruch nehmen.

Es haben dagegen neue physikalische Prüfungsmethoden bei der Milchkontrolle gute Aufnahme gefunden und es haben die damit gemachten Erfahrungen gezeigt, dass besonders die Bestimmung der Lichtbrechung des eiweissfreien Milchserums in der Praxis grosse Dienste leisten kann, sowohl zur Erkennung von Wasserzusatz, als auch zur Erkennung der Milch kranker Kühe. Die refractometrische Prüfung des nach der Methode Ackermann hergestellten Milchserums mittelst des Eintauchrefractometers von Zeiss wird zur Zeit bei der regulären Milchkontrolle allgemein sehr geschätzt.

Das Ergebnis der biologischen Forschung, wonach Milch und Blut die gleiche molekulare Konzentration, den gleichen osmotischen Druck haben, der durch den osmotischen Druck des Magen- und Darminhaltes nicht beeinflusst wird, hat erwarten lassen, es habe der Gefrierpunkt der Milch eine grosse Konstanz, die nur durch hochgradige Nierenerkrankungen und Eutererkrankungen aufgehoben werde. Die Erfahrung in der Praxis der Nahrungsmitteluntersuchungsanstalten hat dies bestätigt; namentlich in den Fällen, in denen ein geringer Wasserzusatz bei einer Milch in Frage steht, leistet diese Methode in der Praxis sehr gute Dienste. Seit etwa 10 Jahren bilden die Ergebnisse der Gefrierpunktbestimmungen in vielen Fällen Grundlagen für die Milchbeurteilung.

Die Ergebnisse der Bestimmungen des electrischen Leitvermögens, die vom Salzgehalt der Milch abhängig sind, lassen

rascher als Aschenbestimmungen die Milch von euterkranken Kühen als solche erkennen.

Die Einblicke, welche die Verbesserung der optischen Instrumente und die Züchtungsmethoden für Bacterien in das Leben der pflanzlichen Mikroorganismen gestatten, glaubte man direct zur Erkennung einer gefährlichen Bacterienflora in der Milch verwerten zu können; allein die bacteriologischen Untersuchungen geben bei der Kontrolle der Marktmilch nicht in nützlicher Frist die nötigen Aufschlüsse, dagegen hat die Beachtung jener ungeformten Fermente, welche die Bacterien ausscheiden, die Beachtung der Ektoenzyme, bezw. der chemischen Wirkungen dieser Fermente, in der Folge bei der sanitären Milchkontrolle gute Dienste für die Erkennung der Milch kranker Kühe geleistet.

Von den enzymologischen Prüfungsmethoden werden in der Praxis zur Zeit hauptsächlich jene zu Nutzen gezogen, welche ein Mass für die Menge an Superoxydasen liefern. Deren Ergebnisse lassen in Verbindung mit der Prüfung auf weisse Blutkörperchen krankhafte Sekrete in der Milch erkennen.

Den Ergebnissen vielseitiger naturwissenschaftlicher Forscherarbeit verdanken wir es, dass heute technische Hilfsmittel und Untersuchungsmethoden vorliegen, welche eine Fürsorge für hygieinisch einwandfreie Milch ermöglichen; dafür geben Zeugnis die Erfahrungen in jenen Städten und sonstigen Gemeinwesen, wo Nahrungsmittelchemiker und Tierärzte gemeinsam der Milchverkehr überwachen.

Es ist zu erwarten, dass besonders ein weiteres Studium der Enzyme pathogener Milch und der Methoden des Nachweises zu neuen Grundlagen für die Milchbeurteilung führen werde, die bei noch geringerem Aufwand an Zeit ermöglichen, Milch kranker Tiere zu erkennen und vom Verkehr auszuschliessen.

Die Grundlagen für die Beurteilung der *Butter und der andern Speisefette*, sowie *der Speiseöle* werden hauptsächlich durch chemische Untersuchungsverfahren erhalten; bei der Untersuchung grosser Serien von Fetten leisten auch physikalische Untersuchungsmethoden, wie die Bestimmung des spec. Gewichtes und des Lichtbrechungsvermögens sehr gute Dienste,

wenn es sich um den Nachweis von Verfälschungen handelt. Durch die Bestimmung des Gehaltes an wasserlöslichen und alkohollöslichen flüchtigen Fettsäuren werden Verfälschungen der Butter mit minderwertigen tierischen und pflanzlichen Fetten und Nachahmungen von Butter als solche erkannt. Die Ergebnisse der Bestimmung der Jodzahl und der Verseifungszahl geben bei andern Fettarten Aufschluss darüber, ob sie in Bezug auf Abstammung richtig bezeichnet seien. Nachweis des Phytosterins erleichtert die Erkennung von Pflanzenfetten in Fettmischungen. Seitdem die Pflanzenöle hinsichtlich Gehalt an characteristischen Stoffen näher erforscht worden sind, liefern auch Farbenreactionen der Oele gute Aufschlüsse zur Bestimmung der Abstammung.

Wenn es sich bei Butter darum handelt, festzustellen, ob sie Rahmbutter sei oder Vorbruchbutter, die als Nebenprodukt bei der Käsefabrikation erhalten wird, wobei das Butterfett eine Erhitzung erfährt, so gibt uns die Prüfung auf Anwesenheit von Enzymen die Grundlage für die Beurteilung. Rahmbutter enthält noch Milchenzyme die Methylenblau entfärben.

Die Erforschung der Veränderungen der Fette beim Lagern haben zu Ergebnissen geführt, die Veranlassung geben, bei der Prüfung auf Verdorbenheit nicht nur den Säuregrad zu ermitteln, sondern auch auf Anwesenheit von Aldehyden zu prüfen, sowie eine Farbenreaction auszuführen, die ein Talgigwerden erkennen lässt, in besondern Fällen lassen auch der Gehalt an Estern und, Oxyfettsäuren Zersetzungen bei Fetten erkennen.

Die Kontrolle von *Fleisch und Fleischwaren* ist in erster Linie Aufgabe des Tierarztes ; in besondern Fällen haben Bacteriologen und Chemiker dabei mitzuwirken. Aufgabe der Chemiker ist es, unzulässige Zusätze aufzudecken, z. B. Zusätze von künstlichen Bindemitteln, von unzulässigen Konservierungsmitteln, von künstlichen Farbstoffen. Chemische Methoden hiefür sind seit langer Zeit bekannt; im chemischen Laboratorium sind auch die Prüfungen auf Anwesenheit von Zersetzungsprodukten der Fleischmasse vorzunehmen, sowie Prüfungen auf Anwesenheit von Pferdefleisch. Die früher

üblichen chemischen Prüfungsmethoden auf Pferdefleisch sind ersetzt worden duch serologische Prüfungen. Es hat in der Schweiz das biologische Verfahren zur Unterscheidung der Eiweissstoffe leicht in die Praxis der Untersuchungsanstalten eingeführt werden können, da diese Anstalten die nötigen Sera vom schweiz. Gesundheitsamt beziehen können und besondere Einführungskurse für die Durchführung solcher Untersuchungen veranstaltet wurden. Zur Zeit sind die Fälle noch nicht häufig, in denen der Lebensmittelchemiker bei Fleischwarenuntersuchungen serologische Prüfungen vornehmen muss, es ist aber voraus zusehen, dass serologische Eiweissdifferenzierungen nach Uhlenhut später im Laboratorium des Nahrungsmittelchemikers vielseitigere Anwendung finden werden bei der Untersuchung von Proteïn-Nährmitteln verschiedener Art.

Es ist vorhin vom Nachweis unzulässiger Konservierungsmittel die Rede gewesen ; es dürfen zur Konservierung von Fleisch und Fleischwaren Kochsalz und Salpeter zugesetzt werden; die Verwertung anderer Konservierungsmittel ist unzulässig. Man hört nun vielfach die Ansicht, es sollte der Gesetzgeber auch stärker wirkende Konservierungsmittel als zulässig erklären, und es wird diese Ansicht begründet mit Hinweis auf die Giftigkeit der Zersetzungsprodukte der Eiweissstoffe ; es werden die zur Haltbarmachung von Fleischwaren und andern Lebensmitteln nötigen Mengen an chemischen Konservierungsmitteln als weniger schädlich angesehen als die Stoffe, die sich bei der Zersetzung von Fleisch bilden. Diese Ansicht ist kaum anfechtbar, aber es darf bei der Entscheidung der Frage, ob und in welchem Grade Konservierungsmittel schädlich sind, nicht ausseracht gelassen werden, dass die chemischen Konservierungsmittel nicht nur die Bacterien abtöten, sondern auch die Wirkungen der Enzyme der Verdaungssäfte mehr oder weniger aufheben. Bei häufigem Genuss von Lebensmitteln, die mit Borsäure, Salicylsäure, Benzoësäure, Fluornatrium und dergl. haltbar gemacht worden sind, werden die Enzyme der Verdauungssäfte geschädigt oder zerstört werden, wodurch die

Ausnutzung der zugeführten Nährstoffe herabgesetzt oder ganz verhindert wird.

Die Ergebnisse der biochemischen Forschungen über die Vorgänge im Verdauungskanal gebieten, dahin zu wirken, dass mit unserer Nahrung keine oder möglichst wenig von den genannten Konservierungsmitteln in den Körper gelangen. Wenn nun mit Rücksicht auf die ungünstigen Einflüsse chemischer Konservierungsmittel auf die Ausnützung der Nahrung deren Verwendung verboten bezw. auf wenige Lebensmittel beschränkt worden ist, so wird es anderseits als besondere Aufgabe der Lebensmittelkontrolle angesehen, durch eine Fürsorge für saubere Behandlung und zweckmässige Lagerung der Lebensmittel der Bildung von Fäulnisgiften vorzubeugen.

Wir wollen noch die Fundamente für die Beurteilung weiterer Lebensmittel in's Auge fassen.

Bei der Untersuchung der *Mehle* und der daraus hergestellten Lebensmittel, wie *Brot, Teigwaren und Suppenpräparaten* werden fast ausschliesslich durch mikroskopische Prüfungen, durch die Bestimmung des Nährstoffgehaltes, sowie Prüfungen auf Anwesenheit von Zersetzungsprodukten und Verunreinigungen die Grundlagen für die Beurteilung erhalten.

Vor einigen Dezennien ist bei der Fürsorge für gesundes Mehl und Brot mit bleibendem Erfolg gegen den Verkauf von durch Pilzwucherungen und Kleie verunreinigten Mehlen als menschliches Nahrungsmittel eingeschritten worden. Diesen Erfolgen gegenüber steht leider die Tatsache, dass ein immer wachsender Teil unserer Bevölkerung im Brot nicht nur die wertlose Kleie, sondern auch den wertvollen Kleber, der dem Brote eine schwach gelbliche Farbe verleiht, teilweise ausgeschaltet haben möchte und nicht die kleberreichen, sondern möglischt weisse, kleberarme Brote bevorzugt. Es fehlt zur Zeit nicht an wissenschaftlichen Hilfsmitteln vollwertiges Backmehl und vollwertiges Brot von hygienisch minderwertigen Sorten zu unterscheiden, es fehlt dagegen bei einem grossen Teil der Bevölkerung die Einsicht, dass sie sich mit Ankauf von möglischst weissem Brot schädigt.

Mikroskopische und chemische Untersuchungsverfahren lie-

fern uns die Grundlagen für die Beurteilung der Gewürze, sowie von Kaffee, Cacao, Schokolade, Tee. Bei den im Laboratorium der Nahrungsmittelchemiker nötigen mikroskopischen Untersuchungen hat sich das Arbeiten bei polarisiertem Licht für viele Fälle als besonders vorteilhaft und zeitsparend erwiesen.

Bei manchen Arten von Lebensmitteln werden auch heute noch nur durch chemische Untersuchungen und mikroskopische Prüfungen die Grundlagen für die Beurteilung erhalten. Im folgenden soll nur noch die Rede sein von jenen Arbeitsgebieten des Nahrungsmittelchemikers, bei denen neuere Forschungen wesentliche Umgestaltungen in den Untersuchungsverfahren herbei geführt haben. Es ist da in erster Linie hervorzuheben das Gebiet der *Honig*untersuchungen.

Die früher üblichen Untersuchungsmethoden haben an Wert viel verloren in Folge der Fortschritte, die in der Honigfälschung gemacht worden sind. Durch die Erkennung der biochemischen Eigenschaften des Honigs sind Wege gefunden worden, die dazu führen, echten, unerhitzten Bienenhonig auch von bessern künstlichen Nachahmungen unterscheiden zu können. Die Fermente der Sekrete der lebenden Biene, welche wir im Honig vorfinden, das Invertin, die Katalase, sowie die Diastase und besonders das zuletzt genannte Ferment sind durch ihre Wirkungen leicht nachweisbar, und erleichtern daher die Unterscheidung von Naturhonig und Kunsthonig.

Seit längerer Zeit wird schon dem Eiweissgehalt der Honige Beachtung geschenkt. Da aber bei der Kunsthonigfabrikation schon zu Vortäuschung von reinem Honig Eiweiss zugesetzt worden ist, war es besonders zu begrüssen, dass es gelungen ist, Honigeiweiss-Immunsera herzustellen, und durch Präcipitinreactionen festzustellen, ob das Eiweiss in Honig bezw. honigähnlicher Ware Honigeiweiss sei, und ob solches Eiweiss in normalen Mengen vorhanden sei.

Von den chemischen Untersuchungsmethoden leistet die Prüfung auf Anwesenheit von Oxymethylfurfurol gute Dienste, seitdem erkannt worden ist, dass dieser Stoff, der sich beim Invertieren von Rohrzucker bildet, im Kunsthonig meistens vorhanden ist im Naturhonig fehlt.

Weitere Grundlage für die Beurteilung des Honigs bringt die mikroskopische Prüfung. In Naturhonig und Kunsthonig findet man Pollenkörner, in letzterem, weil sie meist billigen ausländischen Honig enthalten.

Die botanische Bestimmung der Pollenkörner, die im Honig gefunden werden, wird in Zukunft eine immer grössere Bedeutung erlangen, da überseeische Honige als solche deklariert werden müssen und die Ergebnisse der botanischen Bestimmung der Pollenkörner am ehesten Aufschluss geben können über die Herkunft eines Honigs.

Wesentliche Erweiterungen haben auch die Grundlagen für die sanitäre Trinkwasserbeurteilung gefunden, sowohl durch Verwertung der Ergebnisse bacteriologischer Forschungen, insbesondere hinsichtlich des Nachweises der Colibacterien, als auch durch vermehrte Beachtung der Beschaffenheit des Planktons des Wassers.

Zum Schlusse soll hier noch hingewiesen werden auf Neuerungen, die in der Schaffung von Grundlagen für die Weinbeurteilung eingetreten sind.

Verfälschungen und Nachahmungen kamen bei *Wein* von jeher häufiger vor als bei andern Lebensmitteln und daher bilden die Untersuchungen von Wein eine Hauptaufgabe der Lebensmittelchemiker, obschon dieses Getränk nicht als ein besonders wichtiges Lebensmittel angesehen werden kann. Man hört vielfach, es habe die Chemie den Weinfälschern grössere Dienste geleistet, als den analysischen Chemikern, welche Weine zu untersuchen und zu beurteilen haben. Diese Ansicht mag einmal zutreffend gewesen sein, wer indessen Gelegenheit gehabt hat, die Erfolge der Weinuntersuchungen in der Praxis zu betrachten und bei seinem Urteil nicht einzelne Spezialfälle, sondern den Gesamteindruck berücksichtigt, ist anderer Meinung und hat die Ueberzeugung, die Weinchemie sei durchaus nicht machtlos im Kampfe gegen die Weinfälschung. Wenn man urteilen will über den Stand der Weinchemie, so darf nicht ausseracht gelassen werden, dass die Mittel, welche diese Wissenschaft zur Aufdeckung von Fälschungen bietet, in der Praxis nicht immer ausgenützt werden können. Wenn alle

Bestandteile der zu untersuchenden Weine quantitativ bestimmt werden wollten die bestimmt werden können, so würde die Untersuchung einzelner Weine viel zu viel Zeit in Anspruch nehmen und zu hohe Kosten verursachen.

Die Beurteilung der Erfolge der Weinkontrolle gibt keinen Massstab für den Wert der Weinchemie im Kampfe gegen die Weinfälschungen, sondern nur einen Massstab für den Wert der gewöhnlichen Weinanalysen, der sog. Handelsanalysen. Diese Handelsanalysen führten in den letzten Jahren in der Schweiz jährlich zu circa 2000 Weinbeanstandungen und leisten demnach wesentliche Dienste in der Fürsorge für reelle Weine. Es ist vorauszusehen, dass auch physikochemische Untersuchungsmethoden in die Praxis der Weinkontrolle allgemeinen Eingang finden werden. Von diesen Methoden sind einzelne geeignet Aufschluss zu erteilen über den *Zustand* der Stoffe im Wein, die Konzentration der Wasserstoffionen, während andere physikochemische Methoden, die sog. Leitfähigkeitstitrationen nach Dutoit und Duboux, ermöglichen, rascher als bei den üblichen chemischen Methoden den Gehalt an einzelnen Weinbestandteilen zu bestimmen.

Wertvolle Grundlagen für die Weinbeurteilungen haben wir auch zu verdanken den Aufklärungen, die jetzt vorliegen über den Säureabbau der Weine durch Bacterien und die Ergebnisse der Forschungen über die Weinkrankheiten.

Meine Betrachtung der wissenschaftlichen Grundlagen für die Beurteilung der Lebensmittel möchte ich hier abbrechen, sie dürfte allseitig zu der Ueberzeugung geführt haben, dass wir die Erfolge in der Fürsorge für gesunde, reelle Lebensmittel zum grössten Teil den Nutzniessungen manigfacher, naturwissenschaftlicher Forscherarbeit zu verdanken haben.

Hiemit erkläre ich die 96. Jahresversammlung der schweiz. Naturforschenden Gesellschaft eröffnet.

Ueber die
Entwicklung der neueren Gesteinslehre

von

U. Grubenmann (Zürich)

Als ich an der letzten Versammlung der schweizerischen Naturforscher in Frauenfeld die Ehre hatte, als Präsident des Jahresvorstandes die Geschäfte zu leiten, habe ich in meinem präsidialen Eröffnungsworte *über einige Methoden und Ziele der neueren Petrographie* (1) gesprochen. Wenn ich heute wiederum vor Sie trete, möchte ich den vor 26 Jahren abgebrochenen Faden wieder aufnehmen und in Kürze Ihnen darüber berichten, wie im verflossenen Vierteljahrhundert in jenem Zweige der Naturwissenschaften, der sich die Erforschung der Bausteine unseres Erdkörpers zum Ziele setzt, der Gang der Weiterentwicklung sich nun gestaltet hat.

Vor einem Vierteljahrhundert lag das Schwergewicht der wissenschaftlichen Arbeit auf diesem Gebiete in der Mikroskopie. Aehnlich den grossen Triumphen, die diese in anderen Disziplinen der Naturwissenschaften feierte, war durch sie auch der Einblick in das Wesen der Gesteine in Bezug auf ihren mineralischen Bestand und ihren komplizierten Aufbau in ungeahnter Weise erschlossen worden. Auch heute noch, und das wird wol immer so bleiben, liefert der mikroskopische Befund gewissermassen die Basis für die weitere Forschung, indem er an der Hand der Dünnschliffe die Objekte genau kennen lehrt.

Darum sind denn auch die *mikroskopischen Methoden* unter

Anwendung des polarisierten Lichtes im Laufe der letzten Jahrzehnte in äusserst fruchtbarer Weise weiter entwickelt worden, besonders in *der* Richtung, den Mikroskopiker in den Stand zu setzen, unter Anwendung des convergenten Lichtes an jedem beliebigen Mineralschnitt seine Diagnose stellen zu können, während er früher an wenige bevorzugte Flächen der Gesteinskomponenten gebunden war. Vor allem sind es *Fedorow und Becke* (2), die sich um diese Erweiterung der mikroskopischen Verfahren verdient gemacht haben und es ist auch wol kaum irgendein wesentlicher Bestandteil des Mikroskopes, der nicht Verbesserungen und Bereicherungen seines Verwendungsrayons erfahren hätte. Es seien nur erwähnt die Verknüpfung von Mikroskop und Goniometer, das metallographische Mikroskop zur Untersuchung undurchsichtiger Erze im reflektierten Lichte, das Heizmikroskop zur direkten Beobachtung der Kristallisation aus Lösungen und Schmelzen bei höheren Temperaturen, das Ultramikroskop, dessen Wert für den künftigen Ausbau der Kenntnis über die Mineralgele noch kaum zu überblicken ist. Trotzalledem aber hat sich das Hauptgewicht der wissenschaftlichen Arbeit in der Gesteinskunde heute verschoben und ihre hoffnungsvollen Ausblicke gründen sich mehr und mehr auf die Anwendungen der Chemie.

Schon früher hatte man die *analytische Chemie* für die Kenntnis der Gesteine nutzbar gemacht. Eine grössere Anzahl quantitativer Gesteinsanalysen, die über die chemische Zusammensetzung einzelner Gesteine orientierte, war schon gegen Ende des vorigen Jahrhunderts bekannt. Die systematisch durchgefürhte, chemisch-analytische Behandlung *aller Gesteinsklassen* ist eine Errungenschaft der neuesten Zeit, und, wenn auch noch nicht vollständig bewältigt, so doch der Vollendung nahe. Sie musste hervorgehen aus der Erkenntnis, dass der Gesteinschemismus, als das Primäre im Gestein, die erste Grundlage seiner Erforschung bildet. Wieder gingen Hand in Hand damit Bereicherungen und Verbesserungen in den analytischen Methoden. Stoffe, welche man früher für selten hielt, wie TiO_2, MnO, BaO, P_2O_5 u. s. w., zeigen eine gewisse Ubiquität und müssen jetzt in jeder Analyse verfolgt werden. Verbesserungen galten

z. B. der Bestimmung des Wassergehaltes und der Alkalien, welch letztere durch *Lawrence Smith* zugleich eine ganz wesentliche Vereinfachung erfuhr. Das grösste Verdienst in der Mehrung dieser Kentnisse haben die Laboratorien mehrerer nordamerikanischer Institute (3) und der dieses Frühjahr verstorbene Prof. Dietrich in Heidelberg. Auch das mineralchemische Laboratorium unserer Eidg. tech. Hochschule hat sich während der letzten 14 Jahre bemüht, durch gegen 400 Analysen meist schweizerischer Gesteine, die in ihm ausgefürt worden sind, seinen bescheidenen Teil zur Mehrung dieser Kenntnisse beizutragen.

Die *wissenschaftliche Verwendbarkeit der Resultate solcher Gesteinsanalysen* ist eine ungemein umfassende. Sie dienen zur Herausrechnung des Mineralbestandes, zur Aufdeckung der ähnlichen Zusammensetzung, also der natürlichen Zusammengehörigkeit der Gesteine als Grundlage der Systematik, bei Eruptivgesteinen von verschiedenem Mineralbestand eventuell zur Feststellung gleichartiger zu grunde liegender Magmen, die ihre Verfestigung unter verschiedenen physikalischen Bedingungen vollziehen mussten. Auch die Erkenntnis lokaler und zeitlicher Veränderungen innerhalb ein- und desselben Magmas, also der Differentiation, und für metamorphe Gesteine die Identifizierung ihrer chemischen Substanz mit derjenigen des Ausgangsgesteins geschieht an Hand der Analysenresultate.

Um die Lösung solcher Aufgaben zu erleichtern, ist man dazu gelangt, die prozentualen Ergebnisse durch Rechnung in bestimmter Weise umzugestalten und graphisch darzustellen. Unter der grossen Zahl dieser Methoden hat sich namentlich das *Osann'sche Projektionsdreieck* (4) der häufigsten Anwendung zu erfreuen. Dem Zusammenfallen der Projectionspunkte verschiedener Gesteine wohnt die grösste und unmittelbarste Ueberzeugungskraft ihrer stofflichen Gleichartigkeit und Zusammengehörigkeit inne und darum begegnet man denn auch derartigen Projektionen fast in jeder petrographischen Arbeit. In jüngster Zeit ist *Osann* (5) dazu gelangt, seine Methode durch geeignete Kombinationen ganz wesentlich zu vertiefen und verschärfte Anhaltspunkte zu gewinnen für die Auf-

hellung der stofflichen Herkunft metamorpher Gesteine. So wird die chemisch-analytische Untersuchung der Gesteine das Fundament, auf welchem man in der Gesteinskunde der Erreichung des höchsten Zieles zustrebt: dem tieferen Verständnis des Werdens und Vergehens der Gesteine. Wir erwarten dies insbesondere von den *Anwendungen der physikalischen Chemie und der physikalisch-chemischen Experimente,* mit welchem Rechte, wollen meine nachfolgenden Auseinandersetzungen zu zeigen versuchen.

Für die Lehre von den chemischen Sedimenten, zunächst von den Gesteinen der Salzlagerstätten, kann ich Ihnen sogleich von einem grossen Erfolge berichten, der Ihnen allen mehr oder weniger bekannt sein dürfte. Ist es doch *Van t'Hoff und seinen Schülern* (6) gelungen, die Bildung des Steinsalzes, der Kalisalze und ihrer Begleiter theoretisch vollkommen klar zu legen. Die Arbeit dieser Forscher gründete sich auf genaue quantitative Löslichkeitsbestimmungen, ausgeführt bei verschiedenen, aber für die einzelnen Versuchsreihen konstanten Temperaturen, zuerst bei 25 Grad. Es wurde die Wasserlöslichkeit der einzelnen Salze festgestellt, dann die der wichtigsten Salzpaare, also die Löslichkeit eines Salzes in Gegenwart eines anderen und so fortschreitend schliesslich die Löslichkeit der verschiedenen Salze in Gegenwart aller andern. Da die Löslichkeit bei einer bestimmten Temperatur und Konzentration eine unveränderliche Grösse darstellt, konnte auf diese Weise experimentell eine umfassende Zahl invarianter Punkte gewonnen werden. Diese wurden in einem geistreich erdachten Raummodell unter einander im Beziehung gebracht und dabei die Existenzfelder der Salze erhalten bei der angenommenen Temperatur. Zugleich ergaben sich alle Möglichkeiten des gleichzeitigen Nebeneinandervorkommens derselben, d. h. es wurde festgestellt, bei welcher Konzentration der Lösung die Komponenten der Salzlagerstätten entstehen und bestehen können und welche von ihnen unter den angenommenen Verhältnissen neben einander möglich sind. Bei Anwendung einer Temperatur von 40 Grad ergab sich dann eine befriedigende Uebereinstimmung mit den tatsächlich in der Natur auftretenden Vor-

kommnissen; doch musste z. B. lokal in der Salzsee eine noch höhere Temperatur geherrscht haben, was in guter Uebereinstimmung steht mit den Temperaturen jetzt noch vorhandener Salzseen. Gewiss lagen in der leichten Wasserlöslichkeit der Salze und in der Arbeit bei günstigen Temperaturen sehr erleichternde Arbeitsmomente, aber jedermann, der *Van t'Hoffs* Arbeit in seinen über 50 Publikationen verfolgt, wird von der Genialität seiner Konzeption und dem Scharfsinn, mit welchem die experimentellen Schwierigkeiten überwunden wurden, mit der höchsten Bewunderung erfüllt. Seine Arbeiten werden jetzt fortgesetzt von der Gesellschaft für die Erforschung der deutschen Kalisalzlagerstätten.

Auch für die Lehre von der *Bildung kalkiger und dolomitischer Sedimente* sind wesentliche Fortschritte zu verzeichnen und die Streitfrage, ob neben organogenem Kalkstein am Meeresgrunde nicht auch rein chemisch niedergeschlagener Kalk entstehen könne, scheint durch die experimentellen Arbeiten von *G. Linck* (7) in Jena in bejahendem Sinne gelöst. Ebenso sind die mannigfachen Möglichkeiten der Dolomitbildung heute prinzipiell festgestellt und die Lehre von der Bildung der klastischen Sedimente der Tone und Sandsteine erhält durch die *Anwendung der Kolloidchemie* (8) eine exaktere wissenschaftliche Basis; insbesondere wird das Adsorptionsvermögen der kolloiden Gele zur Erklärung des chemischen Wesens dieser klastischen Sedimente und der Böden in weitgehendem Sinne herbeigezogen werden müssen. Doch steht hier die Hauptarbeit noch aus.

Für ein tieferes Eindringen in die genetischen Verhältnisse der *magmatischen Gesteine* war der Weg sofort klar, nachdem die Erkenntnis sich Bahn gebrochen, dass das Magma als eine Lösung aufzufassen ist, was zwar schon 1861 von Bunsen ausgesprochen worden war. Allein der fruchtbringende Schluss, nun in konsequenter Weise die magmatischen Ausscheidungen unter dem Gesichtspunkte der Lösungsgesetze zu verfolgen, ist erst während der letzten zwei Jahrzehnte, wohl unter dem Einfluss der Van t'Hoff'schen Arbeiten zum Durchbruch gelangt (9). Wegleitend wurde dabei in erster Linie das *Princip von den*

eutektischen Mischungen, das vor allem die Kristallisation gemischter Lösungen beherrscht, indem bei irgendeinem Mengenverhältnis ihrer Bestandteile, konstanten Druck vorausgesetzt, bei sinkender Temperatur sich zunächst diejenigen Komponenten ausscheiden, welche im Ueberschuss über das eutektische Verhältnis vorhanden sind. Erst vom einem bestimmten Temperaturpunkte an findet dann Zugleichausscheidung mehrerer Komponenten in bestimmten Verhältnissen statt. Allerdings darf nicht übersehen werden, dass bei der Auskristallisation aus dem Magma manche Abweichungen von der Regel gegeben sind durch die verschiedengradige Dissoziation der Komponenten, ihre oft sehr grosse Unterkühlungsfähigkeit und insbesondere durch die grossen Unterschiede im Kristallisationsvermögen und in der Kristallisationsgeschwindigkeit. Alle diese genannten Faktoren spielen nun eine viel geringere Rolle in der Ausbildung von Metallegierungen; darum ist für das Herausschälen des Wesentlichen aus der Fülle der Nebenerscheinungen die Vergleichung mit den *Erfahrungen in der Metallurgie und Metallographie* (10) von grösster Fruchtbarkeit geworden. Für Systeme von 2 Komponenten, wie sie uns in Apliten und manchen Gabbro entgegentreten, auch für ternäre Systeme, wie sie z. B. bei Graniten und Quarzdioriten vorliegen, stehen schon die schematischen Diagramme, in einigen Fällen auch die quantitativen Daten fest. Bahnbrechend waren hiefür die *umfangreichen experimentellen Arbeiten* von *Vogt* in Kristiania (19), *Tamman* in Göttingen (11), *Dölter* in Wien (7) und allergrösstes Interesse verdienen auch in dieser Beziehung die mit ausgesuchtester Genauigkeit durchgeführten Versuchsreihen der *Carnegie-Institution* in *Washington* (12), welche sich auf Komponenten beziehen, die im Stande sind, mehrere Verbindungen mit einander zu bilden, wie z. B. CaO und SiO_2, wodurch Diagramme mit einer ganzen Reihe von eutektischen Punkten entstehen können.

Die nächstliegende Nutzanwendung des eutektischen Prinzipes liegt in der wissenschaftlichen *Begründung der Ausscheidungsfolge einer magmatischen Lösung;* ferner hängt damit

zusammen die Erkenntnis, dass die Bildung einer bestimmten Kristallart nicht immer bei einem *Temperaturpunkt* sich vollendet, sondern über ein *Temperaturinterwall* sich erstrecken kann und dass die Abscheidungsperioden der einzelnen Komponenten über einander greifen müssen, Tatsachen, welche empirisch schon mehr oder weniger lange festgestellt waren. Auch die Resorptionen mit ihrem Gefolge erscheinen nicht mehr als etwas Abnormes, sondern als notwendige Folge einer ganz normalen Kristallisation, erzeugt durch die chemischen Veränderungen, denen die gemischte Lösung im Verlaufe der Auscheidungen unterliegt.

Einen immer stärkeren Einfluss scheint die *Theorie von den festen Lösungen* zu gewinnen. Nicht nur in der Deutung der Mischkristalle spielt sie eine grosse Rolle, die durch die umfangreichen Arbeiten des Holländers *Roozeboom* (13) mächtig gefördert wurde und für einige wichtige Mineralreihen, z.B. die Plagioklase, eine glückliche Anwendung erfahren hat, sondern man beginnt immer mehr einzusehen, dass die molekulare Mischbarkeit nicht bloss chemisch sich nahe stehender, sondern auch chemisch wenig analoger Stoffe eine ungeahnt weitgehende ist, sodass man von einer Ubiquität solcher fester Lösungen im Mineral- und Gesteinsreich sprechen darf. So vermag beispielsweise der Wollastonit $CaSiO_3$ mehr als 13 % SiO_2 in sich aufzunehmen. Auch in der Bildung solcher fester Lösungen spielt natürlich die Temperatur die wichtigste Rolle, indem hohe Wärmegrade die Lösungsfähigkeit steigern. Bei Temperaturabfall tritt dann oft Entmischung ein, wie zwischen Orthoklas und Albit in der Entstehung der Mikroperthite.

Aber nicht nur für die Bildung der einzelnen Gesteinskomponenten ist uns die physikalische Chemie zur Führerin geworden, auch die *Strukturen der magmatischen Gesteine*, d.h. ihre genetischen Gefüge unterliegen ihrem Regime. Als Beispiel sei nur erinnert an die *porphyrische Struktur der Gang- und Oberflächengesteine.* Während man früher zu einer Erklärung derselben an eine plötzliche Ænderung der physikalischen Verfestigungsbedingungen appellieren musste, hervorgerufen durch den Akt einer Eruption, ist jetzt erkannt worden, dass schon bei einer

ganz normalen, unter dem Einfluss der eutektischen Mischung sich vollziehenden Kristallisation eines Magmas sich die zuerst ausscheidende Komponente einsprenglingsartig in grösseren Kristallen entwickeln kann, während die nachher sich verfestigende eutektische Mischung zur Grundmasse wird. Geringes Kristallisationsvermögen und kleine Kristallisationsgeschwindigkeit der Erstlinge, oder die Aufzehrung der sich eben bildenden kleinen Kristalle durch schon vorhandene grosse (Sammelkristallisation) können die porphyrische Struktur verwischen und dabei zur Entstehung der gleichmässig körnigen, *granitischen Struktur* führen.

Sie auf das *Gebiet der Systematik* magmatischer Gesteine zu führen, will ich unterlassen. Die geologischen Erfahrungen auf dem Terrain und die sie ergänzenden chemischen und mineralogischen Untersuchungen im Laboratorium haben auch da zu manchen schönen Erfolgen geführt. Allein sie können mehr nur den speziellen Fachmann interessiren und trotz mancher viel versprechender Anläufe sind wir auch heute noch von einer befriedigenden d. h. *natürlichen* Systematik der magmatischen Gesteine vielleicht mehr als je entfernt.

Den Rest der Zeit will ich noch dazu benutzen, einen kurzen Gang in das Gebiet der *Gesteinsmetamorphose* und der *metamorphen Gesteine* (14) zu tun, dessen Entwicklung in der Hauptsache diesem Jahrhundert angehört. Da hat sich vor Allem allmählich die Ueberzeugung Bahn brechen müssen, dass ein Gestein während seiner Umwandlung als Ganzes fest bleibt und bloss minimalste Partien desselben sich jeweilen gleichzeitig verändern, und zwar wohl vorwiegend durch Lösungsumsatz. Ein sich metamorphosierendes Gestein kann daher aufgefasst werden als eine Lösung mit viel Bodenkörper und die für solche heterogene, mehrphasige Systeme geltenden chemisch-physikalischen Gesetze werden mit gutem Erfolge auch auf die Prozesse der Gesteinsmetamorphose angewandt. *Experimentelle Arbeiten fangen an, dazu die exakten quantitativen Daten zu liefern.*

Prinzipiell gilt : *Irgendein vorliegendes Gestein, besonders ein chemisches Sediment oder Erstarrungsgestein, stellt in erster An-*

näherung ein chemisches Gleichgewicht dar. Veränderungen in der Temperatur, erzeugt durch Tiefersinken in der Erdrinde oder durch vulkanische Prozesse, Veränderungen im herrschenden Druck, hervorgerufen durch tektonische Vorgänge, oder Verschiebungen in der Konzentration durch Zufuhr von Lösungsmittel, Dämpfen u.s.w., stören dieses Gleichgewicht und rufen dem Bestreben nach einer neuen Einstellung desselben. Dies führt zur Metamorphose und ihre wirksamen Faktoren sind Temperatur, Druck und Konzentration.

Ueber den *fördernden Einfluss der Temperatur* auf den Gang der Gesteinsumwandlung herrscht volle Uebereinstimmung; die nächste Aufgabe bleibt hier, die Art und Grösse der Wärmetönung für die einzelnen Umwandlungen festzustellen, um zu ganz exakten Vorstellungen zu gelangen.

Der *Einfluss des Druckes* ist noch viel umstritten. Zwar wird anerkannt, dass das Druckgesetz von *Le Chatelier* für die Vorgänge der Metamorphose eben so gut gelten muss, wie für jeden andern chemischen Vorgang. Aber damit ist noch Nichts ausgesagt über die erforderlichen Druckgrössen und die Frage bleibt offen, ob die Wirkung des Druckes nicht so geringfügig ist, dass sie kaum in Rechnung gezogen werden muss. Das bisher Bekannte liefert darüber eine Fülle zum Teil recht widersprechender Angaben. Trotzdem scheint in allerjüngster Zeit auch hier der Weg gefunden, der zu einwandfreien Erkenntnissen führen wird.

Bedingung dafür ist die *scharfe Unterscheidung zwischen gleichmässigem und ungleichmässigem Druck.* Die Wirkungen des ersteren scheinen wesentlich in einem Einfluss auf die Volumenenergie der sich neu bildenden Komponenten zu bestehen: Unter den möglichen Mineralien bilden sich stets die mit dem kleinsten Volumen, die spezifisch schwersten. Die Wirkungen des ungleichmässigen Druckes oder des Stresses übertreffen die des gleichmässigen um ein Vielfaches und ist es nach den neuesten Untersuchungen von *Johnston* (15) höchst wahrscheinlich, dass die bei den tektonischen Bewegungen wirksamen Differentialdrucke vollkommen genügen, um innerhalb der von ihnen betroffenen Gesteine sporadische Lösungen

und in deren Gefolge Umsetzungen herbeizuführen. Ausserdem bedeuten die Spannungserscheinungen (Strains) in derartig gepressten Gesteinen eine Energieerhöhung, welche sich in grösserer Reaktionsfähigkeit bekunden muss. Amerikanische Forscher (16) haben durch ihre allgemeinen mechanichen Ableitungen zuerst die Aufmerksamkeit auf die Wirkungen von Stress und Strain gelenkt in der Entstehung der Schieferungsebene, in der Ausbildung der Form von neu entstehenden Komponenten, und mancher struktureller und textureller Eigentümlickeiten der metamorphen Gesteine. Ihre spezielle Anwendung auf einen Einzelfall, unter Berücksichtigung der Grösse und Richtung der Dislokationen, wurde in jüngster Zeit von *Paul Niggli* (17) für Gesteine aus dem Ostende des Gotthardmassivs durchgeführt.

Der Einfluss der Konzentration wird durch das *Massenwirkungsgesetz* geregelt; für seine quantitative Anwendung fehlen allerdings zur Zeit noch fast alle Daten, ein noch weites Feld für experimentelle Arbeit.

Ueber allen bisher erwähnten Gesetzen und sich alle dienstbar machend steht die *Gibbs'sche Phasenregel,* die für die Erkenntnis der Gesteine von ungeahnter Fruchtbarkeit geworden ist. Noch vor einem halben Jahrzehnt glaubte man, dass sie für petrographische Zwecke nicht brauchbar sei wegen der grossen Komplexheit des chemischen Systems, das in einem Gestein vorliegt. Da gelang es *V. M. Goldschmidt* (18) in Kristiania, für die Zwecke der Gesteinsgenese eine einfache Formulierung der Phasenregel aufzufinden, die sich in glücklicher Weise zunächst den speziellen Verhältnissen der Gesteinsmetamorphose anpasst, sich aber auch auf die Bildung magmatischer Gesteine übertragen lässt und lautet: « Die maximale Zahl der festen Mineralien, die gleichzeitig neben einander stabil existieren kann, ist gleich der Zahl der Einzelkomponenten, die in den Mineralien enthalten sind. » Bei der gegebenen Umwandlungstemperatur können $(n + 1)$ Mineralien bestehen und ist auch noch der Druck (als Umwandlungsdruck) dabei ein ganz bestimmter, so sind $(n + 2)$ Mineralien möglich. Diese Aussagen der Phasenregel erscheinen nun allerdings rein

formal, indem sie nur die mögliche Anzahl der Gesteinskomponenten voraussehen, allein unter Berücksichtigung der sich vollziehenden chemischen Prozesse mit ihren Massenwirkungen und Wärmetönungen führt ihre Anwendung zum vollen Verständnis des gesteinsbildenden Vorganges, denn alsdann wird es möglich, ihn an eine thermodynamische Gleichung anzuschliessen und damit betritt er das supreme Feld der *mathematischen Diskutierbarkeit.*

Diese wenigen Darbietungen dürften wohl genügen, ein ungefähres Bild davon zu geben, wie die physikalische Chemie begonnen hat, die Auffassungen und Arbeitsmethoden in der Erforschung der Gesteinswelt zu durchdringen und wie *sie* vor allem *von dem was ist,* überleitete *zu dem was sein muss*, vom *blossen Beschreiben zum tieferen Verstehen.* Dadurch wurde an die Stelle der früheren Petrographie eine *Gesteinslehre* gesetzt, die in die *Tiefen des Werdens der Gesteine* führt und mit Sicherheit voraussehen lässt, was innerhalb der Erdrinde in verschiedenen Niveaux im Verlauf der Erdgeschichte aus ihnen werden muss.

Damit eröffnet sich zugleich für unser schönes Heimatland in den kristallinen Gesteinen unserer Alpen eine reiche Fülle der herrlichsten wissenschaftlichen Probleme; mögen fleissige und erfolgreiche Bearbeiter dazu in unserer Schweiz nie fehlen!

LITERATURANGABEN :

1. Verhandlungen der 70. Versammlung der schw. naturf. Gesellschaft in Frauenfeld, 1887 (Eröffnunsgrede).
2. *Wülfing, E. A.* Fortschritte auf dem Gebiete der Instrumentenkunde. Fortschr. der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie. III. Bd., Jena, 1913.
3. *Hillebrand, W. F.* The analysis of silicate and carbonate rocks. U. S. Bull. 122, 1910.
4. *Osann, A.* Beiträge zur chemischen Klassifikation der Eruptivgesteine T. M. P. M. XIX-XXII 1900-1903.
5. — Petrochemische Untersuchungen, I. Teil. Abh. der Heidelberger A. d. W., 1913.
6. *Van t'Hoff. J.-H.* Zur Bildung der ozeanischen Salzlablagerungen. Braunschweig 1905-1909; Leipzig 1912.

7. *Dölter, C.* Handbuch der chemischen Mineralogie I. Bd. S. 113-138 u. S. 628-804. Dresden 1912.
8. *Van Bemmelen, J. M.* Die Adsorption; Gesammelte Abhandlungen, von W. Ostwald, Dresden 1910.
9. *Grubenmann, U.* Kristalline Schiefer, I. Teil, 1. Aufl., Berlin, 1904.
10. *Rinne, F.* Salzpetrographie u. Metallographie in Dienste der Eruptivgesteinskunde, im Fortschr. d. Min. Krist. etc., I. Bd., Jena, 1911.
11. *Tammann.* Kristallisiren und Schmelzen. Leipzig 1903.
12. *Day A. L., Allen E. T., Shepherd E. S. White W. P.*, et *Wright F. E.* : die Kalkkieselreihe der Minerale T. M. P. M. XXVI. 1907.
13. *Bakhuis Roozeboom,* die heterogenen Gleichtgewichte, I. und II. Bd. Braunschweig 1901 u. 1904.
14. *Grubenmann, U.* Die kristallinen Schiefer. Eine Darstellung der Erscheinnungen der Gesteinsmetamorphose und ihrer Produkte. 2 Aufl. Berlin, 1910.
— — Mineralbildung und Gesteinsbildung auf dem Weg der Metamorphose in Handwörterbuch d. Naturwiss. VI. Bd. Jena, 1912.
15. *Johnston* und *Adams*, Ueber den Einfluss hoher Drucke auf das phys. u. chem. Verhalten fester Stoffe. Zeitschr. f. anorg. Chemie, 80. Bd., 1913.
16. *Grubenmann, U.* Struktur und Textur der metamorphen Gesteine in Fortschr. der Min. Krist. etc., II. Bd. Jena 1912.
17. *Niggli, P.* Die Chloritoidschiefer und die sedimentäre Zone am Nordostrand des Gotthardmassivs. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz, N. F. 36 Lief. 1912.
18. *Goltschmidt, V. M.* Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet 1911.
19. *Vogt J. H. L.* Die Silikatschmelzlössungen. I. u. II. Teil. Kristiania 1903 u. 1904.

Les lois du géotropisme

par

Arthur MAILLEFER

Le géotropisme est la propriété qu'ont certains organes végétaux de réagir par une courbure ou une torsion sous l'action de la pesanteur ou d'une force centrifuge de telle façon que l'organe finit par prendre une direction fixe par rapport à la direction de la force.

On peut distinguer deux catégories parmi les organes capables de réagir géotropiquement; la première comprend les organes dits *orthogéotropiques* qui tendent à se placer verticalement; on fait rentrer dans une seconde catégorie les organes qui prennent une position déterminée de manière à faire un angle constant avec la verticale; ce sont les organes *diagéotropiques.*

L'étude de l'orthogéotropisme est plus simple que celle du diagéotropisme; aussi, pour l'étude quantitative du phénomène, s'est-on toujours adressé à des organes dont la position normale est la verticale.

La première question qu'on s'est posée a été de savoir l'influence de l'angle que fait la plante avec la verticale sur la manière dont la plante réagit. *Sachs* était arrivé à la conclusion que c'est dans la position horizontale que la courbure géotropique doit être la plus forte; *Czapek*[1] prétendit que la réaction se faisait le mieux quand les tiges étaient inclinées vers le

[1] Fr. Czapek. Untersuchungen über Geotropismus. *Jahrb. f. w. Bot.* Bd. 27. *Idem.* Weitere Beiträge, etc. *Jahrb. f. w. Bot.* Bd. 32.

bas et les racines vers le haut de manière à faire dans les deux cas un angle de 45° avec la verticale.

Fitting[1] reprit la question en 1904; pour étudier l'action de la pesanteur sur les plantes, il eut l'idée d'utiliser la méthode, courante en physique, qui consiste à opposer deux forces agissant sur un même objet en les faisant varier jusqu'à ce que les deux actions s'annulent et que l'objet ne subisse pas de modification.

Fitting a trouvé ainsi la loi suivante :

Le rapport des irritations dans les positions faisant différents angles avec la position d'équilibre est égal, avec une grande approximation, au rapport des sinus de ces angles[2].

On peut donner encore les deux énoncés suivants de la loi de Fitting :

Pour que les inductions géotropiques produites par l'exposition d'une plante à la pesanteur agissant sous des angles $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \ldots$ *soient égales, il faut que les plantes soient soumises à l'action de la pesanteur pendant des temps* $t_1, t_2, t_3, \ldots$ *tels que l'on ait*

$$t_1 \sin \alpha_1 = t_2 \sin \alpha_2 = t_3 \sin \alpha_3 = \ldots$$

ou bien

L'induction géotropique est proportionnelle au sinus de l'angle que fait l'axe de la plante avec la verticale et proportionnelle au temps pendant lequel la pesanteur agit.

Le terme *induction géotropique* que j'emploie ici au lieu du terme irritation (Erregung) employé par Fitting peut être défini comme *l'effet produit* sur la plante, sans préjuger de la nature de cet effet; nous verrons que, dans ma théorie du géotropisme, ce terme a un sens mathématique bien défini.

La méthode de *Fitting* consistant à faire agir alternativement sur deux faces opposées d'une plante des irritations géotropiques inégales en réglant les temps d'action dans cha-

[1] H. Fitting. Untersuchungen über den geotropischen Reizvorgang. *Jahrb. f. w. Bot.* Bd. 41. 1904.

[2] Dasselbe (das Verhältnis der Erregungen in den verschiedenen Ablenkungswinkeln aus der Ruhelage) stimmt mit grosser Annäherung mit dem Verhältnisse der Sinus dieser Winkel überein. Fitting *loc. cit.*, p. 327.

cune de leur position de telle façon que les deux irritations produisent un effet nul pouvait servir à étudier l'action des forces centrifuges sur la plante.

J'ai fait cette étude[1] à l'aide d'une centrifuge construite spécialement dans ce but.

Les expériences faites avec cet appareil m'ont permis d'énoncer la loi suivante : *Pour que l'induction géotropique produite par une force centrifuge* f_1 *soit égale à l'induction produite par une force* f_2, *il faut que le rapport* $\frac{f_1}{f_2}$ *soit égal au rapport* $\frac{t_2}{t_1}$ *des temps pendant lesquels les forces agissent.*

Cette loi peut aussi s'énoncer comme suit : *L'induction géotropique (effet produit sur la plante) est proportionnelle à la force centrifuge et au temps pendant lequel la force agit.*

Ce résultat nous permet de définir l'*induction géotropique* comme le *produit de la force qui agit sur la plante par le temps pendant lequel elle agit.*

On a cherché à mesurer par des méthodes directes l'action de la pesanteur sur les plantes. *Czapek*[2] a introduit en physiologie végétale le terme de *temps de présentation* déjà usité en physiologie animale.

Le temps de présentation est le temps minimum pendant lequel doit agir un agent pour qu'il se produise une réaction.

Bach[4] est le premier qui ait fait une série quelque peu complète d'expériences pour déterminer l'influence de la force centrifuge sur le temps de présentation géotropique ; il a donné ses résultats sous forme de tableaux et de graphiques, mais il n'a pas découvert la loi. *Fröschel*[5] a obtenu comme résultat

[1] A. Maillefer. Etude sur le géotropisme. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* XLV.

[2] Czapek. *Jahrbücher f. wiss. Bot.* Bd. 32 (1898).

[3] A. Maillefer. De la détermination du temps de présentation. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* Vol. XLIII. 1907.

[4] Heinrich Bach. Ueber die Abhängigkeit der geotropischen Präsentations- und Reaktionszeit von verschiedenen äusseren Faktoren. *Jahrb. f. w. Bot.* Bd. 44, 1907.

[5] Paul Fröschel. Untersuchung über die heliotropische Präsentationszeit. Mitteilung. *Sitzungsberichten d. k. Akad. d. Wissenschaften in Wien.* Mat-naturw. Kl. Bd. CXVII Abt. I. 1908.

d'une série d'expériences sur le phototropisme la loi suivante : Le produit du temps de présentation phototropique par l'intensité lumineuse agissant sur la plante est une constante. *Fröschel* montra aussitôt que la même loi s'applique aux résultats de Bach. Le travail de Fröschel a été présenté le 2 avril 1908 à l'Académie des Sciences de Vienne ; peu après, sans avoir eu connaissance du travail de Fröschel, *Blaauw*[1] arrivait exactement à la même loi. Le travail de *Blaauw* fut présenté par *Went* à l'Académie des Sciences d'Amsterdam, le 26 septembre 1908. Le 17 février 1909, en partant des résultats de *Bach*, mais ignorant ceux de *Fröschel* et de *Blaauw*, j'énonçai la même loi devant la Société vaudoise des Sciences naturelles[2]. Le 29 mai 1909, Mlle *Pekelharing*[3] après avoir effectué une grande série d'expériences montra qu'on pouvait effectivement énoncer la loi suivante :

Le produit de la force centrifuge qui agit sur une plante par le temps de présentation correspondant est une constante.

Mlle *Pekelharing* énonça également que :

Le produit du temps de présentation géotropique par le sinus de l'angle que fait la plante avec la verticale est une constante.

On a aussi essayé de prendre comme mesure du géotropisme le temps qui s'écoule entre le moment où l'on fait agir la pesanteur ou une force centrifuge sur la plante et celui où elle com-

[1] A.-H. Blaauw. Onderzoekingen omtrent de betrekking tusschen licht sterke en belichtingstijd bij phototropische krommingen. *Vesl. kon. Ak. Wet.* Amsterdam 1908, p. 203-207.

F.-A.-F.-C. Went. On the investigations of Mr A.-H. Blaauw. *Kon. Akad. Wet.* Amsterdam. Proc. Meet., Sept. 26, 1908.

A.-H. Blaauw. Die Perception des Lichtes. *Rec. trav. bot. néerlandais.* Vol. V. 1909.

[2] A. Maillefer. Variation de l'induction géotropique. *Procès-verbaux. Soc. vaud. Sc. nat.* Séance du 17 février 1909.

Idem. Etude sur le géotropisme. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* XLV. 1909, p. 297.

[3] E.-J. Pekelharing. Onderzoekingen omtrent de betrekking tusschen praesentatietijd en grotte van den prikkel bij geotropische krommingen. *Proceedings Koninklijke Akad. v. Wetenschappen.* 1909.

Mme Rutten-Pekelharing. Untersuchungen über die Perception des Schwerkraftreizes. *Rec. trav. bot. néerlandais.* Vol. VII. 1910.

mence à se courber. C'est ce qu'on a nommé le *temps de réaction.*

Les premières expériences furent faites par *Czapek; Bach* puis Mlle *Pekelharing* reprirent la question et étudièrent l'influence de la force centrifuge sur le temps de réaction; les trois auteurs arrivent à peu près aux mêmes conclusions : pour une force nulle, le temps de réaction décroît d'abord rapidement puis plus lentement ; à partir d'une force donnée, la diminution du temps de réaction devient presque insensible. Aucun des trois auteurs cités n'a pu trouver la relation mathématique qui lie le temps de réaction à la force centrifuge. Il était réservé à *Tröndle* de découvrir la loi. Dans sa belle étude sur l'influence de la lumière sur la perméabilité de la membrane protoplasmique des cellules, *Tröndle*[1] a montré que le temps de réaction est lié à l'intensité lumineuse par la formule

$$i(t - k) = i'(t' - k)$$

où i et i' sont deux intensités lumineuses, t et t' les temps de réaction correspondants et k une constante.

Tröndle montre, en utilisant les chiffres de *Bach* et *Pekelharing,* que la même loi lie le temps de réaction géotropique à la force centrifuge qui agit sur la plante.

Dans le cas du géotropisme, on peut écrire la formule :

$$f(\mathrm{R} - k) = f'(\mathrm{R}' - k)$$

ou f et f sont les forces centrifuges, R et R′ les temps de réaction correspondants ; en prenant f' comme unité de force centrifuge, le second membre devient une constante ; nous avons alors

$$f(\mathrm{R} - k) = a = \text{const.}$$

ce qu'on peut formuler sous forme de loi :

Le produit de la force centrifuge f qui agit géotropiquement sur une plante par le temps de réaction correspondant R *diminué d'une constante* k *est une constante* a.

[1] A. Tröndle. Der Einfluss des Lichtes auf die Permeabilität der Plasmahaut. *Jahrb. f. wiss. Bot.* 48. 1910.

Dans l'idée des auteurs qui ont fait des expériences sur les temps de présentation et de réaction, la plante ne commence à se courber qu'au bout d'un certain temps qui est précisément le temps de réaction. Or les expériences postérieures de *Bose*[1], de Mlle *Polowzof*[2] et les miennes nous ont amenés à des conclusions toutes différentes, à savoir qu'une plante soumise à l'action de la pesanteur commence immédiatement à se courber ; pour voir cette courbure, il faut observer la plante non plus à l'œil nu, mais avec des appareils enregistreurs comme *Bose,* avec le microscope comme Mlle *Polowzof* ou avec le cathétomètre comme moi.

Cette courbure instantanée étant constatée, les termes de temps de réaction et temps de présentation devaient être définis autrement sans quoi les lois trouvées perdaient toute signification.

Pour élucider la question j'ai fait une série de 400 expériences disposées comme suit. Une jeune plantule d'avoine était placée horizontalement. Avec le cathétomètre, on lisait les déplacements de l'extrémité de la coléoptile de 5 en 5 minutes. En calculant le déplacement moyen d'une série d'expériences, on constate que la plante commence par fléchir vers le bas puis le déplacement change de sens et la courbure se fait de plus en plus rapidement vers le haut. L'allure de la courbe représentant les déviations en fonction du temps rappelle une parabole passant par l'origine et à axe vertical.

Cette courbure vers le bas qui précède la courbure géotropique vers le haut était difficile à expliquer ; pour voir si c'était l'effet d'un tropisme particulier, j'ai fait trois séries d'expériences ; les plantes furent placées respectivement 15 secondes, 2 ou 5 minutes horizontalement, puis mises dans leur position verticale normale. J'ai trouvé que la plante se courbe immédiatement du côté qui était en haut pendant l'exposition horizontale ; 15 secondes d'exposition suffisent pour provoquer la courbure.

[1] Bose, J.-E. Plant response as a means of physiological investigation. Londres, 1906.

[2] Polowzof, W. Untersuchungen über Reizerscheinungen. Jena, 1908.

Ces expériences prouvent que la plante d'avoine commence immédiatement à se courber géotropiquement. La courbure vers le bas des plantes exposées horizontalement n'est donc probablement pas due à un tropisme. En examinant les plantes les plus longues on voit que l'incurvation vers le bas est localisée à la partie inférieure de la tige, tandis que la courbure géotropique est plus marquée à l'extrémité de la plante. Cette constatation nous permet d'admettre que la courbure vers le bas est d'ordre mécanique; cette flexion ne se fait pas instantanément; on la voit augmenter pendant toute la durée de l'expérience. La courbure vers le bas est probablement ralentie par le fait que pour qu'elle puisse se faire il doit y avoir déplacement de l'eau qui sort des cellules comprimées pour aller dans les cellules distendues; les membranes opposent une résistance à la filtration de cette eau; le mouvement se trouve freiné.

Partant de cette constatation, nous pourrons séparer l'effet de la flexion mécanique de l'effet géotropique. L'aspect de la courbe nous a engagé à choisir pour représenter les moyennes des déviations de l'extrémité de la plante en fonction du temps des paraboles de la forme

$$h = -at + \frac{1}{2} bt^2$$

où h est la déviation moyenne d'une série d'expériences, a et b des constantes.

Nous avons trouvé, après avoir appliqué la méthode des moindres carrés pour déterminer les valeurs de a et de b, que les écarts entre les valeurs calculées et les valeurs observées de h étaient exactement répartis par rapport aux erreurs probables comme le prévoyait la théorie des probabilités, c'est-à-dire que la moitié des écarts étaient moindres et la moitié plus grands que l'erreur probable. Nous pouvons donc admettre que l'équation

$$h = -at + \frac{1}{2} bt^2$$

représente bien notre phénomène.

Le mouvement vers le bas étant freiné, on peut admettre que la part de la déviation du sommet due à cette flexion croît d'une manière uniforme avec le temps ; nous avons admis que

$$h' = -at$$

représentait ce mouvement vers le bas.

La déviation due au géotropisme est alors

$$h'' = \frac{1}{2} bt^2$$

Cette décomposition du mouvement observé repose, comme vous le voyez, en partie sur des hypothèses, mais en admettant ce point de départ très plausible, on trouve que les cinq lois qui ont été données pour le géotropisme se laissent déduire très facilement de l'équation

$$h'' = \frac{1}{2} bt^2$$

Avant d'aller plus loin, nous devons donner de nouvelles définitions pour les temps de présentation et de réaction ; en effet, il n'est plus possible de conserver les anciennes définitions puisque la plante commence à se courber immédiatement. Nous dirons donc :

Le temps de présentation géotropique est le temps minimum pendant lequel il faut avoir exposé une plante à l'action d'une force pour que, soustraite à l'action de cette force, la courbure atteinte soit visible.

Le temps de réaction géotropique est le temps qui s'écoule depuis le moment où la plante est exposée à l'action d'une force, jusqu'à celui où la courbure devient visible.

La définition du temps de réaction n'est pas tout à fait claire ; il y a en fait plusieurs temps de réaction différents suivant la manière de conduire l'expérience ; certains auteurs exposent la plante à l'action de la force pendant toute la durée de l'expérience, d'autres seulement pendant un temps arbitrairement choisi, d'autres enfin seulement pendant un temps égal au temps de présentation. Il y aura donc lieu chaque fois de bien définir le temps de réaction dont on parle.

Quand la déviation h est petite, et cela a toujours été le cas dans nos expériences, on peut assimiler la courbure de la plante à un arc de cercle ; il est facile également de montrer que la *courbure* de la plante, définie comme l'inverse du rayon, est sensiblement proportionnelle à h. Désignons cette courbure par C ; notre équation devient

$$C = \frac{1}{2} bt^2$$

Dans cette formule b à la nature d'une accélération, c'est ce que nous appellerons l'*accélération géotropique de courbure.*

La dérivée de C par rapport au temps

$$\frac{dt}{dC} = bt = v$$

est ce que nous désignerons comme la *vitesse de courbure.*

Une série d'expériences nous a montré que :

L'accélation géotropique de courbure b *est proportionnelle au sinus de l'angle que fait la plante avec la verticale.*

Lorsqu'on soumet une plante pendant un certain temps à l'action d'une force, et qu'on la soustrait ensuite à cette action, on constate que la plante continue à se courber avec une vitesse de plus en plus lente puis la courbure régresse. Pour expliquer cette diminution de vitesse et ce retour en arrière, on a admis une force interne, de nature inconnue qui tend à maintenir la plante droite, on a désigné cette propriété par le nom d'*autotropisme.* On ne sait pas encore comment l'autotropisme varie en fonction de la courbure, de la vitesse de courbure ou d'autres facteurs. C'est une étude qui est complètement à faire.

Dans l'ignorance des lois qui régissent l'autotropisme, nous admettrons dans les déductions qui suivent que, pour les courbures faibles, l'autotropisme est négligeable ; lorsque l'autotropisme doit intervenir de par la nature du phénomène, nous supposerons qu'il exerce une action constante.

Nous pouvons résumer ce que nous connaissons du géotropisme en une loi unique dont on peut dériver toutes les autres :

Une force agissant sur un organe végétal orthogéotropique lui

communique une accélération de courbure b. *La courbure* C *de l'organe est proportionnelle au carré du temps qui s'est écoulé depuis le début de l'action de la force. La vitesse acquise de courbure est proportionnelle au temps qui s'est écoulé depuis le moment où la force a commencé à agir et proportionnelle à l'accélération de courbure* b. *L'accélération de courbure est en chaque instant et pour chaque élément de l'organe considéré proportionnelle à la force et proportionnelle au sinus de l'angle que fait l'élément de l'organe avec la verticale.*

On voit que la loi du géotropisme est tout à fait analogue à celle de la chute des corps. Il me reste à démontrer que les cinq lois données plus haut se laissent dériver de cette loi fondamentale :

1° Supposons une plante exposée pendant un temps t_1 à l'action d'une force capable de lui donner une accélération géotropique de courbure b_1 ; puis soustrayons cette plante à l'action de la force. Désignons par β l'accélération due à l'autotropisme.

La vitesse acquise au bout du temps t_1 sera

$$v_1 = (b - \beta) t_1$$

En vertu de cette vitesse acquise, la courbure maximum atteinte ensuite sera

$$C = \frac{v_1^2}{2\beta} = \frac{(b^1 - \beta)^2 t_1^2}{2\beta}$$

en négligeant la faible courbure produite pendant le temps t_1. Nous en tirons

$$t_1 = \frac{\sqrt{2\beta C}}{(b_1 - \beta)}$$

Pour amener une même courbure maximum C, une accélération de courbure b_2 devra agir pendant un temps

$$t^2 = \frac{\sqrt{2\beta C}}{(b_2 - \beta)}$$

Supposons que C soit précisément la courbure la plus faible

qui soit visible à l'œil : t_1 et t_2 seront les temps de présentation correspondant aux accélérations b_1 et b_2. Faisons le rapport

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{(b_2 - \beta)\sqrt{2\beta C}}{(b_1 - \beta)\sqrt{2\beta C}} = \frac{b_2 - \beta}{b_1 - \beta}$$

Comme, au moment où la courbure commence à être visible à l'œil nu, elle est encore très faible, l'accélération β due à l'autotropisme est encore très faible, nous pouvons la négliger ; il vient alors

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{b_2}{b_1} \quad \text{ou} \quad t_1 b_1 = t_2 b_2$$

Comme d'après la loi fondamentale l'accélération géotropique de courbure est proportionnelle à la force qui agit sur la plante on a

$$t_1 f_1 = t_2 f_2$$

Nous retrouvons ainsi la troisième loi.

D'après la loi fondamentale, l'accélération géotropique de courbure est proportionnelle au sinus de l'angle suivant lequel la force agit sur la plante ; on peut donc écrire

$$t_1 \sin \alpha_1 = t_2 \sin \alpha_2$$

Or ce n'est pas autre chose que la quatrième loi étendue aux forces centrifuges.

2° *Faisons agir, alternativement, un grand nombre de fois, sur les deux faces opposées de la plante deux forces différentes, provoquant des accélérations de courbure* b_1 *et* b_2, *pendant des temps* t_1 *et* t_2 *; quelle relation doit lier les temps et les accélérations pour que la plante ne se courbe pas ? Les temps* t_1 *et* t_2 *sont supposés petits.*

Dans ces conditions expérimentales, l'accélération due à l'autotropisme β est négligeable. A la fin de la première période t_1, l'accélération b_1 aura communiqué une vitesse de courbure

$$v_1 = b_1 t_1$$

Pendant la deuxième période t_2, si on laissait la plante à elle-même, elle continuerait à se courber ; sa vitesse irait en

décroissant ; si l'on prend t_2, et par conséquent t_1 assez petits, on peut admettre que pendant la deuxième période t_2 la plante continuera à se courber avec une vitesse uniforme égale à v_1.

A la fin de la deuxième période, l'accélération b_2 communiquerait à la plante, si elle agissait seule, une vitesse de courbure

$$v_2 = b_2 t_2$$

Pour qu'il n'y ait pas courbure, il suffit qu'à la fin de la deuxième période on ait $v_1 = v_2$; si cette condition est remplie à ce moment, elle le sera aussi au bout de la quatrième, sixième, huitième, ... période, par conséquent tant que l'expérience durera. Il suit de là qu'il faut que

$$b_1 t_1 = b_2 t_2$$

D'après la loi fondamentale, l'accélération de courbure est proportionnelle à la force agissant sur la plante, donc pour qu'il n'y ait pas courbure il faut que

$$f_1 t_1 = f_2 t_2$$

Nous avons ainsi retrouvé la deuxième loi.

L'accélération de courbure est également, d'après la loi fondamentale, proportionnelle au sinus de l'angle suivant lequel la force agit ; ce qui nous donne

$$t_1 \sin \alpha_1 = t_2 \sin \alpha_2$$

c'est-à-dire la première loi.

3° *Supposons qu'on expose une plante de manière à lui fournir une accélération géotropique de courbure, juste pendant le temps de présentation puis qu'on la place sur le clinostat de manière à neutraliser l'action de la pesanteur ;* la plante continuera à se courber, atteindra la courbure qui est précisément la plus faible perceptible à l'œil puis tendra à se redresser sous l'influence de l'autotropisme. Le temps de réaction dans ces conditions se composera de la somme du temps de présentation et du temps qui s'écoule depuis la fin de l'exposition jusqu'au moment de la courbure perceptible.

Désignons par P le temps de présentation ; la vitesse de courbure acquise au bout de ce temps sera

$$v = bP$$

La courbure maximum, atteinte en vertu de cette vitesse acquise, le sera au bout du temps

$$t = \frac{v}{\beta} = \frac{bP}{\beta}$$

Cette courbure atteinte sera, par définition, la courbure minimum apercevable, puisqu'on a exposé la plante pendant le temps de présentation.

Nous avons d'après la troisième loi

$$b.P = \text{const.} = a$$

donc

$$P = \frac{a}{b}$$

et

$$t = \frac{bP}{\beta} = \frac{b.a}{b.\beta} = \frac{a}{\beta} = \text{const.}$$

Dans les conditions ci-dessus le temps de réaction R est

$$R = P + t$$

nous avons vu que $t =$ constante, donc

$$R = P + \text{const.}$$

mais

$$P = \frac{a}{b}$$

et

$$R = \frac{a}{b} + \text{const.} = \frac{a}{b} + k$$

Après transformation il vient

$$b(R - k) = a$$

mais comme l'accélération de courbure b est proportionnelle à la force f agissant sur la plante, on peut écrire

$$f(R - k) = \text{const.}$$

Nous sommes arrivés à la formule de *Tröndle*. La constante k n'est pas autre chose que t, c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre le moment où la plante cesse d'être soumise à la pesanteur et celui où l'on aperçoit la courbure.

La loi fondamentale du géotropisme établit donc un lien entre les lois trouvées pour le géotropisme, alors que telles qu'elles avaient été énoncées par leurs auteurs, elles semblaient incompatibles entre elles et avec les expériences qui montrent que la courbure géotropique commence immédiatement dès que la force agit.

Tröndle[1] qui a effectué, depuis la première publication de ma théorie une série d'expériences arrive à des conclusions qui semblent à première vue en opposition irréductible avec les miennes. La méthode d'expérimentation de Tröndle est la suivante : Des coléoptiles où des tiges sont pourvues de marques espacées de 2 mm., puis placées horizontalement ; de 20 en 20 minutes, la plante est posée sur une feuille de papier et avec un crayon, un point est tracé à côté de chacune des marques de la plante ; les points ainsi obtenus sont réunis par des droites ; on mesure l'angle que chacune de ces droites fait avec le prolongement de la suivante.

Voici en résumé les conclusions de Tröndle :

1° La vitesse de courbure de chaque segment de tige est constante dès le début.

2° La vitesse de courbure en différents points de la tige est inversément proportionnelle à la distance entre le point considéré et le sommet de la tige.

3° La courbure ne commence, en un point donné qu'au bout d'un temps proportionnel à la distance au sommet. Le sommet lui-même se courbe instantanément.

En combinant les conclusions 2 et 3, *Tröndle* montre que la courbe représentant les déviations h du sommet en fonction du temps doivent obéir à la formule

$$h = \frac{1}{2} bt^2$$

de telle sorte que cette formule qui est à la base de ma théorie

[1] A. Tröndle. Geotropische Reaktion und Sensibilität. *Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.* XXX. 1912.
Id. Der Zeitliche Verlauf d. Geotrop. Reaktion u. s. w. *Jahrb. f. wiss. Bot.* LII. 1913.

représenterait bien les résultats de mes expériences, mais n'aurait aucune valeur théorique.

Après une étude attentive des résultats expérimentaux de Tröndle, je suis arrivé à admettre que la conclusion 2 de Tröndle est adéquate aux faits ; mais l'examen des chiffres de Tröndle m'empêche d'admettre que la courbure ne commence immédiatement qu'au sommet seulement de la coléoptile et que la courbure commence d'autant plus tard que le segment de tige considéré est plus loin du sommet. La courbure commence en même temps tout le long de la tige ; mais comme la vitesse de courbure décroît avec la distance au sommet, il est bien évident que le temps de réaction, défini comme le temps au bout duquel la courbure devient visible en un point donné, croît avec sa distance au sommet.

Si la vitesse de courbure semble être constante dès le début et non pas accélérée comme le prévoit la théorie, cela tient : 1° au fait que Tröndle a poursuivi ses expériences 3 et 4 heures durant ; dans ces conditions il n'est plus possible d'admettre que la pesanteur agit sur la plante comme si elle était encore droite ; 2° en même temps que par suite de la courbure même l'accélération diminue, l'autropisme agit ; si, ce qui est probable, cette action antagoniste croît avec la courbure, elle peut contrebalancer suffisamment le géotropisme pour que la vitesse de courbure reste constante ; 3° il est possible que la courbure entraîne des frottements augmentant avec la vitesse de courbure ; nous aurions ainsi à faire à un cas analogue à la chute des corps légers dans l'air.

Les expériences de Tröndle n'infirment pas plus la loi du géotropisme que le fait que les corps légers peuvent tomber avec une vitesse uniforme. Il n'en est pas moins certain que la discussion du travail de *Tröndle* fait surgir bien des problèmes nouveaux et nous montre qu'il y a encore bien des lacunes à combler. C'est sur cette impression que notre ignorance est encore grande et que par conséquent nous avons encore beaucoup de découvertes devant nous que je terminerai.

Bericht und vorläufige Ergebnisse[1]

der

Schweizerischen Grönland-Expedition 1912/13

Von Dr A. de Quervain. P. D.

Wenn von Polarforschung die Rede ist, denken die meisten wohl unwillkürlich zunächst an die Erreichung der Erdpole selbst. Und es ist fraglos, dass die vollbrachte Erreichung derselben nicht nur eine höchste Energieleistung darstellt, sondern auch eine bedeutende wissenschaftliche Leistung. Denn der Weg dorthin hat durch unbekanntes Gebiet geführt, und so lange noch unbekannte Wege auf unserer Erdoberfläche übrig sind, bleibt es die erste und vornehmste Aufgabe der Erdforschung, sie zu *gehen*.

Solcher Aufgaben bieten die Polarzonen noch manche, in grösserem und kleinerem Umfang. Ich glaubte, dass gerade wir Schweizer durch die Natur unseres Landes, durch die Erziehung, die es uns mitgibt, und die Interessen für Eis und Schnee, die es uns nahelegt, wohl berufen seien, an der Lösung solcher Aufgaben mitzuarbeiten. So entstand der Plan der schweizerischen Grönlandexpedition.

Nachdem unser Unternehmen seinerzeit in seinem Entstehen die besondere Unterstützung und Empfehlung der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft gefunden, und nachdem Sie auch die ersten waren, uns von der Jahresversammlung in

[1] Ein ausführlicher Bericht ist enthalten in: « Quer durchs Grönlandeis », München 1914, dem auch die beigegebenen Figuren und Tafeln (mit Ausnahme von III) entstammen.

Altdorf einen anerkennenden Gruss entgegenzusenden, gehört es sich, Ihnen Bericht über unsere Tätigkeit zu erstatten.

Es fällt uns schwer, dass wir in dieser Versammlung gerade den vermissen müssen, der sich unserer Sache besonders warm angenommen hatte, Professor F. A. Forel aus Morges.

Im gegenwärtigen Zeitpunkt, wo die letzten Mitglieder der Expedition erst vor kurzem zurückgekehrt sind, kann es sich wohl darum handeln, einen *Ueberblick* über unsere Arbeit und ihre *Haupt*resultate zu geben, aber noch nicht *darum,* umfassende definitive Ergebnisse vorzulegen. Dies ist auch deshalb nicht möglich, weil die Zeit seit meiner Rückkehr zum einen Teil durch Vorträge zur Deckung des leider noch immer nicht getilgten Defizits in Anspruch genommen war, zum andern Teil durch die freiwillige Besorgung der Erdbebenwarte der seismologischen Kommission unserer Gesellschaft, und entsprechend bei Professor Mercanton durch seine Arbeiten für die Gletscherkommission. Sie werden uns nicht zum Vorwurf machen wollen, dass wir *Ihre* Angelegenheiten den unsrigen vorangestellt haben.

Mein Plan hatte angeknüpft an die frühere Reise des Jahres 1909, mit Dr. Stolberg und Dr. Bäbler. Es handelte sich diesmal darum, einerseits die auf dem damaligen 100 km weit sich erstreckenden Vorstoss auf das Inlandeis [1] gewonnenen *Erfahrungen* zu *verwerten* durch eine *Durchquerung von Mittelgrönland* von Westen (Diskobucht, unter 70°) nach Osten (Angmagssalik 66°, dem einzigen bewohnten Punkt der Ostküste), also ca. 500 km nördlich von Nansens Route, mit einer anderhalbmal grösseren Strecke ; andererseits die damals begonnene in der Arktis erste derartige äerologische Messungsreise [2]), welche sich schon die Erforschung der höhern Zirkulation in möglichst *frühe* Jahreszeit zum Ziel gesetzt hatte, nun auf den *eigentlichen Winter auszudehnen.* So ergab sich die *Zweiteilung* der Expedition in eine *Durchquerungsgruppe* und eine *Westgruppe.*

[1] Vorläufige Ergebnisse in unserem Reisebericht: Durch Grönlands Eiswüste, Strassburg 1910.

[2] Ergebnisse in den Beiträgen zur Physik der freien Atmosphäre 1912.

Der *Durchquerungs*gruppe gehörten ausser dem Leiter der ganzen Expedition an die Herrn Dr. med. H. Hössli aus St. Moritz, Architekt R. Fick und Ingenieur K. Gaule aus Zürich.

Die *Westgruppe,* bestehend aus Prof. P. *Mercanton* aus Lausanne, Dr. A. *Stolberg* aus Strassburg und Dr. W. *Jost* aus Bern, sollte uns zunächst beim Beginn der Durchquerung unterstützen, dann unter Mercantons Leitung an der Westküste bis zum Herbst *glaziologische* Arbeiten vornehmen; Stolberg und Jost sollten dann *überwintern* und die *äerologischen* Messungen fortsetzen. Die Mittel wurden zum grössern Teil von unseren schweizerischen naturforschenden und geographischen Gesellschaften und einigen Sektionen des Alpenklubs und den durch sie interessierten Privaten aufgebracht, unter denen ich den Beitrag von Fr. 10,000 nenne, der von der *Neuen Zürcher Zeitung* auf Antrag des Verwaltungsratspräsidenten Oberst *U. Meister* gespendet wurde, und das sich ergebende Defizit, durch nachträgliche Vorträge des Leiters gedeckt; wobei allerdings notgedrungen viel kostbare Zeit der Bearbeitung der Resultate entzogen wurde.

Die gesamte Ausrüstung wurde auf Versuchstouren im winterlichen Hochgebirge erprobt, und auch die Teilnehmer dadurch *rechtzeitig* mit einander bekannt gemacht.

Ich gebe nun zunächst mit wenigen Worten einen Ueberblick über den *äusseren Verlauf* der Reise; dann werde ich von unserer *Arbeit* und ihren *Ergebnissen* sprechen und schliesslich werde ich zur Ergänzung eine Reihe von Diagrammen und Bildern im Projektionsapparat vorführen.

Die Abreise erfolgte am 2. April 1912 mit dem dänischen Regierungsdampfer « Hans Egede ». Mitte April kamen wir in Godthaab in Westgrönland an, und bestiegen in der Wartezeit des Dampfers den Hjortetakken, durch Schneestürme allerdings an den beabsichtigten Aufnahmen gehindert. Auf der Weiterfahrt nach Norden machten wir eine mehrtägige Excursion in das noch kaum betretene Gebirgsland von Sukkertoppen. Der Dampfer brachte uns am 26. April bis Holstensberg, dem nördlichsten Punkt seiner ersten Fahrt.

Die vorgesehene Wartezeit bis Anfang Juni wurde nach mei-

nem Plan zur Erlernung der Hundepraxis im Innern des Holstensberger-Fjords und zur völligen Fertigstellung der Ausrüstung der Ost- und Westgruppe benützt. Gleichzeitig wurden auch schon verschiedene Messungsreihen begonnen. Am 1. Juni brachte uns der kleine alte Küstendampfer «Fox», von der Suche nach der Franklin-Expedition her ein historisches Schiff, nach der Diskobucht. Früher kann diese Küstengegend wegen des noch zu erwartenden Wintereises nicht von Süden her befahren werden. In Egedesminde, Akugdlit und Jakobshavn wurden die vorausbestellten Hunde und Hundefutter an Bord genommen, an letzterer Kolonie auch eine Anzahl Grönländer, die beim Tragen helfen sollten. Unter den drei von mir in Aussicht genommenen Aufgangsstellen zum Inlandeis, dem Orpiksuitfjord, dem Pakitsokfjord, und dem nördlichen Ende des Atasundes entschied ich mich für letztere Stelle, nach dem Ergebnis der Begehung der Randfelsengebiete, die auf meine Veranlassung und durch Vermittlung der dänischen Administration schon früher durch zuverlässige Grönländer ausgeführt worden war.

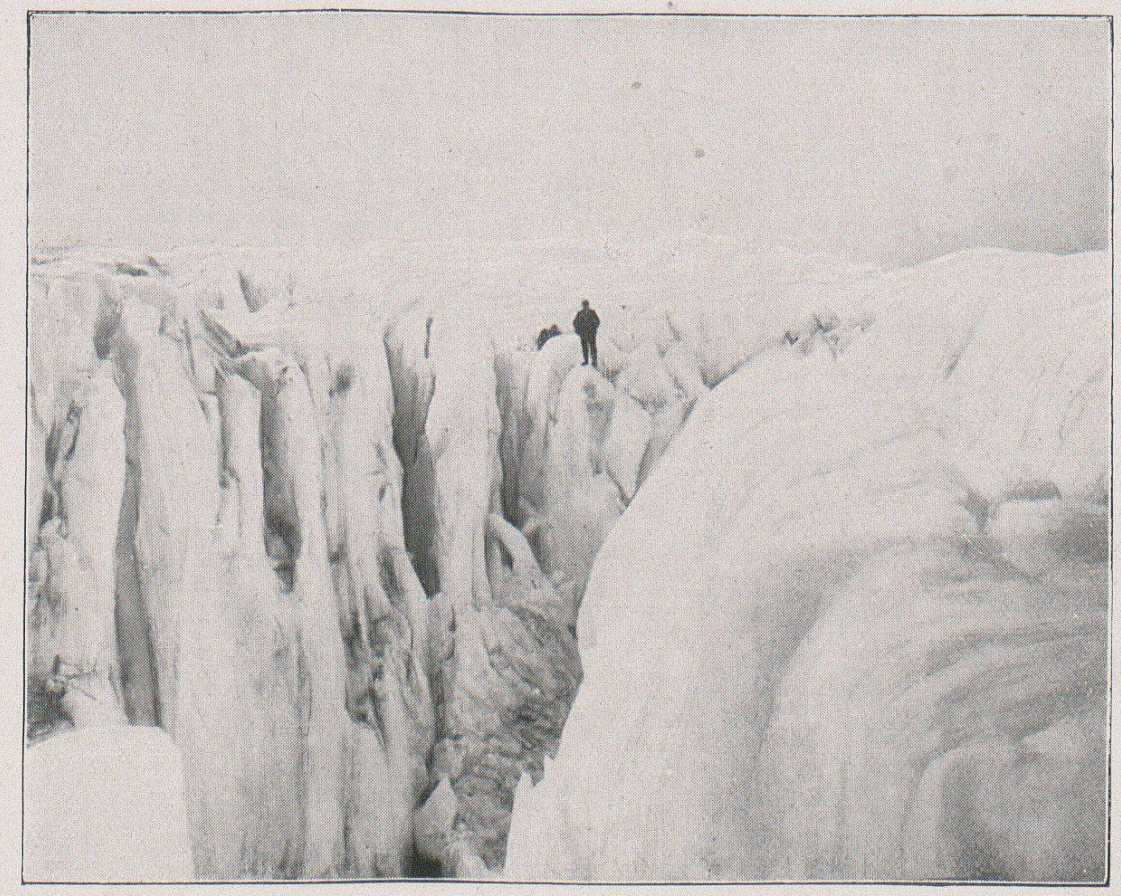
Am 10. Juni setzte uns «Fox» dort mit unserem Material ans Land und verliess uns zwei Tage später mit dem grössern Teil der Träger. Am 20. Juni waren wir nach sehr mühseliger Arbeit und verschiedenen Rekognoszierungen ins Randgebiet des Inlandeises so weit, dass der Vormarsch ins Innere beginnen konnte. Die Westgruppe und fünf Grönländer begleiteten uns eine Tagreise weit, Mercanton und Jost mit zwei Grönländern noch einen weiteren Tag.

Grosse Wasserläufe und Spaltensysteme traten uns in den Weg. Am 24. Juni, 40 km vom Rande brach die Kolonne in einen Inlandeissee ein und konnte sich nur mit grösster Schwierigkeit retten.

Am 25. Juni kreuzten wir unter 69° '33′ 40″ N und 49° 12′ 0 W Pearys Route von 1886, am 3. Juli unter 68° 41′ 14″ N und 45° 44.9′ W L. die angebliche Route von Nordenskiölds Lappen. Die letzten Eisschründe trafen wir 120 km von unserm Ausgangspunkt, im Hinterland des Jakobshavner Eisstroms. Während der ersten 400 km blies uns der Wind fast unaufhör-

„Fox" setzt die Expedition beim Eisstrom Ekip Sermia ans Land.

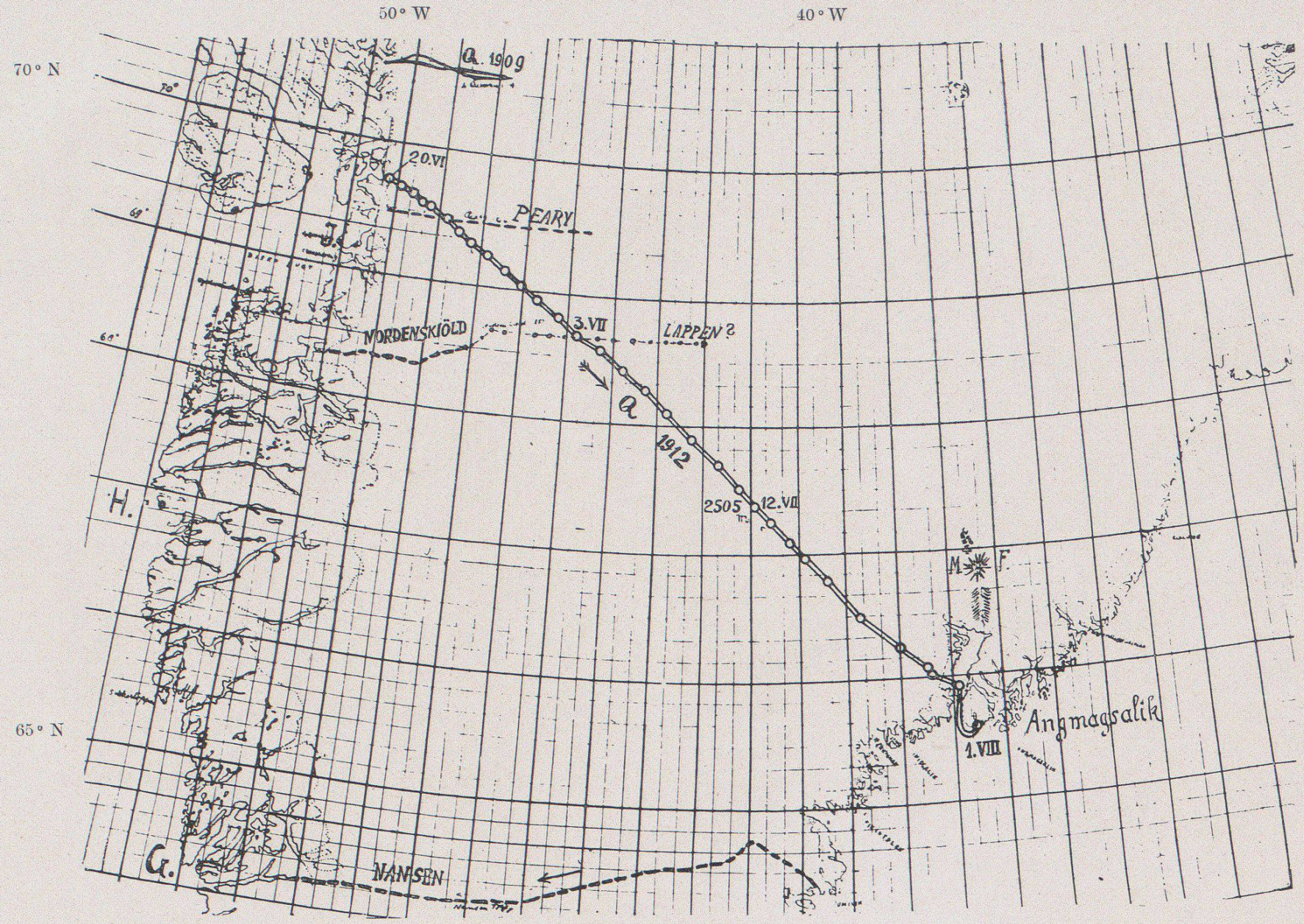
Die Durchquerungs-Kolonne unterwegs.
Im Hintergrund ein Inlandeis-See; am Horizont Westküstenberge.



Inlandeis im Arbeitsgebiet der Westgruppe.

Zeltlager auf dem Inlandeis im Schneesturm

Pilotaufstiege der Ueberwinterungsgruppe an der Küste von Disko.



Durchquerung von Mittelgrönland durch die Schweizerische Expedition 1912.

Definitive Route. Massstab 1 : 7 Millionen (1 mm. = 6,9 km.).

lich entgegen, öfters mit Sturmesstärke; wir hatten beim Vorwärtsgehen bis zu 20 m Wind gegen uns. Ein einziges Mal rasteten wir einen Tag. Dabei erstickte ein Hund in den Schneewehen. Am 13. Juli erreichten wir die grösste Höhe von 2505 m. Nach der grössten Höhe trat Nordwestwind ein, den wir eine Zeitlang zum Segeln brauchen konnten. Am 17. Juli erblickten wir das erste Land der Ost-Küste, einen noch unbekannten Gebirgszug, dessen Gipfel wir nach dem schweizerischen Gletscherforscher Mont Forel nannten. Am 21. Juli erreichten wir den Rand des Inlandeises am Sermilikjord. Da die Karte der Wirklichkeit dort nicht entsprach, mussten wir mehrere Tage nach dem Depot suchen, das nach Verabredung durch Bestyrer Petersen von Angmagssalik angelegt worden war. Am 29. Juli waren wir nach einer gefährlichen Kajakfahrt im Depot angelangt; die Niederlegung von solchen Eingebornenfahrzeugen in diesem Depot hatte sich, wenn man etwa die Erfahrungen der Koch'schen Expedition vergleicht — vorzüglich bewährt. Nach zwei Tagen kamen Eskimos auf dem Fjord des Wegs, mit welchen de *Quervain* am 1. August nach Augmagssalik fuhr. Die Zeit bis zur Ankunft des Eisdampfers «Godthaab», der Angmagssalik einmal im Jahr, Ende August, besucht, benutzten wir zu anthropologischen Sammlungen. —

An der *Westküste* hatte unterdessen Prof. *Mercanton* mit Dr. *Stolberg* und Dr. *Jost* die glaziologischen Messungen in Angriff genommen, und bis Ende August fortgesetzt; das ungewöhnlich schlechte Wetter war dabei recht hindernd gewesen.

Nach der Rückkehr von *Mercanton* nach Europa blieben *Jost* und *Stolberg* während des Winters bis in den Juni 1913 auf der unter Magister Porsilds Leitung stehenden arktischen Station in Godhavn auf Disko, und führten dort die aerologischen Messungen aus.

Jost blieb im Einverständnis mit der arktischen Station noch bis in den September in Grönland, um mit Porsild einige Rekognoszierungsexkursionen durchzuführen.

Ich gehe nun über zu der Besprechung der hauptsächlichen *Arbeiten der Expedition* und ihrer bisher erlangten Resultate.

Diese Arbeiten waren vorwiegend einerseits *meteorologische,* andererseits *morphologische* und *glaziologische.* Dazu kommen *anthropologische* Messungen und Sammlungen.

Zunächst sei die Tätigkeit bis zur Trennung am Inlandeis, und dann die Arbeit der *Durchquerungsgruppe,* der *Westgruppe* und der *Ueberwinterungsgruppe* besonders besprochen.

Die Zeit bis zu unserer Trennung war zwar vor allem den Vorbereitungen gewidmet. Doch begannen wir schon jetzt unsere Arbeit auf den genannten Gebieten.

a) In *morphologischer* Hinsicht sind zu nennen unsere Beobachtungen über die Grönland Aussenküste eigentümlichen Couloirgletscher, die wir bei der Besteigung des Hjortetakken, und später auf der Exkursion in das Gebirgsland von Sukkertoppen machten. Verschiedenes Beobachtungs-Material über erneute Gletscherschwankungen wurde gesammelt. Bei der Besteigung des Skifjelds passierten wir den vierfachen Kranz von Moränen eines Talgletschers; auch sonst konnten wir verschiedentlich den rezenten *Rückzug* von Gletschern feststellen, so auch später *Mercanton* im Blaesedal auf Disko. Bei unserm Aufenthalt im Innern des Fjords von Holstenborg fand ich Spuren für eine starke Schwankung der Gletscher, in einem Interglazial (bezw. Interstadial)-profil, (bisher erst das *zweite* aus Grönland bekannte), dessen Alter durch die gesammelten Fossilien bestimmbar sein wird. — Auf der Reise bis zum Ausgangspunkt wurden zahlreiche Eisberghöhen gemessen, bis zu 60 m für solche mit ungestörter Lagerung (was also zu einer Gesamtdicke von mindestens 420 m führt.)

Was die *Meteorologie* betrifft, waren die gewöhnlichen Messungen schon während der Ueberfahrt ausgeführt worden, ebenso wie Messungen des Salzgehaltes des Meeres, die gegenwärtig vom Institut für Meereskunde in Berlin bearbeitet werden. In Holstensborg wurden die ersten Drachen- und Fesselaufstiege gemacht, und die Pilotaufstiege begonnen. — Charakteristisch für die *meteorologischen* Verhältnisse dieser Küste ist das häufige Vorhandensein eines Südostwindes, der

von den Pilotballons meist in einigen hundert Metern höher angetroffen wird. Während diese Strömung anhält, ist der Luftdruck gewöhnlich in langsamem Sinken, und so lang er sinkt, bleibt das Wetter heiter. Ebenso plötzlich wie der Luftdruck steigt, setzt dann an der Küste Nordwestwind und Nebel ein.

Die Fesselballonaufstiege ergeben nun das interessante Resultat, dass jene obere Südostströmung alle Eigenschaften eines *Föhnwindes* hat, der vom Inlandeis herab kommt. Solcher Föhn war an der Küste selbst bisher eigentlich nur von der nördlichen Station Jakobshavn bekannt, wo die Küstenberge eine gewaltige Bresche aufwiesen. Nun ergibt sich also aus unsern Messungen, dass dieser selbe Föhn längs der *ganzen* Westküste weht, aber meistens nicht bis zum Boden herabsteigend. Während des schon erwähnten Aufenthalts in Sarfanguak und auch später in Holstensborg hat Dr. *Hæssli* anthropologische Messungen, namentlich Fussabdrücke gemacht, ebenso zahlreiche Haarproben gesammelt, die ein besonderes Interesse besitzen, nachdem wir schon 1909 gefunden hatten, dass die Grönländer das dunkelste bekannte Haar besitzen.

Hier will ich die medizinischen Erfahrungen von Dr *Hæssli* nicht unerwähnt lassen; sie bezogen sich vor allem auf das Auftreten der Lungentuberkulose, die bekanntlich unter den Grönländern sehr verbreitet ist, aber in ihren Symptomen und ihrem Verlauf sehr auffallende Abweichungen von dem europäischen Krankheitsbild zeigt. All' seine Bemühungen um die Erlaubnis zur Sektion in einigen Todesfällen waren leider vergeblich. Dagegen gelang die Erwerbung eines Foetus, der allerdings, unter dem Namen Eduard, das Sorgenkind der Expedition blieb, bis er in der Sammlung von Lausanne vorläufig zur Ruhe gekommen ist.

Ich gehe nun über zu den Arbeiten der Durchquerungs- oder der *Ostgruppe.* Ihre grosse Aufgabe war die Festlegung eines *neuen* Profils quer durch Grönland über das Inlandeis, und die Ausführung meteorologischer Beobachtungen längs desselben.

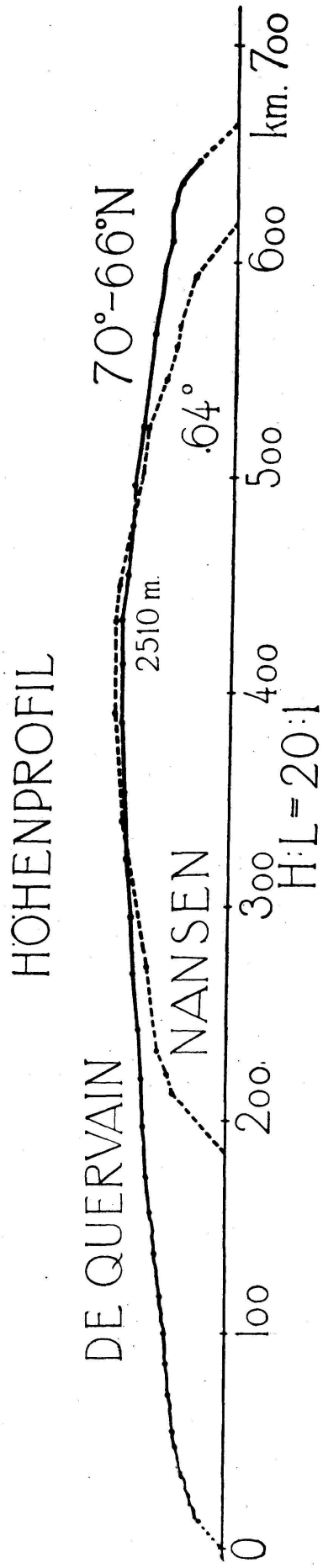
Will man den Wert eines neuen Inlandeisprofils würdigen, so

muss man sich vergegenwärtigen, welches *Interesse* einerseits die Inlandeisbildung besitzt, und wie wenig andererseits genaue Angaben darüber vorliegen.

Wo man auch in Grönland von der Küste gegen das Innere vorwärts ging, stiess man auf eine Eisflut. Und man musste sich fragen: Ist es möglich, dass das ganze Innere eines Kontinents völlig unter Eis begraben sei; und im Gedanken an die Inlandeismassen des Diluviums, deren mächtige Spuren aus Nordamerika, aus Skandinavien und Norddeutschland und auch, in etwas anderer Form, aus dem Alpenvorland bekannt sind, musste die Frage nach der Beschaffenheit und nach den Existenzbedingungen einer *aktuellen* Inlandeismasse jeden weitern Versuch zur besseren Beantwortung rechtfertigen. Ein grosses Inlandeis ist aber auf der nördlichen Hemisphäre nur in *Grönland* vorhanden.

Kenntnis von seiner Oberflächenbeschaffenheit besassen wir bisher aus einem Vorstoss mit Nordenskiold im Jahr 1883, der selbst 100 km weit kam, dessen Lappen aber bis in die Mitte Grönlands vorgedrungen zu sein behaupteten; ferner von einem flüchtigen Vorstoss von Peary 1886, ebenso wie von seinen grossen Schlittenreisen im Norden 1892—95, deren Profile aber nicht bekannt geworden sind. So besitzen wir also als vollständiges Profil bisher nur das der ersten vollständigen Durchquerung von Nansen 1888. Dies Profil hatte die *unerwartet* grosse Höhe von 2700 m und eine merkwürdige *regelmässige* Gestalt der Oberfläche ergeben. Nansen wies daraufhin, dass die Oberflächenwölbung und die Höhe des Inlandeises umsomehr nach Norden abzunehmen scheine, als das Land breiter werde. Er nahm für das Eis selbst Dicken von ca. 1600 m an. Denn nur eine ausserordentlich dicke Eisschicht konnte sich in ihrer Oberflächengestalt so unabhängig von ihrem Untergrund machen, wie es hier der Fall zu sein schien.

Nach 25 jähriger Pause hat sich nun in die Aufgabe, die Oberfläche des Inlandeises in seinem grössten noch unerforschtem Gebiet zu untersuchen, *unsere* Expedition geteilt mit der Koch'schen Expedition, die in diesem Jahr Nord-Grönland



durchquert hat. Unser Profil liegt nun ziemlich definitiv berechnet vor. Seine Ordinaten gründen sich auf *Siedepunktsbestimmungen,* die Abszissen auf astronomische *Längen* und *Breitebestimmungen* an fast allen Zeltplätzen und Distanzmessungen mit dem Messrad.

Die *Siedepunktsbestimmungen* sind bekanntlich unvergleichlich viel zuverlässiger als Luftdruckmessungen mit Aneroiden. Die absolute Genauigkeit solcher Hypsometermessungen beträgt 0,1 mm Quecksilber. Ich habe sie an allen Zeltplätzen ausgeführt, und die Aneroide nur zu Zwischenablesungen benützt. Der Wert noch so genauer Luftdruckbestimmungen unterwegs wird nun um so fraglicher, je weiter die Basisstationen entfernt sind, auf welche man die Messungen reduzieren muss. Im Fall unseres Profils war es nun sehr glücklich, dass nicht weit von seinen beiden Endpunkten die Stationen Jakobshavn und Angmagssalik liegen, die gleichzeitig mit uns beobachteten, und deren Barometer-Korrektion ich ebenfalls mit Hilfe des Hypsometers bestimmt habe. Unser Profil wird dementsprechend genauer sein können als jedes andere.

Was die *astronomischen Ortsbestimmungen* betrifft, sind unsere Breiten auf 5″—10″, d. h. auf 200—300^{m} genau, die Längen auf 2—3 Zeitsekunden. Die grosse Genauigkeit auch der Längen verdanken wir zum Teil der vorzüglichen Qualität unserer Chronometer Ditisheim und Nardin.

Unser Profil besitzt also auch in dieser Hinsicht die grösste mögliche Genauigkeit. Nach dem Gesagten wird es vor allem interessant sein, dasselbe mit demjenigen von

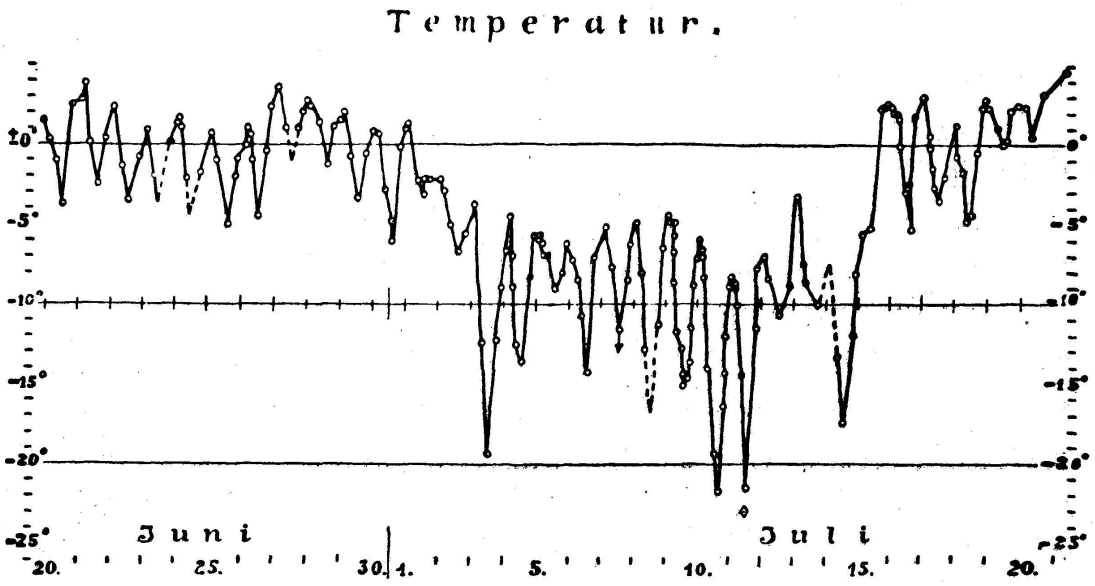
Nansen zu *vergleichen.* Da wird vor allem bestätigt die Tatsache der völligen Eisbedeckung des Jnnern, und die verhältnismässig regelmässige Gestaltung der Inland eisoberfläche. Auffallend ist, dass wir den höchsten Punkt nicht in der Mitte, sondern wie Nansen nach Osten verschoben gefunden haben, und zwar noch wesentlich mehr als bei Nansen, nämlich erst nach $^2/_3$ des Wegs.

Ebenso fällt auf, dass unser Profil, obschon eineinhalb mal länger als das Nansens, um 200 m an Höhe unter diesem zurückbleibt. Dagegen haben wir an der Ostküste, etwa 100 km weiter nach Westen, als dem Inlandeisrand der bisherigen Karte entspricht, einen unbekannten Gebirgszug festgestellt, dessen höchster Gipfel, der Mont Forel, mit 2760 m die grösste Höhe des Inlandeises noch überragt. Diese Tatsache, zusammengehalten mit der Verschiebung der grössten Inlandeiserhebung nach Osten lassen es wenig wahrscheinlich erscheinen, dass das Inlandeis in seiner Oberflächengestaltung so unabhängig vom Untergrund sei.

Unsere Feststellung, dass unser Profil um 200 m niedriger sei, als dasjenige von Nansen, darf nicht zum Schluss führen, dass die Höhen des Inlandeises überhaupt nach Norden zu abnehmen; schon unsere Theodolit-Messungen hatten ein erneutes Ansteigen nach Norden und Nordosten bewiesen, und ich hatte darauf meine schon im ersten Expeditionsbericht von Island aus gemachte Annahme vom Vorhandensein *zweier* Hauptvereisungszentren Grönlands gegründet, das eine südlich, das andere nördlich von unserer Route. Diese Annahme findet nun ihre Bestätigung in dem uns seitens der soeben zurückgekehrten Koch'schen Expedition gemachten Mitteilungen; denn diese nördliche Durchquerung hat wiederum Höhen zwischen 2500 und 3000 m gefunden. Die Oberfläche des Inlandeises ist also stärker modelliert und weniger schematisch auf die Breitenerstreckung des Landes eingestellt, als man nach dem Nansen'schen Profil zunächst annehmen musste. Unser Profil lässt bei aller Regelmässigkeit der Hauptform doch einige besondere *Einzelheiten* erkennen. Zunächst kommen auf der Westseite die Eisstufen zum Aus-

druck, die charakteristisch für das Inlandeis sind. Dann tritt weiter eine Stufe grösserer Ordnung hervor, die zwei flache Gebiete trennt, und endlich ist auch auf dem Ost-Abhang ein deutlicher Gefällsbruch zu verkennen; alles Tatsachen, die für eine nicht allzu grosse Eisdicke sprechen.

Zur Vertiefung unserer topographischen Messungen wurde an jedem Zeltplatz mit dem Theodolit eine *Horizontaufnahme* gemacht. Diejenige, welche die ersten Gebirge der Ostküste enthält, haben Sie hier vergrössert vor sich. Von besonderem Interesse dürften auch zwei photographische Panoramen sein, die das unbekannte Gebiet am Sermilikfjord der Ostküste



zeigen. Dies Gebiet haben wir noch möglichst topographisch skizziert.— Ich gehe nun über zu einigen Messungen, deren Ergebnisse ich später noch an projizierten Diagrammen erläutern werde.

Während der Dauer der Durchquerung haben wir zunächst regelmässige Bestimmungen der *magnetischen Deklination* ausgeführt. Dieselbe nimmt natürlich von W nach E sehr stark ab (von 62.°6 auf 43.0). Sie zeigte aber im Gang der Abnahme starke Unregelmässigkeiten, die auf die Anwesenheit von Basaltmassen unter dem Eis zurückzuführen sind.

Unter den meteorologischen Beobachtungen werden die *Temperaturmessungen* und die *Windmessungen* besonderes In-

teresse beanspruchen, weil sie zum ersten Mal das eigentliche Sommerklima des grönländischen Inlandeises in seinem Innern wiedergeben. Ueberblickt man den Verlauf der Temperatur während der Durchquerung, so fällt zunächst auf, dass zwei Gebiete deutlich hervortreten: die beiden Randzonen, mit verhältnissmässig geringern Temperaturschwankungen und höheren Temperaturen, und das Zentralgebiet mit sehr starken Tages-Amplituden und verhältnismässig tiefen Mittel-Temperaturen. Die starke Abkühlung der Hochflächen des Innern auch im arktischen Sommer ist eine Tatsache, die durchaus zusammenstimmt mit den von uns festgestellten Windverhältnissen, nämlich einem fast ununterbrochen aus dem Innern abfliessenden Südostwind auf der Westseite, und einem Nordwestwind auf der Ostseite. Ein einziges Mal wurde eine Winddrehung von SW über S nach W beobachtet, welche bewies, dass ein Minimum im Norden vorbeizog.

Wechselnde Winde wies nur eine verhältnismässig wenig ausgedehnte Zone des Innern auf. Wind*stillen* wurden unter ca. 130 Beobachtungen nur 4 mal notiert; öfters überschritt die Windstärke 10 m, und erreichte in einem Fall 20 m. Auffallend ist die grosse Regelmässigkeit der Windströmung; anemometrische Werte, die während weniger Minuten gemessen sind und solche, die einen Mittelwert der betreffenden Stunde darstellen, haben bis auf wenige Prozente denselben Betrag.

Wichtig sind ferner die Messungen über die Höhe der *letztjährigen Schneeschicht,* da sie zum ersten Mal einen Wert für den Niederschlag des Inlandeises geben. Wir fanden Beträge, die, in Wasser umgerechnet, im Mittel ca. 40 cm ergaben, zwischen 26 und 50 cm schwanken; also recht geringe Beträge, die ungefähr denen an der Küste entsprechen. Regelmässig wurde die durchschnittliche tägliche Activität nach dem Steenstrups'chen Verfahren gemessen; es ergaben sich wesentlich kleinere Werte als 1909. Einige speziell von Herrn *Gaule* vorgenommene Zerstreuungsmessungen gaben sehr hohe Beträge, ähnlich wie sie auf Bergspitzen gefunden werden.

Schliesslich seien noch die Arbeiten in *Angmagssalik* er-

wähnt. Zunächst machten wir auch dort eine grosse Anzahl von Fussabdrücken. Da die Osteskimos eine reine Rasse darstellen, suchten wir auch anthropologisches Material aus Gräbern zu sammeln, was uns in sehr befriedigendem Masse gelang. Unsere Sammlung von 36 Schädeln wird gegenwärtig von Dr. *Hœssli* am anthropol. Institut in Zürich bearbeitet, und diese Serie dürfte gegenüber den bisher veröffentlichten genauere und bestimmtere Resultate ergeben, die als Standardergebnise werden betrachtet werden können.

Ich gehe über zu den Arbeiten der *Westgruppe*. Sie führten zunächst die meteorologischen Beobachtungen durch, parallel zu denjenigen der Durchquerungsgruppe. Ferner machten sie eine topographische Aufnahme zur Verlängerung unseres Durchquerungsprofils bis zum Meer und ein Stück inlandeiseinwärts. Ihre Hauptaufgabe waren aber glaziologische Messungen nach dem von Prof. *Mercanton* aufgestellten Programm und unter seiner Leitung. Diese Arbeiten bezogen sich im wesentlichen auf vier Gebiete. Zunächst handelte es sich darum, die Bewegung in einem Randprofil des Inlandeises zu messen, das nicht einem Eisstrom entspricht, sondern einem scheinbar passiv an die Randfelsen grenzenden Gebiet. Hierüber war bisher nichts bekannt. Eine entsprechende Triangulation wurde 2 km eiseinwärts vorgeschoben. Eine *zweite* Serie von Messungen betraf einen aktiven Ausläufer des Inlandeises südlich von unserem Ausgangspunkt, an welchem die Anzeichen eines ganz rezenten Vorstosses festgestellt wurden; eine dritte Serie, die Geschwindigkeitsmessungen am gewaltigen Eisstrom Ekip Sermia und die Aufnahmen von dessen 6 km langer Front. Schliesslich war ein Hauptziel die Erreichung eines 25 km weit in höchst zerrissenem Eis liegenden Nunataks, der die Bewegung des Eises staute wie ein Brückenpfeiler das Wasser. Die Bewegungsmessungen des Eises hätten dort ein ausserordentliches Interesse gehabt. Die Zerstörung eines Depots durch einen ausbrechenden Inlandeis-See machte die Erreichung dieses Ziels unmöglich, trotzdem die Mitglieder der Westgruppe und namentlich *Mercanton* und *Jost* ihr Leben wiederholt dafür aufs Spiel gesetzt haben.

Es sei nun noch die Rede von den Arbeiten der *Ueberwinterungsgruppe,* bestehend aus Dr. *Jost* und *Stolberg*. Auf ihren Programmen standen aerologische Messungen: Drachenaufstiege, Fesselballonaufstiege und als Wichtigstes Pilotballonanvisierungen. Die Drachenaufstiege wurden durch die hohen Felswände des Diskoinsel sehr gestört. Dafür gelang eine Reihe von Fesselaufstiegen bei interessanten Wintersituationen und ihre Bearbeitung wartet auf den noch nicht zurückgekehrten Dr. *Jost*. Sehr gut gelungen sind die Pilotanvisierungen; die ganze Serie umfasst 120 Aufstiege, von denen einige 20 km Höhe, einer vielleicht noch weit mehr erreichte.

Um das Interesse solcher Aufstiege in polaren Breiten zu verstehen, muss man daran erinnern, dass die Polargebiete in der Theorie der allgemeinen atmosphärischen Circulation eine grosse Rolle spielen. Die Theorie verlangt für diese Zone das Vorherrschen starker Westwinde. Solche finden sich auch in der südpolaren Zone, ganz so, wie es die Theorie verlangt, ausgebildet. Man nennt sie in ihrer Gesamtheit den Polarwirbel. Ein analoger Polarwirbel wird auch für die Arktis postuliert. Da die Beobachtungen am Erdboden aber für den atlantischen und stillen Ozean gänzlich getrennte Windsysteme ergaben, half man sich mit der Annahme, dass in den untern Schichten zwar der Wechsel von Land und Meer störend eingreife, dass aber, wenigstens im Winter und in den *obern Schichten* der Polarwirbel auch in der nördlichen Hemisphäre *bestehe.*

Schon unsere Messungsreise Ende des Winters und im Frühjahr 1909, die erste derartige in der Arktis, hatte an dieser Anschauung erheblich zweifeln lassen. Die während des Winters 1912/13 gemachten Aufstiege haben nun die *Bestätigung* dieser Zweifel erbracht. Sie ergeben, dass von einem Vorherrschen der Westwinde selbst in den höhern Schichten keine Rede ist. Im Gegenteil sind Westwinde geradezu die seltensten; an ihrer Stelle dominiert der Südostwind bis in die grössten Höhen. Er ist somit nicht nur als eine lokal und seicht vom Inlandeis abfliessende Strömung zu betrachten, sondern zeigt das Vorhandensein eines den Verlauf eines Po-

larwirbels völlig *unterbrechenden* selbständigen Windsystems westlich des Grönländischen Kontinentes an. Bevor weitere Schlüsse gezogen werden können, müssen die Resultate der Beobachtungen abgewartet werden, welche zum Teil auf unser Betreiben, gleichzeitig auf Spitzbergen und Island ausgeführt worden sind. Unsere Initiative hat aber auch schon das erfreuliche Resultat gezeitigt, beizutragen, dass nun ein systematischer Beobachtungsdienst mit Pilotballons in Grönland in Aussicht genommen ist, zusammen mit andern Polarstationen.

Verehrte Anwesende! Ich bin am Schluss meiner Ausführungen angelangt. Mögen dieselben den Eindruck erweckt haben, dass die schweizerische Naturforschende Gesellschaft, die unserem Unternehmen zu Gevatter gestanden ist, sich wegen dieses Patenkindes nicht zu genieren braucht.

Une orientation de la Chimie analytique

par

PAUL DUTOIT

Celui qui aborde l'étude de la chimie considère volontiers l'analyse — avec ses prescriptions minutieuses, ses recettes et ses manipulations — comme un art indispensable, mais de second ordre. L'esprit devant lequel se découvre le monde de la chimie s'enthousiasmera pour la belle ordonnance et l'apparente simplicité de l'organique, pour l'infinie variété de l'inorganique ou pour les généralisations de la physico-chimie; il sera rarement séduit d'emblée par l'analyse qualitative et quantitative.

Cette impression du début ne persiste guère. Il ne faut pas une culture bien forte pour concevoir que l'analyse est encore la base la plus solide de la chimie; qu'elle fut le commencement, comme elle sera la fin lointaine, de toutes les parties de cette science.

Mais ce n'est qu'à la maturité que l'on se prend à aimer l'analyse pour cela même qui vous rebutait au moment de l'initiation. Ces instructions méticuleuses et strictes — chauffez à ébullition, ajoutez le réactif goutte à goutte, laissez reposer six heures, filtrez..., que sais-je encore — qui reviennent à chaque page des milliers de volumes d'analyse; ces prescriptions, ces règles, ces méthodes représentent une somme colossale d'observations. C'est la mine inépuisable où les théories

[1] Conférence donnée à la réunion annuelle de la Société helvétique des sciences naturelles, à Frauenfeld, le 10 septembre 1913.

s'alimentent. C'est aussi le bréviaire du chimiste; livre touffu qu'il faut lire *cum grano salis,* car à consulter les tradiments de l'analyse on trouve toujours matière à réflexion.

Si l'angle sous lequel le chimiste considère cette discipline varie avec les années, l'appréciation des progrès qu'elle fait sera bien différente d'un esprit à un autre.

On pourrait regarder les choses de haut et chercher à surprendre la chimie de demain — celle de la matière vivante — d'après les tâtonnements d'aujourd'hui. Il n'est pas douteux que si l'étude des grosses molécules avance lentement, c'est que nos procédés d'analyse, créés pour les petites molécules, sont incapables de permettre la spécification et la séparation de corps à gros poids moléculaires, même de composition chimique simple, comme l'amidon et les dextrines. Lorsqu'il s'agit de substances telles les ferments, toxines, antitoxines, précipitines, agglutinines et autres individus dont l'existence est déjà, à elle seule, problématique, c'est tout une nouvelle chimie analytique qui a dû se créer et qui est en formation. Elle s'appuie sur les théories physiques de l'électrisation de contact, sur des réactions physico-chimiques, mal définies et souvent capricieuses, et surtout sur des réactions biologiques autrement plus sensibles que les précédentes. A bien des points de vue, l'on pourrait considérer l'introduction des méthodes biologiques comme la plus importante des conquêtes récentes de l'analyse chimique.

Mais, on pourrait aussi voir le fait dominant dans un tout autre ordre d'idées : la connaissance des bases théoriques des réactions utilisées en gravimétrie. Ces réactions : précipitations, dissolutions, oxydations, décompositions par la chaleur, etc., s'effectuent suivant un processus et avec une vitesse qui sont maintenant connus; on sait les accélérer ou les ralentir par catalyse, comme on sait modifier l'équilibre final auquel elles aboutissent en agissant sur la température, la pression ou les masses réagissantes.

La théorie de la dissociation électrolytique ramène aux mêmes causes des phénomènes bien différents en apparence : l'influence des sels étrangers sur la solubilité d'un précipité, la

répartition d'un acide entre plusieurs bases, le virage des indicateurs colorés, pour ne citer que ceux-ci.

Les précipités qui « filtrent trouble » et les entraînements par les précipités, ces deux écueils de la gravimétrie, sont dûs à des phénomènes électriques que l'on commence à connaître et peuvent être souvent évités en modifiant la tension superficielle ou la charge des particules du précipité, suivant une loi à peu près établie. La formation de sels basiques, l'hydrolyse, les solutions solides — autres écueils — sont devenues familières et la théorie des complexes métalliques a jeté une vive clarté dans un des domaines les plus compliqués de l'analyse chimique, celui des solubilisations.

Bref, il s'est constitué, depuis une vingtaine d'années, sous l'influence des physico-chimistes et en premier lieu d'Ostwald, une chimie analytique théorique qui a singulièrement facilité la tâche des débutants. Là où l'on ne voyait que recettes et cas particuliers, on trouve quelques idées directrices, utiles au praticien, quand ce ne serait qu'à titre de procédé mnémotechnique.

On peut prévoir que la collaboration fructueuse de la chimie analytique et de la physico-chimie ne s'arrêtera pas là : l'une fournissant des faits sans cesse renouvelés et l'autre cherchant à les grouper en corps de doctrine. L'historien qui, plus tard, retracera les étapes successives de l'analyse chimique, considérera peut-être ce systèmisme de la fin du XIXe siècle comme une dominante de notre époque.

Le praticien, lui, sera tenté d'insister sur les progrès de la technique, dûs principalement au perfectionnement des appareils et à la production des hautes températures du four électrique et des basses températures de l'air liquide.

La science pure comme l'industrie ont profité de cette technique analytique nouvelle qui sépare par distillation fractionnée des gaz, réputés permanents il y a dix ans, et brûle de grandes masses de métaux aussi facilement que s'il s'agissait de charbon.

Ces perfectionnements ont du reste touché à tous les domaines de la chimie analytique, à l'électroanalyse, modifiée par l'introduction de cathodes et d'anodes rotatives, comme à l'analyse volumétrique des gaz.

Si l'on cherche enfin à apprécier les conquêtes modernes de l'analyse en parcourant la littérature scientifique de ces dernières décades, on constatera que sur plusieurs milliers de travaux originaux il en est bien peu qui soient orientés dans une des directions déjà citées. La grande majorité est consacrée à des recherches expérimentales, destinées à compléter l'édifice de l'analyse minérale classique.

Les principes de celles-ci sont, comme chacun le sait, de caractériser les éléments ou les principaux radicaux chimiques par des réactions spécifiques.

En gravimétrie, on isole l'élément ou le radical, ainsi spécifié, dans une combinaison, de composition constante et connue, qui est pesée. Les caractères analytiques étant généralement des combinaisons insolubles dans l'eau ou l'alcool, ou bien stables à haute température, ou encore volatiles dans certaines conditions, il conviendra de déterminer pour chaque précipité — et ils sont légion — sa composition constante ou non, sa solubilité à différentes températures et dans différentes conditions de milieu, l'influence des substances étrangères sur cette solubilité, l'entraînement d'impuretés lors de la précipitation, etc.

En électro-analyse, il a fallu de même déterminer pour chaque corps les conditions de milieu, de température, d'agitation, de densité de courant les plus favorables à un bon dépôt métallique ou à une réaction intégrale.

En volumétrie, où l'on ne pèse pas la combinaison caractéristique de l'élément à doser, mais où l'on détermine la quantité de réactif nécessaire pour parfaire la réaction, il a fallu multiplier les recherches sur les indicateurs de fin de réaction, leur sensibilité, les erreurs qu'ils peuvent provoquer.

Ces trois branches principales de la quantitative : l'analyse pondérale par précipitation, l'électroanalyse et la volumétrie sont en principe identiques à ce qu'elles étaient il y a cinquante ans; elles se sont seulement accrues d'une quantité de caractères analytiques nouveaux, déterminés avec une précision toujours plus grande. Il y a eu, dans cette direction, un travail

dont on ne saurait assez apprécier l'importance et qui est peut-être la conquête la plus positive de l'analyse moderne.

Il me serait facile, Messieurs, de multiplier les différents aspects de cette science, attrayante pour les adeptes et rebutante pour les profanes, mais j'ai hâte de sortir des généralités et d'aborder, avec plus de souci du détail, un chapitre tout au moins. C'est d'une orientation de la chimie analytique vers les méthodes physiques dont je voudrais vous entretenir. Je crois que cette orientation est caractéristique et qu'elle entraînera toute l'analyse dans une voie nouvelle.

Il s'agit, en somme, de remplacer la pesée, opération qui n'est pas longue en elle-même, mais qui exige beaucoup de manipulations préalables — filtrations, calcinations, centrifugations, etc., — donc beaucoup de métier, par la détermination d'une constante physique, effectuée directement sur la substance à analyser et dont la grandeur fournira le résultat quantitatif cherché. Ou bien, encore, de remplacer les indicateurs colorés, utilisés en volumétrie, par des indicateurs « physiques », c'est-à-dire de nouveau par la détermination d'une constante.

* * *

Un individu chimique n'est pas caractérisé par les seules réactions chimiques dans lesquelles il intervient, mais, à un même degré, par toutes ses propriétés physiques : forme cristalline, couleur, point de fusion, densité, tension de vapeur et tension superficielle, viscosité, compressibilité, refrangibilité, conductibilité thermique et électrique, pouvoir rotataire, etc., etc.

Ces proprietés peuvent être nettement spécifiques, comme le sont par exemple les radiations émises par les corps radioactifs, la phosphorescence ou les spectres d'émission et d'absorption. La chimie analytique s'en est alors de suite emparée.

Est-il besoin de rappeler ici le rôle considérable que joue l'analyse spectrale; son importance capitale en ce qui concerne la recherche de nouveaux éléments; sa sensibilité qui lui permet de déceler des traces de métal, là où toutes les autres mé-

thodes analytiques sont en défaut. Faut-il rappeler aussi que les spectres d'absorption de certains éléments, didyme ou samarium, par exemple, sont déjà perceptibles pour des centièmes de milligramme de substance et qu'un grand nombre de combinaisons organiques (matières colorantes) et inorganiques (sels colorés) sont identifiées par leur spectre d'un seul coup d'œil.

On sait aussi que plusieurs radicaux acides — nitrates, sels organiques, etc., — ont un spectre caractéristique dans l'infra rouge; que les sels de certains métaux se colorent à basse température sous l'action des rayons Rœntgen ou d'autres radiations, etc. Mais le nombre des propriétés physiques — atomiques ou moléculaires — nettement spécifiques n'est pas considérable. Par contre, plusieurs constantes physiques, sans être aussi reconnaissables, sont cependant influencées d'une manière très sensible par quelques éléments et radicaux chimiques ou par certaines formes de groupements atomiques dans la molécule organique.

La chimie analytique n'a retenu, d'abord, de toutes ces propriétés, que les spectres, à cause de leur extrême singularité et de la facilité avec laquelle on les détermine. Cependant, chaque constante physique — et l'on sait combien elles sont nombreuses — est susceptible de fournir un élément d'appréciation analytique, d'après le principe de l'identification par un nombre de coïncidences suffisant.

Choisissons, à titre d'exemple, la propriété qu'ont certains liquides de dévier le plan de polarisation de la lumière : le pouvoir rotatoire. C'est une propriété relativement peu répandue, qu'un faible pour mille de composés chimiques sont seuls à posséder, et parmi ceux-ci les essences.

Les chimistes qui ont fixé les propriétés chimiques et physico-chimiques de l'essence d'oranges ont constaté que cette substance a un pouvoir rotatoire, dextrogyre, de 90°. Et-ce à dire que tout liquide qui dévie le plan de polarisation à droite, du même nombre de degrés, soit de l'essence d'oranges ? Evidemment pas, et l'on pourrait réaliser un nombre indéfini de systèmes ayant un pouvoir rotatoire de 90°.

Mais l'essence d'oranges pure a une densité et un indice de réfraction déterminés. Si le liquide en analyse possède non seulement le même pouvoir rotatoire, mais encore le même indice de réfraction et la même densité, la probabilité qu'il soit de l'essence d'oranges a beaucoup augmenté.

D'une manière générale, la probabilité que deux systèmes, chimiquement différents, possèdent n propriétés physiques identiques en grandeur est d'autant plus faible que n est grand. En choisissant avec perspicacité les propriétés physiques qui servent à ces comparaisons, on se contentera généralement de deux ou trois coïncidences.

Le procédé est ici semblable à celui que le photographe utilise pour identifier deux empreintes digitales. La certitude n'est mathématique ni dans un cas ni dans l'autre, mais les chances d'erreurs peuvent être rendues infiniment faibles.

On conçoit, à première vue, que cette méthode n'est pas susceptible, sans autre, de généralisation. Elle ne peut qu'identifier deux individus ou deux systèmes chimiques. Or, si le nombre des individus chimiques — corps purs — est limité, le nombre des systèmes chimiques est indéfini.

Au début, les essences et les huiles relevaient seules de ce procédé d'analyse; depuis, les applications se sont multipliées, surtout en technologie et dans le domaine des denrées alimentaires. On s'est rendu compte que beaucoup de systèmes chimiques ne pouvaient — de par leur origine — contenir qu'un nombre limité de constituants.

Ainsi la métallographie, cette brillante conquête de l'analyse moderne, repose tout entière sur le fait qu'un alliage métallique renferme quelques combinaisons définies seulement et toujours les mêmes.

La surface polie d'un morceau d'acier, attaquée par un réactif doux, puis examinée au microscope, laisse voir des cristaux de couleur, de forme et de système cristallin différents. On peut identifier ces cristaux avec le petit nombre de combinaisons définies que le fer et le carbone (éventuellement souillés par P, Si, Mn) sont susceptibles de former. Suivant que l'on voit sur la surface polie, de la ferrite, de l'osmondite,

de la cémentite, de la perlite, etc., et suivant les proportions de ces cristaux, on déduira la composition de l'acier et sa préhistoire. Pour cette analyse, deux propriétés physiques : couleur et forme cristalline ont suffi, car le nombre des individus chimiques à identifier était limité.

* * *

Les relations stoechiométriques, établies par la physicochimie, ont permis à l'analyse par identification physique de faire un nouveau pas en avant.

On sait que les caractères d'une substance pure dépendent du poids moléculaire, de la composition et de la constitution de cette substance. Ces relations sont assez bien précisées — en ce qui concerne quelques constantes physiques tout au moins — pour être exprimées numériquement sous forme d'équation reliant deux ou plusieurs variables. Il y a eu, dans cette direction, un effort considérable pendant la seconde moitié du XIXe siècle; le chimiste étant guidé dans certains cas par les grandes théories de la physique mathématique, tandis que dans d'autres cas il se bornait à établir sa loi par des comparaisons nombreuses, c'est-à-dire par voie expérimentale ou empirique.

L'étude de la stoechiométrie — c'est le nom par lequel on désigne cette partie de la chimie — s'était ralentie dans ces derniers vingt ans, mais reprend de l'actualité sous l'influence du superbe développement de la physique.

On connaît des relations numériques assez précises entre la densité, la tension superficielle, l'indice de réfraction, la dispersion, etc., et la constitution chimique. D'autres relations, moins exactement formulées, mais connues cependant dans leurs grandes lignes, existent entre la viscosité, la constante diélectrique, le pouvoir rotatoire magnétique, la compressibilité, etc., et les caractères chimiques des liquides.

La chimie analytique s'est emparée de quelques-unes de ces relations, car chaque équation diminue d'au moins une unité le nombre des constantes physiques nécessaires à une identification.

On pourrait même concevoir une analyse quantitative rigoureuse, basée sur la connaissance d'autant de constantes physiques et d'équations stoechiométriques que la substance à analyser contiendrait d'éléments ou de groupements caractéristiques différents.

Parmi les résultats pratiques les plus importants, obtenus dans cette direction, il faut citer en premier lieu la détermination des poids atomiques à partir des densités de gaz. Chacun sait avec quelle précision ces déterminations indirectes ont été effectuées, au laboratoire de Genève, et que la méthode physico-chimique s'est révélée supérieure aux meilleures méthodes gravimétriques.

Les analyses indirectes, à partir des constantes optiques (réfraction et dispersion), sont également entrées, depuis trente ans, dans la pratique des laboratoires de chimie organique.

Mais il faut bien remarquer que, jusqu'à présent, ces méthodes stoechiométriques ne s'appliquent qu'aux corps purs — c'est-à-dire à une infime minorité des systèmes soumis à l'analyse — et que leur principal intérêt n'est pas d'ordre analytique. Elles sont plus utiles comme moyen de vérification de la pureté ou de la constitution d'individus chimiques que comme procédé d'analyse courante.

* * *

Une autre utilisation des propriétés physiques, beaucoup plus générale, consiste à combiner une réaction chimique, spécifique de l'élément que l'on cherche à doser, avec la détermination d'une constante.

En voici trois exemples très différents :

Un liquide contient, à côté de plusieurs substances sans action sur la lumière polarisée, deux corps optiquement actifs — de l'albumine et du glucose. On coagulera l'albumine par un réactif approprié, sans action sur le glucose, et on déterminera le pouvoir rotatoire : ce sera celui du glucose. La différence du pouvoir rotatoire avant et après la coagulation donne l'albumine.

Autre exemple : L'analyse quantitative d'une solution contenant, entre autres, des traces de sulfates, a montré que ces sels sont les seuls qui réagissent avec le chlorure de baryum. L'addition de $BaCl^2$ provoquera un trouble, soit une suspension de $BaSO^4$ pur. Au lieu de filtrer, puis de peser, on pourra noter une propriété de la solution qui soit fonction de la quantité du précipité en suspension. L'opacité, par exemple. De fait, un instrument, le néphélomètre, a été créé pour comparer l'opacité de deux suspensions, comme le colorimètre sert à comparer l'intensité de couleur.

En graduant le néphélomètre, pour chaque espèce de suspension, l'appareil se prête à la détermination quantitative de traces de tous les précépités caractéristiques de la gravimétrie. La méthode semble plus exacte que l'analyse par pesée lorsqu'il s'agit du dosage de quantités très petites.

Encore un dernier exemple : Les mêmes précipités que l'on évalue quantitativement, au moyen du néphélomètre, lorsqu'ils existent à l'état de traces, peuvent être dosés par une autre propriété physique lorsqu'ils sont abondants.

Si l'on prend la densité d'un volume détérminé de solution, avant et après l'introduction du réactif précipitant, on déduira par un calcul très simple le volume du précipité et son poids, à condition de connaître, une fois pour toutes, la densité du solide qui s'est formé. Un artifice permet même de remplacer la détermination de la densité par celle d'une autre propriété plus facile à obtenir avec précision.

Cette méthode, qui serait très générale, s'est malheureusement heurtée à une difficulté imprévue, restreignant son emploi. Les densités de plusieurs précipités ne sont pas des constantes spécifiques mais varient suivant la concentration des solutions réagissantes, la température, etc.

Je pourrais multiplier les exemples d'analyse quantitative effectuées, comme les précédentes, sans peser la combinaison à caractère analytique et sans mesurer le réactif. Il n'y a guère de chimiste, appelé à répéter fréquemment un même dosage, qui n'ait créé, à son usage personnel, un de ces procédés physico-chimique d'analyse. Cependant, malgré les services jour-

naliers que la méthode rend, on ne peut pas dire qu'elle soit générale et susceptible de s'appliquer, comme la gravimétrie, à l'infinie variété des corps soumis à l'analyse.

* * *

Une nouvelle étape est franchie — qui cette fois mène bien près du but — par la volumétrie physico-chimique. Le principe est toujours de combiner les réactions caractéristiques de l'analyse classique avec la détermination d'une propriété physique, mais l'opération devient semblable à celle de la volumétrie ordinaire, car on ajoute un réactif titré, en quantité exactement mesurée, et l'on note la constante après chaque addition. On interprète ensuite l'expérience, soit par le calcul, soit plus simplement par une construction graphique, c'est-à-dire en portant les deux variables (cc. de réactif et valeur numérique de la constante) sur un système d'axes rectangulaires. Les points représentatifs se placent sur des droites ou sur des courbes et l'on note la position des points singuliers, qui tous présentent un intérêt analytique.

On peut dire que la volumétrie physico-chimique est plus ancienne que la volumétrie ordinaire, mais que les applications systématiques de ce principe sont relativement récentes.

Chacun connaît l'expérience classique qui consiste à ajouter du chlorure ferrique, en quantité pesée, à de l'eau et à noter le point de fusion de ces solutions. La courbe représentative (température de fusion en ordonnées et cc. de réactif en abscisse) passe par une série de maxima, et la théorie prévoit que chacun de ces maxima correspond à une combinaison définie entre le $FeCl^3$ et l'eau. Il est certain que ce n'est pas là une opération courante et que le chimiste qui répète cette expérience sur de nouveaux sels ne cherche pas un procédé de dosage, mais veut trouver et définir des combinaisons entre le sel et l'eau.

On sait combien cette méthode s'est répandue — sous le nom d'analyse thermique — et qu'elle a permis d'établir la formule de combinaisons définies dont on ne soupçonnait pas

l'existence. On sait aussi que l'application de l'analyse thermique à l'étude des alliages — en pleine activité maintenant — a seule permis de débrouiller cette partie si importante de la technologie. C'est à bien des titres une des belles conquêtes récentes de l'analyse.

Lorsqu'on remplace la détermination des points de fusion par celle des viscosités, la courbe représentative présente aussi un ou plusieurs points singuliers, s'il y a combinaison entre les deux liquides mis en œuvre. La chimie organique a fait largement usage de ces indicateurs physiques et de plusieurs autres qu'il serait trop long de mentionner.

Enfin, chacun connait le rôle capital que les tensions de vapeur, les solubilités, la conductibilité et le potentiel électrique ont joué dans l'établissement de la formule exacte d'une foule de composés — sels doubles complexes ou combinaisons moléculaires.

Je reviens à l'analyse pure, où les premières applications des « indicateurs physiques » se sont manifestées en électro-analyse. Le potentiel à la cathode indique à tout instant de l'électrolyse quel est le métal en train de se déposer. En arrêtant l'opération à la fin de la précipitation de chaque métal, on réalise des opérations quantitatives avec le potentiel comme indicateur de fin de réaction.

Une autre application, hésitante à ses débuts, mais systémisée depuis quelque six ans, est l'emploi de la conductibilité électrique comme indicateur de fin de réaction. A l'heure actuelle on peut déjà effectuer, par la méthode des conductibilités, plus de la moitié des analyses minérales relevant jusqu'ici de la seule gravimétrie. Dans tous ces cas il y a économie de temps et gain de précision : les principaux avantages de la méthode étant de supprimer le « métier » que des opérations comme les filtrations, dessications, calcinations impliquent et de renseigner exactement sur l'erreur maximum qui entache l'analyse.

Plusieurs laboratoires industriels ont adopté le procédé, et il est à prévoir que celui-ci supplantera peu à peu la gravimétrie, partout où le chimiste doit effectuer un grand nombre

de dosages d'un même élément (analyse des engrais, eaux, vins, etc., contrôle de fabrication). Dans certaines circonstances, l'expérience peut être ramenée à deux déterminations de la conductibilité électrique, l'une avant et l'autre après l'addition d'un excès de réactif titré.

Une autre propriété physique, le potentiel électrique, est susceptible de remplacer les conductibilités comme indicateur de fin de réaction. Quelques essais isolés, entrepris il y a une vingtaine d'années, ont été repris récemment avec succès. Le procédé est plus avantageux que celui des conductibilités pour quelques réactions analytiques : oxydations, réductions, séparation des métaux lourds et semble avoir de l'avenir.

Mentionnons encore la tension superficielle qui parait avoir trouvé une application intéressante en acidimétrie.

* * *

Avant de terminer cet exposé, sommaire et plein de lacunes, je voudrais essayer de résumer, en quelques mots, le rôle que les déterminations physiques semblent appelées à jouer en analyse chimique.

C'est au début et à la fin de chaque chapitre nouveau d'analyse que les méthodes physiques trouvent généralement leur emploi. Au début, car le chimiste sera souvent guidé dans ses essais par des propriétés caractéristiques (spectre, pouvoir rotatoire, etc.) qui facilitent son travail d'investigation. Mais le problème à résoudre étant de nature chimique, ce sont des considérations d'ordre chimique, basées sur des rapports de masses, qui resteront dominantes.

Lorsque la méthode chimique d'analyse est bien établie, vérifiée pour tous les cas qui peuvent se présenter, les déterminations physiques interviendront de nouveau, non plus comme facteur de recherche, mais comme procédé d'analyse courante.

Chaque fois qu'une analyse, comportant des opérations qui exigent du métier (filtrations, calcinations, etc.), peut être remplacée par la détermination d'une constante physique, il nous semble qu'il y aura avantage à choisir cette dernière mé-

thode. On supprime ainsi l'équation personnelle et le chimiste est exactement renseigné sur la précision de son dosage.

Si les méthodes physiques — parmi lesquelles il convient de faire une place importante à la volumétrie physico-chimique — ne peuvent actuellement se substituer à la gravimétrie, dans tous les cas qui relèvent de ce procédé, elles sont déjà susceptibles d'un emploi assez étendu, particulièrement en analyse minérale.

Notre conviction est que la majeure partie des dosages gravimétriques pourront être transposés — car il ne s'agit en somme que d'une simple transposition — en volumétrie physico-chimique et que le chimiste fera de plus en plus emploi d'un procédé qui rend l'analyse automatique et ne laisse à l'expérimentateur que le soin d'interpréter des données dont il connaît la précision.

Beiträge

zur

Pflanzengeographie und Florengeschichte

der

Kaukasusländer und Hocharmeniens.[1]

von M. Rikli (Zürich).

Weit grösser als in den Alpen sind die klimatischen Gegensätze der Kaukasusländer. Dies hat auch eine entschieden vermehrte Mannigfaltigkeit der Vegetation zur Folge.

Das Rionbecken kann etwa mit der insubrischen Schweiz in Parallele gesetzt werden, nur sind die Niederschläge durchschnittlich noch reichlicher und die sommerlichen-, wie auch die mittleren Jahrestemperaturen höher. Eine schwüle Treibhausluft ist für die heisse Jahreszeit dieser Gestade bezeichnend. Zu den täglichen Erscheinungen gehören heftige, platzregenartige Niederschläge; doch bringen sie bei der stets mit Feuchtigkeit geschwängerten Luft keine wesentliche Abkühlung. Das sind Verhältnisse, die für ein Waldland wie geschaffen sind. Auch heute noch findet man in Abchasien unabsehbare Länderstrecken mit üppigen Urwäldern bedeckt. Mit ihrem Reichtum an Moosen, Farnen und Schlinggewächsen tragen sie ein ganz subtropisches Gepräge. Einen Ein-

[1]) Mehrfach veränderte und im 2. Teil stark verkürzte Wiedergabe der gleichlautenden Abhandlung aus dem Buch, *M. Rikli*: Natur- und Kulturbilder aus den Kaukasusländern und Hocharmenien; mit 95 Illustrationen und 3 Karten. Orell Füssli, Zürich 1914.

blick in diese herrlichen, urwüchsigen Waldlandschaften haben wir um Gagry und im vorderen Kodortal erhalten.

Im strengsten Gegensatz zu dieser maximalen Entwicklung der Pflanzendecke stehen die Niederungen des Unterlaufes der Wolga und der Kura, sowie die Hochländer von Russisch-Armenien. Sie haben ein ausgesprochen kontinentales, im Sommer trocken-heisses, im Winter empfindlich kaltes Klima. Mit 247 mm jährlichen Niederschlages hat Baku nicht einmal den zehnten Teil der Regenmenge des regenreichsten Ortes der Kolchis; doch gibt es im Osten und Süden Stationen, die noch erheblich weniger Regen aufweisen. So hat das von uns besuchte Aralych auf der Nordseite des Ararat nur 158 mm, Kulp im oberen Araxestale sogar nur 97 mm. Mit Ausnahme einiger Auenwälder in der nächsten Umgebung der grossen Flüsse fehlt Wald vollständig. Lichte Gehölze von Tamarisken und Rutensträuchern *(Calligonum)* sind für die Depressionen mit hohem Grundwasserstand bezeichnend. Bei den wenigen Holzgewächsen neigen die Aeste zur Dornbildung und legen sich spalierartig dem Boden an. Diese Krüppelsträucher erheben sich selten mehr als zwei Fuss über ihre Umgebung, so z. B. *Rhamnus Pallasii F. u. M.*, *Lycium ruthenicum Murr.* — Gelegentlich verirrt sich auch der Stechdorn *(Paliurus aculeatus L.)* bis in diese Regionen. Sonst ist das Land völlig baumlos. Unabsehbare Steppen bedecken das weite Land in mehr oder weniger offener Vergesellschaftung. Stellenweise nimmt dasselbe den Charakter von Steppenwüsten an, die gelegentlich, wie in einzelnen Teilen der öden Muganstеppe von eigentlichen Wüsten kaum zu unterscheiden sind.

Subtropische Regenwälder und Halbwüsten, das sind mithin die beiden extremsten Pflanzengesellschaften der Kaukasusländer. Und was haben wir zwischen diesen beiden Endgliedern nicht alles gesehen! Es sei nur erinnert an die submediterrane Šibljakformation von Noworossiisk, an die kaukasischen Bergwälder aus Nordmannstannen und orientalischen Fichten im mittleren Klytschtal, an die trockenen Waldföhrenbestände auf alten Lavaströmen

bei Borshom, an die märchenhaft üppigen Hochstaudenfluren, die wir auf der Südseite des Kluchorpasses und wiederum in der Nähe der Baumgrenze ob Bakurjani im Kleinen Kaukasus angetroffen haben, ferner an die saftigen, farbenprächtigen Alpenmatten im obersten Klytschtal und am Zchra-Zcharo ob Borshom. Bei Sarepta machten wir Bekanntschaft mit den östlichsten pontischen Gras-Steppeninseln, mit der einförmigen Artemisiasteppe, mit Salzmorästen von aralo-kaspischem Typus. In Russisch-Hocharmenien lernten wir xerophil-rupestre Hochsteppen mit iranischem Florenbestand kennen.

Schon aus diesen wenigen Andeutungen ergibt sich, dass die Kaukasusländer pflanzengeographisch keinen einheitlichen Charakter tragen, dass es vielmehr Grenz- und Mischungsgebiete sind, wo sich recht verschiedene Floren treffen. Höchstens die Hochlagen der Gebirge können mit einer gewissen Berechtigung Anspruch erheben auf ein spezifisch-kaukasisches Gepräge; doch gilt dies fast nur für den eigentlichen Kaukasus und für die Grenzgebiete Transkaukasiens gegen das Lasistan, indessen die südlichen und östlichen Ketten und Gebirgsstöcke, selbst in ihren Hochlagen, eine Flora aufweisen, die in der Hauptsache als alpine Variante der umgebenden Steppen zu deuten ist.

Wer auch immer unsere Schweiz besucht, dem wird sich sofort die Unterscheidung zweier Floren aufdrängen: Die eurasische Wald- und die Alpenflora. Das geschulte Auge des Pflanzengeographen bemerkt allerdings noch zahlreiche Einstrahlungen. Doch diese fremden Florenelemente sind relativ nur in geringer Zahl vorhanden, sie treten mehr vereinzelt auf und schliessen sich kaum zu eigenen Formationen zusammen, sondern bilden mehr oder weniger integrierende Bestandteile eurasisch-silvestrer Vergesellschaftungen. Immerhin vermögen sie zuweilen der Flora ein ganz spezifisches Lokalgepräge zu geben, das aber den gesamten Vegetationscharakter doch nie wesentlich zu verändern vermag.

Anders in den Kaukasusländern. Wer zum ersten Mal, sei

es auch nur flüchtig, den Kaukasus und Hocharmenien bereist, der wird mit fünf ganz verschiedenen Floren, mit fast vollständig verändertem Artbestand Bekanntschaft machen:

1. *Die Waldflora.* [Fig. 1—4]. — Sie erreicht ihre Hauptentwicklung im westlichen Transkaukasien. Im Osten bildet die Wasserscheide zwischen Rion und Kura die Grenze. Ein zweites Waldgebiet umfasst die Landschaften am Südufer der Kaspisee, doch mit dem beachtenswerten Unterschied, dass daselbst die zapfentragenden Koniferen völlig fehlen. Von den sechs Wacholderarten der Kaukasusländer sind nur *Juniperus communis L.* und *J. Sabina L.* vorhanden. Merkwürdigerweise fehlen auch die *Rhododendren* und der Pfeifenstrauch (*Philadelphus Coronarius L.*)

2. *Die Hochgebirgsflora.* — Infolge der Zerstückelung der kaukasischen Gebirgswelt in eine Reihe mehr oder weniger selbständiger Ketten, Gebirgsstöcke oder dem Hochlande aufgesetzter einzelner, riesenhafter erloschener Vulkankegel, muss man, wie J. S. Medwedew gezeigt hat, sechs verschiedene Zentren alpiner Pflanzenwelt unterscheiden, nämlich neben der kaukasischen Hauptkette noch fünf kleinere, getrennte Kolonien in Transkaukasien und Hocharmenien. Sehr eng begrenzt sind die Oreophytenbezirke des Talysch und des Ararat. Jedes dieser Gebiete hat seine Eigentümlichkeiten. [Fig. 5—6].

3. *Die pontische Niederungssteppenflora* umfasst den grössten Teil Ciskaukasiens, besonders das Schwarzerde- und Lössgebiet. Herrschend sind Grassteppen und Šibljakformation.

4. *Die xerophil-rupestren Hochsteppen* von Hocharmenien und dem Karabagh, mit ihren Dorn- und Rutensträuchern, das Reich der Tragant-*(Astragalus)* und *Acantholimon*-Arten. [Fig. 7—8].

5. *Die Halbwüsten-* und *Wüstengebiete* der westlichen Uferlandschaften des Kaspischen Meeres und des untersten Kuratales. Der Pflanzenwuchs ist sehr spärlich; vielfach erhalten die Landschaften auch durch das massenhafte Auftreten von *Chenopodiaceen,* insbesondere von *Salsoleen* ein sehr einförmiges Aussehen. [Fig. 9.]

Aus der Fülle des Gesehenen möchte ich zunächst einige besonders interessante Vegetationsbilder herausgreifen und daran anschliessend, allerdings unter ausschliesslicher Berücksichtigung der Wald- und Hochgebirgsflora, eine kurze Analyse der Flora nach Florenelementen geben. Sie wird uns einige Anhaltspunkte zur Florengeschichte dieser Länder verschaffen.

A. Vegetationsbilder

1. *Die Šibljakformation v. Noworossiisk.* — Der Name «Šibljak» stammt aus dem Balkan und wurde durch *L. Adamovič* (1909) in die internationale, pflanzengeographische Literatur eingeführt. Unter Šibljak versteht man mehr oder weniger offenen, von thermophilen, winterkahlen Gebüschen oder kleinen Bäumen gebildeten Buschwald. Nach *E. Rübel* beanspruchen die Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse dieser Formation eine Mittelstellung zwischen derjenigen der mitteleuropäischen Haselnussbuschweide und denen der echten mediterranen Macchie. Es ist eine Vergesellschaftung, die für ein etwas kontinentaleres Klima bezeichnend ist und daher besonders in den nordöstlichen Grenzgebieten der Mediterraneïs eine physiognomisch sehr grosse Rolle spielt. Sie verlangt heisse, trockene Sommer, vermag aber anderseits sehr gut grosse Winterkälten zu ertragen. Flaumhaarige Eiche *(Quercus pubescens Willd.)*, orientalische Hainbuche *(Carpinus orientalis Mill.)* und der gemeine Stechdorn *(Paliurus aculeatus L.)* sind um Noworossiisk die drei Leitpflanzen der Šibljakformation. Am wichtigsten ist der Stechdorn, der wegen seiner steifen, stechenden Nebenblattdornen wesentlich zur Undurchdringlichkeit der dichteren Teile dieser Buschgehölze beiträgt. Die Zweige sind zickzackförmig gebogen, die Astenden öfters graziös überhängend, die kurzgestielten, etwas derben, eiförmigen Blätter sommergrün. Der Strauch hat eine lichte gelblich-gräne Färbung. Bei aussergewöhnlich strengen Wintern stirbt er öfters in den oberen Teilen zwei bis drei Fuss abwärts ab. Doch besitzt das alte

Holz ein grosses Regenerationsvermögen, sodass solche Katastrophen bald wieder überwunden sind. Für die vergängliche Frühlingsflora hat der Strauch eine wichtige Mission zu erfüllen. Unter dessem stacheligem Gestrüpp findet sie Schutz vor dem Zahn des Kleinviehs. Es gibt Arten, die fast nur an solchen Stellen angetroffen werden. Diese Flüchtlinge sind nicht unzutreffend als Vasallenpflanzen bezeichnet worden.

Der Stechdorn ist ein ostmediterranes Gewächs, seine Westgrenze liegt im Südtirol. Auf dem Balkan ist er allgemein verbreitet, ebenso in Kleinasien, Syrien und in den Kaukasusländern. Ueberall hält er sich jedoch mehr an die binnenländischen als an die litoralen Bezirke. Unter Ausschluss der anderen Leitpflanzen der Šibljakformation bildet *Paliurus* nicht selten ausgedehnte, völlig reine Bestände, welche bis über 2 m hoch werden. Das gilt ganz besonders für die Nordseite des östlichen Kaukasus. Solche Vegetationsbilder trafen wir auch auf der Südseite der Grusinischen Heerstrasse. Im Gebirge wird der Stechdorn bis zu einer Meereshöhe von 1200 m angetroffen.

Reichlich vertreten ist auch der Haselstrauch. Der Perückenbaum (*Cotinus Coggygria Scop.*) muss als submediterranes Element bezeichnet werden, das bekanntlich auch noch die Schweiz erreicht, indessen *Jasminum fruticans L.*, obwohl ebenfalls sommergrün, doch von durchaus mediterraner Verbreitung ist. *Rhus Coriaria L.*, der Gerbersumach, ist an den zottigen jungen Trieben und an den gefiederten Blättern leicht kenntlich; er ist ebenfalls mediterran, mit dem Massenzentrum im östlichen Mittelmeerbecken.

Der steinig-trockene Boden trägt nur eine dürftige Begleitflora aus Stauden und einzelnen Therophyten; doch mag manche Art der sommerlichen Dürre bereits zum Opfer gefallen sein. Was wir noch zu Gesicht bekamen, bestand vorwiegend aus Trockenheit liebenden mitteleuropäischen Arten und aus pontischen Steppenelementen. Dazu kommen einige resistentere mediterrane Pflanzen, wie *Teucrium Polium L.*, *Sideritis montana L.* usw., sowie vereinzelte taurische Arten, wie die Filzpflanze *Sideritis taurina M. Bieb.*

Als äusserste Vorposten dieser Formation fanden wir an den Abhängen der Jergenihügel bei Sarepta, mitten in der Steppe, an edaphisch durch Feuchtigkeit etwas begünstigten Stellen, etwa 1—2 Fuss hohe Gebüsche von *Spiræa hypericifolia Lam.* In dieser faciellen Ausbildung dringt der Šibljak bis in die Darialschlucht, südlich von Wladikawkas vor. Koniferen und Ericaceen fehlen in dieser Formation ganz.

2. *Der kolchische Niederungswald um Gagry* (0—400 m.) Der kolchische Urwald der untern Stufe, bis etwa zu 400 m Meereshöhe, ist ein ausserordentlich reichhaltiger Mischwald, der fast nur aus Laubhölzern besteht. [Fig. 3]. Von Koniferen bekamen wir nur vereinzelte, riesenhafte Eiben *(Taxus baccata L.)* zu Gesicht. Reichlich vertreten sind Eichen, Ahornarten, Ulmen, Eschen, Buchen, Elsbeerbäume *(Sorbus torminalis* [*L.*] *Crantz),* ganz besonders aber Linden *(Tilia rubra D. C.)* Alle diese Gattungen sind zumeist durch unsere Arten vertreten, daneben aber öfters auch noch durch andere Mitteleuropa fremde Spezies. Seltener sieht man die zahme Kastanie (*Castanea sativa Mill.),* dafür aber in um so edlerer Gestalt. Auch der Buchs (*Buxus sempervirens L.*) ist sehr häufig; er bildet meistens Unterholz, kommt aber auch in Baumform vor und bringt es zu einer Stammhöhe von 13 m. Auch unter dem Strauchwerk begegnet man manchen Bekannten aus der fernen Heimat: Sauerdorn, Hollunder *(Sambucus nigra L.)*, Attich, Hornstrauch, wolliger Schneeball, Weissdorn, Mehlbeere, Haselstrauch.

Die häufigsten und tonangebendsten Arten sind mithin diejenigen des mitteleuropäischen Waldes, trotzdem machen diese Wälder einen ganz fremdartigen Eindruck. Dies ist zum Teil der geradezu fabelhaften Ueppigkeit derselben zuzuschreiben. Das Blattwerk erreicht vielfach so aussergewöhnliche Grössenverhältnisse. dass man sich immer wieder fragen muss: sind das wirklich auch unsere einheimischen Holzarten? Zudem sind Stämme und Astwerk der Jahrhunderte alten Waldriesen mit einem dichten, schwellenden Moosmantel bedeckt, in dem sich ganze Regimenter von Farnen, ja

selbst Blütenpflanzen und Sämlinge von Holzgewächsen als Epiphyten eingenistet haben. Geheimnisvoll, wie aus kostbarsten Edelsteinen funkelt das reflektierte Licht in verführerisch smaragdgrün schillernden oder warmen, purpurrubinen Farben von den zahllosen am Laubwerk und im Moosteppich haftenden Wassertropfen.

Im Unterschied zu unseren Waldungen spielen im Unterholz eine Reihe immergrüner Arten eine wichtige Rolle. Neben Stechpalme *(Ilex Aquifolium L.)* und Buchs bildet der Kirschlorbeer *(Prunus Laurocerasus L.)* ausgedehnte, vielfach beinahe undurchdringliche Dickichte, ebenso baumartige Rhododendren. Das immergrüne *Rhododendron ponticum L.* sucht die schattigen Stellen des Waldes auf und wird bis 8 m hoch, indessen das sommergrüne *Rh. flavum Don* sich mehr an die Lichtungen hält. Jetzt sind die beiden Arten verblüht, aber prachtvoll muss der Anblick dieser Waldungen sein, wenn gegen Ende Mai, unter dem noch gelblich-grünen, zarten Buchenlaub, die Rhododendren über und über mit ihren blauvioletten und safrangelben Blütensträussen sich bedecken und dazwischen überall die stattlich weissen Blütentrauben des Kirschlorbeers aus dem dunklen, glänzend grünen Laubwerk hervorragen.

Neben diesen unsern Wäldern fremden Bestandteilen ist das Auftreten einer Reihe südlicher Sträucher, die zum Teil jedoch auch noch dem Kanton Tessin oder sogar der nordalpinen See- und Föhnzone angehören, von besonderem Interesse. Hieher der Feigenbaum *(Ficus Carica L.)*, die Hopfenbuche *(Ostrya carpinifolia Scop.)*, der Zürgelbaum *(Celtis australis L.)*, die Dattelpflaume *(Diospyros Lotus L.)*, der Perrückenbaum *(Cotinus Coggygria L.)* u. andere.

Doch damit nicht genug. Vom pflanzengeographischen Standpunkt aus verdienen einige Arten, die nach Osten weisen, ganz besonders hervorgehoben zu werden. So der in unseren Gärten viel gehaltene Pfeifenstrauch *(Philadelphus Coronarius L.)* und *Siegesbeckia orientalis (L.) Desv.*, eine Komposite, die auch den Wäldern Japans angehört. *Acer lætum C. A. Mey.*, gewissermassen eine primitivere Form des

Spitzahorns, erstreckt sein Areal nach Osten bis in den östlichen Himalaja und ins Yünn-an. Zu dieser Gruppe gehört auch die Juglandacee *(Pterocarya caucasica C.A.Mey.)* und die Ulmacee *Zelkowa crenata (Desf. Spach);* auch die baumförmigen *Rhododendren* sind derselben Kategorie zuzuzählen. Alle diese Arten sind thermisch anspruchsvoller, sie gehören nur den begünstigsten, niedrigsten Lagen des kolchischen Urwaldes an. Auch spezifisch kaukasische Typen fehlen nicht ganz; hieher beispielsweise die kolchische Pimpernuss *(Staphylea colchica Stev.)* und das kleine Euphorbiaceen-Sträuchchen *(Andrachne colchica Fisch. et Mey)*, deren nächste Verwandte übrigens wiederum im Orasiaticum zu suchen sind.

Nichts trägt aber so sehr zum abweichenden Charakter des kolchischen Urwaldes gegenüber unseren einheimischen Waldungen bei, als das massenhafte Auftreten einer ungewöhnlich grossen Zahl von Kletter- und Schlingpflanzen. Mit ihren dichten Geflechten überziehen sie alles und stossen siegreich bis in die obersten Wipfel der Baumriesen vor. Es sind zum kleineren Teil Arten, die auch dem mitteleuropäischen Walde angehören, wie Waldrebe, Hopfen, Schmerwurz. Vielleicht nicht der Arten-, wohl aber der Individuenzahl nach, sind es unserer Flora fremde Gewächse. Besonders 2 Arten fallen durch ihre Massenhaftigkeit auf. Der im westlichen Transkaukasien und im Talysch heimische kolchische Epheu *(Hedera colchica C. Koch)* legt sich mit seinen zahllosen Adventivwurzeln aufs innigste an sein Opfer. Die glänzenden, über Handgrösse erreichenden, düster schwärzlich-grünen Blätter verhüllen den öfters schon abgestorbenen Träger. Der Haupttrieb erreicht Schenkeldicke und die dichte Blattfülle umhüllt den Stamm in einer Breite von 8—12 Fuss. Aber noch mehr wird wohl die wilde Weinrebe (*Vitis vinifera L.)* unsere Bewunderung erregen [Fig. 4]. Obwohl von Nord-Persien bis Griechenland verbreitet, fühlt sie sich doch nirgends so heimisch wie in den kolchischen Waldtälern. Ihre Stämme bringen es bis zu einer Dicke von 45 cm. Das Blattwerk ist tief gelappt, die Früchte klein und sauer. Mit ihren dicht verflochtenen Netzen überspannt sie ganze Kronen und lässt dann ihre

langen Triebe graziös aus dem Gezweig herunterfallen, sodass sie in neckischem Spiel von jedem Windhauch bewegt werden. An das Mittelmeer erinnert *Smilax excelsa L.,* naheverwandt mit der mediterranen *S. aspera* L., doch ist sie in allen Teilen kräftiger. Ein echtes Kind der Kolchis ist dagegen die kaukasische Yamswurzel *(Dioscorea caucasica Lipsky),* eine endemische Liane von ganz tropischer Verwandtschaft. Um Gagry wird sie nicht selten angetroffen. Sie erinnert sehr an *Tamus communis L.,* zumal in ♂ Stöcken. Die weiblichen Exemplare erzeugen aber statt Beeren dreiflügelige, trockene Früchte mit flugfähigen Samen.

Ursprüngliche, durchaus urwaldartige Waldesbilder sind an uns vorbeigezogen. Die Grossblättrigkeit, der Reichtum an epiphytischen Moosen, an Schlingpflanzen, das Auftreten immergrüner Arten im Unterholz, die überaus grosse Feuchtigkeit sind wesentliche Unterschiede gegenüber unseren mitteleuropäischen Waldungen und erinnern einigermassen an subtropische Regenwälder.

Der besondere Reiz dieser Waldungen liegt aber in ihrer Ursprünglichkeit. « Erst der Verkehr mit unberührten Gebirgslandschaften lässt ahnen, wie viel die Alpen von ihrem geheimnisvollen Zauber eingebüsst haben, und wie berechtigt und zeitgemäss die Naturschutzbestrebungen sind. Hoffen wir, dass sie mit Erfolg in immer breitere Volksschichten Fuss fassen und so manche Fehler früherer Geschlechter, die heute noch unser Land verunstalten, wieder gut machen können » (Dr W. A. Keller).

3. *Hochstaudenfluren im mittleren Klytschtal bei ca. 1800 m.* Diese Vegetationsbilder waren uns aus der Literatur bereits bekannt, doch die Wirklichkeit übertraf alle Erwartungen. Was strotzende Ueppigkeit, ungeahnte Formenmannigfaltigkeit und blendende, geradezu verführerische Farbenpracht anbetrifft, so kennt unsere Flora nichts ähnliches. Für diese Vergesellschaftungen haben *E. Levier* und *St. Sommier* ganz treffend den Namen «Mammutflora» geprägt. Sie bevorzugt Waldlichtungen, feucht-humöse Abhänge über dem Waldgürtel, die aber sicher auch einst mit Wald bestanden waren.

Eine grosse Anzahl von Riesenkräutern, den verschiedensten Familien angehörend, vielfach mannshoch und darüber, bedecken ganze Mulden und weite Strecken der Abhänge mit einer unvergleichlichen Blütenpracht, die sich in ihren abwechlungsreichen Farbenwirkungen gar wunderbar von dem strotzend saftig-grünen Blattwerk abhebt. In dieser verschwenderischen Pracht verschwinden zuweilen Ross und Reiter. *E. Levier* schliesst seine prächtige Schilderung der überaus reichhaltigen kaukasischen Hochstaudenfluren mit den Worten: « Ce fut pour nous un travail de pionniers que de nous frayer un chemin à travers cette végétation qui semblait *antidiluvienne* et où nous disparaissions comme les hommes de Liliput. »

Diese lebensvollen Ausführungen, geschrieben unter dem Eindruck der ersten Begeisterung, können wir nur bestätigen. Auch uns kamen diese einzigartigen Vegetationsbilder, in ihrer ungeahnten Ueppigkeit, in ihrer wuchtigen Pracht und erstaunlichen Formenfülle vor, wie eine Erinnerung an eine frühere, längst der Vergangenheit angehörige Zeitepoche. Diese ganze Herrlichkeit, sie stirbt jedes Jahr nach den ersten Herbstfrösten bis auf den Grund ab, um nach der langen Winterruhe, gleichsam explosionsartig, neuerdings aus dem Boden emporzuschiessen, und in wenigen Wochen sind schon wieder ihre Tage gezählt.

Vor uns erheben sich kandelaberartig verzweigte, riesenhafte Doldengewächse, gelegentlich bis drei Meter hoch, und breiten ihre weissen Blütenschirme aus. Besonders häufig ist das, auch öfters in Parkanlagen als stilvolle Zierpflanze gehaltene *Heracleum Mantegazzianum Lev. et Somm.* Dort prunken die sonnenblumenartigen, lebhaft orange-gelben Blütenköpfe der *Telekia speciosa (Schreb.) Baumg.* Hier stehen riesenhafte Glockenblumen, wie die blauviolette, grossblütige *Campanula latifolia L. var. macrantha Fisch.* und die eine Unmenge zart hellblauer Blütenglocken tragenden, bis meterlangen Rispen der *Campanula lactiflora M. Bieb.* Wo die Krautflur nur etwa Kniehöhe erreicht, sieht man die an unsere Alpenakelei erinnernde, doch noch grossblütiger und koketter auftretende

Aquilegia olympica Boiss. Nicht selten tritt sie in grössten Massen auf, um in breiten Bändern oder in intensiv blauen Inseln das Vegetationsbild stellenweise zu beherrschen. Hochwüchsiger sind der schlanke Baldrian (*Valeriana allariæfolia Vahl*), die schmächtigen, unverzweigten, bis über meterhohen Gestalten des *Aster caucasicus Willd.*; dazwischen drängen sich elegante Lilien (*Lilium monadelphum M. B.*) mit grossen, hängenden, gelben Blüten oder die gabeligen, weitausladenden, hier immer weissblühenden Rispen der Wolfswurz (*Aconitum Lycoctonum L. v. orientale Tourn.*) Der Schlangenknöterich (*Polygonum Bistorta L.*) streckt und reckt sich, um in all' der Ueppigkeit nicht überwuchert zu werden. Nur schüchtern bahnt sich *Potentilla elatior Willd.* ihren Weg, überall sucht der zarte Stengel eine Stütze, und ganz bescheiden entfaltet er in grosser Zahl kleine, weisse Erdbeerblüten. Zwei Kreuzblütler haben es darauf abgesehen, ihre Konkurrenten aus dem Felde zu schlagen. *Senecio platyphyllus DC.* entwickelt grosse, lattichartige Blätter und goldgelbe Blütensträusse. *S. stenocephalus Boiss.* fällt durch seine verlängert-lanzettlichen Blätter und die weitausladenden Rispen, deren Enden mit einer Unmenge kleiner bläulicher Blütenköpfchen geschmückt sind, auf. Nicht weniger dekorativ ist *S. Othonnæ M. Bieb.* mit seinen grossen, elegant doppelt gefiederten Blättern. Bataillonsweise schiessen die einköpfigen dunkelorangefarbenen Blütenköpfe eines Alant (*Inula grandiflora Willd.*) bolzengerade und völlig unverzweigt in die Höhe. Eine recht seltsame Erscheinung ist die über drei Fuss hoch werdende *Pedicularis atropurpurea Nordm.*, ihre dunkelrosaroten Blüten hüllt sie in einen ganzen Wald weisser Wollhaare. Ist sie noch nicht in Blüte, so wirken die weissen Knospen auf dem prunkhaften Ständer stilvoller Blätter wie hohe Kerzen. Mächtiger Ampfer (*Rumex alpinus L.*) entwickelt tellergrosse Blattflächen. Gelbköpfige *Cephalaria tatarica (Gmel.) Schrad.* und blauviolettes *Cicerbita macrophylla (Willd.) Wallr.* bemühen sich, alles zu überragen und sich triumphierend über ihre sämtlichen Genossen zu erheben. All' dies und noch viel mehr steht bunt durcheinander und bildet eine wunderbar abge-

tönte, herrliche Farbensymphonie, die in ihrem bestrickenden Zauber Herz und Gemüt erfrischt und die in ihrer vollen Pracht gesehen zu haben allein schon eine Reise nach dem fernen Kaukasus wert ist.

4. *Alpenmatten unter dem Kluchorpass bei ca. 2500 m.* Während in den Alpen die Flora Mitte Juni bis Anfang Juli ihre schönsten Reize entfaltet, gelangt sie im westlichen Kaukasus erst reichlich zwei Monate später zum Gipfelpunkt ihrer jährlichen Periodizität. Unser schwefelgelbes Windröschen (*Anemone alpina L. v. sulphurea. [L.] DC.*) steht im Alpengebiet vielfach bereits schon gegen Ende Mai in voller Anthese; am Kluchor haben wir die kaukasische Rasse (*v. aurea*) am 10. August in Vollblüte angetroffen. Im hohen Kaukasus sieht man zu einer Zeit noch alles grünen und blühen, wo bei uns das meiste schon abgeblüht ist, und nur noch Nachzügler auf dem Plane stehen. Man wird wohl nicht fehl gehen, wenn man die gewaltigen Niederschläge und die ungewöhnlich grosse Feuchtigkeit der Luft für diesen auffallenden Unterschied verantwortlich macht. Auf der trockenen Nordseite war die Vegetation ungleich weiter vorgeschritten. Bekannt ist, dass Trockenheit die Blütenbildung beschleunigt, Feuchtigkeit sie dagegen verzögert. Es sei nur an die frühe Entwicklung der Flora in den trockenen Kalkgebieten und an die verspätete Sumpfflora erinnert.

Eine Folge der ungewöhnlich grossen Niederschläge der Südseite des westlichen Kaukasus ist auch das eigenartige Verhalten der Schneegrenze. Wie im Himalaja, aber im Gegensatz zu den Alpen, ist in diesen Gebirgsteilen die Schneelinie mit ca. 3050 m Meereshöhe, etwa 600 m tiefer gelegen, als auf der Nordseite (3600 m). Nach Osten steigt mit zunehmender Trockenheit des Klimas auch die Schneegrenze weiter an, und zwar bis zu 3500 m auf der Süd- und bis zu 3900 m auf der Nordseite. Der Unterschied der Schneelinie der beiden Gebirgsseiten hat sich also im Daghestan um 200 m verkleinert. Aehnliche Verhältnisse zeigt die Getreidekultur. In Swanetien ist mit 2200 m die elende Hirse (*Setaria viridis (L.) Pal.*) das höchstgehende Getreide; auch die Gerste erreicht in

kleinen Parzellen nahezu dieselbe Meereshöhe. Doch beide ergeben nur geringe Ernten. Der Ort der höchsten Getreidekultur ist nach *G. Radde* Kurusch im Daghestan. Gerste und Winterweizen werden hier noch in einer Höhe von 2600 m gehalten. Bei Ssardar-Bulagh am Grossen Ararat sahen wir die obersten Getreideäckerchen bei 2380 m.

Noch in einer andern Richtung wirkt endlich das extrem feucht-ozeanische Klima in Verbindung mit der grossen Steilheit der Gehänge auf die Pflanzenwelt ein, es trägt zur Vermischung der Höhenunterschiede bei. Etwas ähnliches zeigen auch die Tessineralpen, wo einerseits mit 1750 m die Buche höher ansteigt als sonstwo in der Schweiz und anderseits bei Vira Alpenrosen den Spiegel des Langensees (ca. 200 m) schmücken. Doch viel auffälliger sind die extremen Höhegrenzen vieler Arten im westlichen Kaukasus. Bei Gagry trafen wir die Buche, schöne Hochwälder bildend, in nächster Nähe des Meeres; als Gebüsch tritt sie noch bei 2250 m in der Nähe der Baumgrenze auf. *Rhododendron ponticum L.*, das im Tiefland als Unterholz die Buchenhochwälder schmückt, wird im Bergland bis über 1500 m angetroffen. *Rh. flavum Don* sogar bis 2100 m. Unsere Stechpalme (*Ilex Aquifolium L.*) sahen wir bis 1900 m, den Perückenbaum (*Cotinus Coggygria Scop.*) bis 1500 m, den Kirschlorbeer (*Prunus Laurocerasus L.*) noch bei 2150 auch der wilde Birnbaum wird bis 2000 m angegeben. Eine Folge solch' extremer Höhengrenzen ist die wenig scharfe Scheidung der Laub- und Nadelhölzer. Von einem eigentlichen Nadelholzgürtel kann man im westlichen Kaukasus kaum sprechen (Fig. 1). In der Höhenlage von 1300—1750 m besteht der Gebirgswald zwar hauptsächlich aus edlen Nordmannstannen (*Abies Nordmanniana Stev.*) und orientalischen Fichten (*Picea orientalis Carr.*), doch sind diesen Koniferen in grosser Anzahl immer Laubhölzer, besonders Buchen, eingesprengt. An der in den einzelnen Gebirgsteilen zwischen 1800 bis 2500 m wechselnden Baumgrenze herrschen wiederum hauptsächlich Laubbäume, besonders Birke (*Betula alba L.*), *Corylus Colurna L., Acer Trautvetteri Medw., Fagus orientalis*

Fig. 1. Phot. stud. H. Prell, Marburg.

KLYTSCHTAL, Südseite des Kluchorpasses: *Abies Nordmanniana-Wald.*

Fig. 2. Phot. Pfr. J. Koller.

Norseite des Kluchorpasses, Oberhalb Kaserma 3.
Pinus silvestris L. und Blick auf die Vorberge der Dombai-Ulgen-Gruppe.

Fig. 3. Phot. Dr. E. Rübel.

Partie aus dem Urwald der Schoëkwaraschlucht bei Gagry.

Fig. 4. Phot. stud. H. Prell.

Wilde Weinrebe (*Vitis vinifera L.*) als Liane am Waldrand der Schoëkwaraschlucht bei Gagry, auf *Carpinus orientalis* Mill.

Fig. 5. Phot. Pfr. J. Koller.

Bakurjani : Die alpine Station.

Fig. 6. Phot. Pfr. J. Koller.

Bakurjani : Partie aus dem Alpengarten mit dem neu angelegten Alpinum kaukasischer Gebirgspflanzen.

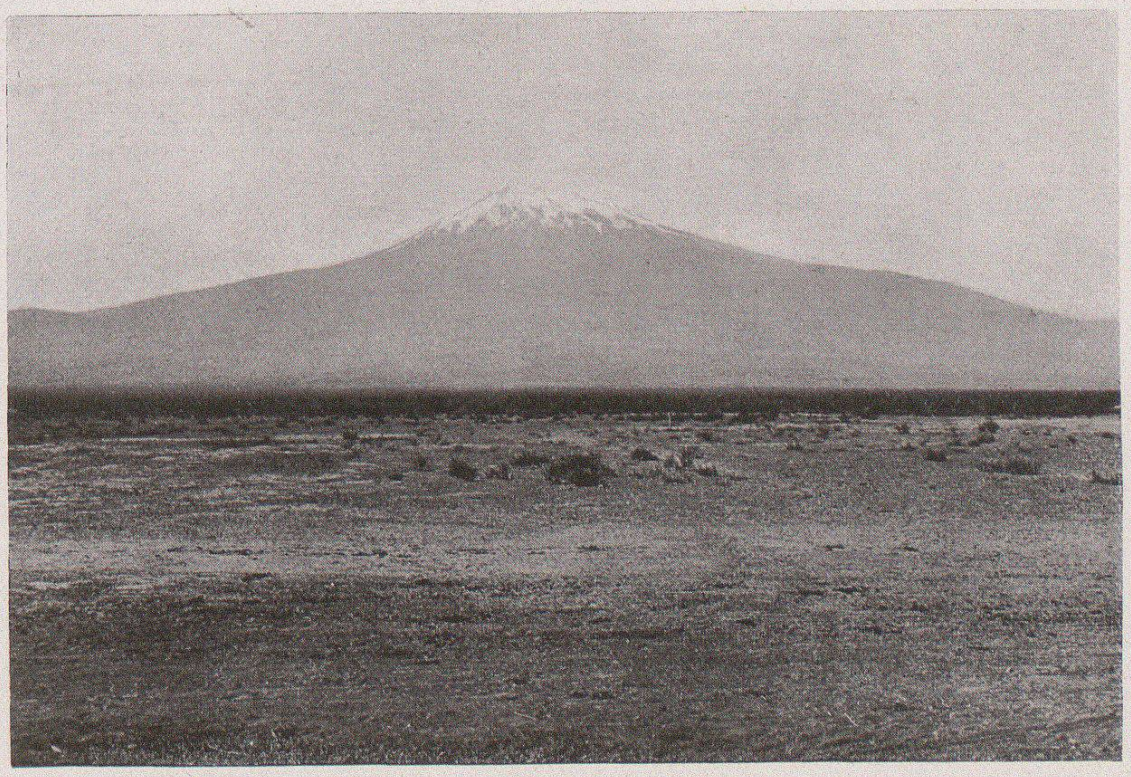


Fig. 7. Phot. Dr. W.-A. Keller.

Hochebene bei Aralych mit xerophil-rupestrer Vegetation, im Hintergrund der Grosse Ararat (5160 m).

Fig. 8. Phot. Dr. W.-A. Keller.

Hochsteppe, hinter Aralych (900—1100 m), allmählig gegen den Fuss des Ararat ansteigend und mit *Calligonum polygonoïdes L.* bestanden.

Fig. 9. Phot. Dr. E. Rübel.

Salzsteppe von Halbwüstencharakter am Fuss der Jergenihügel bei Sarepta. Hauptleitpflanzen: *Alhagi camelorum Fisch.*, *Salicornia herbacea L.*, *Halocnemon strobilaceum (Pall.) Mor.*, *Petrosimonia crassifolia Bge. L.*, u. s. w.

Lipsky, Sorbus aucuparia L., *Salices,* Wildbirnen und sogar Eichen. Nadelhölzer fehlen nicht völlig; neben Normannstanne und orientalischer Fichte tritt in trockenen Nordlagen gelegentlich die Waldföhre (*Pinus silvestris L.*) auf [Fig. 2].

Ueber dem Nacharlager treten üppige subalpine und alpine Matten auf. Mitte August, z. Z. unseres Besuches, standen sie in voller Anthese. Darüber waren wir uns alle einig, dass eine solche Blütenfülle in den Alpen zu den seltenen Ausnahmen gehört und nur auf ganz eng begrenztem Raume angetroffen wird. Sowohl hinsichtlich der Artenzahl als auch in Bezug auf das üppige Wachstum und der ungeahnten Farbenpracht verdienen die Alpenmatten des westlichen Kaukasus unbedingt den Vorrang. Der Aufstieg zur Passhöhe erfolgte von 2100—2650 m durch wahre Blumengärten, die in allen Abstufungen der gesamten Farbenskala prunkten. In den tieferen, frisch- bis feuchthumösen Lagen erreichte die Vegetationsdecke eine Höhe von 30—90 cm; weiter oben wurde sie allmählig kurzrasig und hatte nur noch 5—20 cm. Vorherrschend sind saftige Kräuter, daneben finden sich aber auch Zwergsträucher und einige Therophyten. Gräser treten stark zurück.

Obwohl eine ziemliche Zahl alpiner Oreophyten vorkommen, so überwiegen doch die uns fremden Florenbestandteile sowohl nach Individuen-, als ganz besonders nach ihrer Artenzahl. Die Vertreter der Pflanzenwelt unserer Alpen sind hier gewissermassen nur geduldete Gäste. Mit den einheimischen Kindern des Kaukasus können sie es in Bezug auf Ueppigkeit, Formenreichtum und Farbenpracht nicht aufnehmen. Auch nur eine einigermassen vollständige Artenliste zu geben, würde viel zu weit führen. Ich verzichte hier ganz auf Erwähnung alpiner Oreophyten, aber einige der vornehmsten und glanzvollsten endemischen Erscheinungen kann ich nicht umhin, wenigstens kurz zu erwähnen. Da erheben sich die karminroten, gedrungenen, grossblütigen Dolden der *Betonica [Stachys] grandiflora Willd.* und malen blutrote Flecken und Bänder von unvergleichlichem Farbenfeuer, die sich vom saftigen Grün äusserst wirkungsvoll abheben. Eine kaum we-

niger pompöse Erscheinung ist die kaukasische Knopfblume (*Scabiosa caucasica M. Bieb.*); ihrer grossen violetten Blütenköpfe wegen, ist sie neuerdings zu einer beliebten Garten-Zierpflanze geworden. Von leuchtend dunkelgelber Farbe ist *Trollius patulus Salisb.* Auch die edle *Astrantia maxima Pall.* ist stellenweise massenhaft vorhanden. Ihre lebhaft roten, von grünen Nerven durchzogenen, metallisch-schimmernden Blütensterne bilden einen hervorragender Schmuck der subalpinen Wiesen. An kurzrasigen Stellen hat sich ein ganzes Heer verschiedener *Pedicularis* eingestellt, aber auch mehrere zierliche, den Alpen fremde Enzianen. Die Gattung *Campanula* wetteifert in allen möglichen blauen Farbentönen. Diese Vegetationsbilder sind von bezaubernder Frische, eine seltene Augenweide für jeden, der Verständnis für das Schöne in der Natur hat (Fig. 5—6).

5. *Wermutsteppe und Salzmoräste* bei Sarepta am Wolgaknie. Sarepta liegt gerade an der Grenze der pontischen Provinz mit ihren Grassteppen und der aralokaspischen Provinz des Zentrasiatikums mit Halbwüstenvegetation. Die Jergenihügel, die Fortsetzung des hohen Wolgaufers, bezeichnen die Grenzlinie dieser beiden Regionen. Unter diesen Umständen vermögen ganz unbedeutende Verschiedenheiten in der Bodengestaltung bald der einen, bald der andern Pflanzengesellschaft das Uebergewicht zu geben. Den Beziehungen zwischen der Mikrobodenplastik und den raschen Veränderungen der Vegetationsdecke nachzugehen, bildet für den Pflanzengeographen und Biologen sehr dankbare Probleme. Gerade in dieser Richtung haben russische Forscher schöne Resultate zu verzeichnen. Es sei nur auf die musterhaften russischen Bodenkarten verwiesen.

Die Wermutsteppe der Hügel bedeckt in offener Formation weithin das Land mit einem gleichmässigen graugrünen Grundton. Wir fanden sechs *Artemisia*-Arten, jede wieder mit etwas andern Bodenansprüchen und von etwas abweichender Färbung. Diese Pflanzen stehen soeben in voller Blüte, indessen von den Federgräsern (*Stipa*) nicht mehr viel zu sehen ist, gar nichts mehr vom herrlichen Frühlingsflor

der Zwiebelgewächse. Tulpen (*Tulipa Biebersteiniana Schult.*) kleiden die Steppe alsdann weithin in ein gelbes Blütenmeer. Ueber die Höhe von 20—30 cm hinaus erheben sich nur die Süssholzsträucher (*Glycyrrhiza glabra L.*), an denen schon die reifenden braunen Hülsen hängen. Sehr hübsch nehmen sich auch die blauvioletten Schleier blühender Sandnelken (*Statice sareptana Becker*) aus.

In kleinen Vertiefungen, wo der Schnee längere Zeit liegen bleiben kann, ohne weggeblasen zu werden, wird der Boden, besonders wenn er sandig ist, ausgelaugt. Er verliert an Salzgehalt, es sammelt sich Humus an. Diese etwas feuchteren Mulden werden von einer Grassteppe eingenommen, die als letzter Ausläufer der südrussischen Rasensteppen aufzufassen ist. Hier herrschen Xerogramineen, vor allem *Stipa-*, *Festuca-*, *Kœleria-*Arten.

Ein anderes Extrem der Wermutsteppe bilden die Flecken, wo der Boden stärker tonhaltig ist. Diese Stellen sind kompakt und trocken, und in den oberen Schichten stark salzig. An diesen xerophytischen Salzstellen herrscht der schwarze Wermut (*Artemisia pauciflora Web.*) Die Vegetation ist noch offener und macht einen ungemein kümmerlichen, halbwüstenartigen Eindruck.

Ganz andere Verhältnisse zeigt das Tiefland am Fuss der Jergenihügel. Ein neuer Florenwechsel ist die Folge veränderter Lebensbedingungen. Diese Depressionen sind durch einen hohen Grundwasserstand ausgezeichnet, der Boden ist feucht und hält viel Salz in Lösung. Im Spätsommer sieht man auf der Erde überall Salzausblühungen. Es sind Salzmoräste, in denen zur Regenzeit nicht selten Ross und Reiter stecken bleiben.

Die Flora setzt sich nur aus wenigen Arten zusammen, die aber in grösster Masse auftreten und jeweilen ganz bestimmte Bodenansprüche erheben. Leitpflanzen sind: Der Glasschmalz (*Salicornia herbacea L.*), er herrscht unumstritten an den salzigsten und nassesten Stellen. Mit abnehmendem Salzgehalt tritt diese Art mehr und mehr zurück. Eine andere Pflanze von mittlerem Salzbedürfnis, das Kamelfutter (*Haloc-*

nemon strobilaceum M. B.) gelangt nun zur Vorherrschaft. Die Böden mit noch geringerem Salzgehalt besiedelt *Petrosimonia crassifolia Bge.* Die Dominanten sind mithin meistens sukkulente Chenopodiaceen. Von Begleitpflanzen haben wir einige 30 Arten gesammelt, doch waren dieselben meistens nur spärlich vorhanden.

6. *Gebirgsflora des Grossen Ararat.* Obwohl der 5160 m hohe Ararat in seinen höheren Lagen mit Schnee und Eis bedeckt ist, kommt es auf demselben doch kaum zur Ausbildung spezifisch alpiner Formationen. Vollständig vereinsamt erhebt sich sein Hochalpengebiet aus dem armenischen Hochlande, mitten aus einer äusserst trockenen Landschaft. Neben den durchaus ungenügenden Niederschlägen, der Trockenheit der Luft und der intensiven Besonnung kommt noch die poröse Gesteinsbeschaffenheit hinzu. Daher sickert das spärliche Wasser sofort in die Tiefe; die oberflächlichen Erdschichten enthalten im Spätsommer kaum Spuren von Wasser. So bleibt sich der Vegetationscharakter durch alle Höhenlagen in den Hauptzügen gleich: Kahlheit, fast völliges Fehlen von Baumwuchs, meist mehr oder weniger offene Bewachsung des Bodens, Vorherrschen von Dornsträuchern, Rutenpflanzen, Filzgewächsen, Xerogramineen und Therophyten sind bezeichnend. Das Hauptkontingent der Flora stellen Steppenpflanzen, deren Heimat im östlichen Vorderasien, besonders im iranischen Hochlande zu suchen ist. Das Felsenmeer des dunklen, trachytischen Gesteins beherbergt selbst in den Hochlagen eine fast auschliesslich xerophile Vegetation. Nur in geschützten Felsspalten bemerkt man einzelne zartere Gewächse. Im Hochsommer hat das spärliche Vegetationskleid eine unscheinbar bräunliche oder strohgelbe Färbung. Grünliche Anflüge sind spärlich.

Trotz der südlichen Lage und der Trockenheit des Klimas ist der Ararat, wie *J. S. Medwedew* 1907 hervorgehoben hat, einer der südlichsten Punkte der Gebirgsreihe Vorderasiens, auf dem sich noch die Wirkung des Eiszeitklimas bemerkbar gemacht hat. Zeuge hiefür ist das Vorhandensein von etwa 50 weitverbreiteten Glazialpflanzen. Es seien

nur einige aufgeführt, so z. B. *Cerastium cerastioides (L.) Britton, Sibbaldia, Erigeron alpinus L.* und *E. uniflorus L.*, *Saxifraga sibirica L.*, *Oxyria digyna (L.) Hill, Luzula spicata (L.) Lam. et DC.*, *Carex tristis M. B.* usw. Die Mehrzahl derselben habe ich auch in Grönland gesammelt. Eine Folge der Isoliertheit der alpinen Stufe des Ararat ist das Auftreten einer grösseren Anzahl engbegrenzter, zum grossen Teil nur diesem erloschenen Vulkankegel und zwar ausschliesslich dessen höheren Gebirgslagen angehörenden Endemismen. Bezeichnend ist, dass von den 14 Endemiten 11 von nordischen Typen abzuleiten sind, so z. B. *Draba araratica Rupr.*, *Pedicularis araratica Bge.*, *Poa araratica* Trautv. Nur drei Astragalus-Arten sind als oreophyte Abkömmlinge zentralasiatischer Formen aufzufassen.

B. Florenelemente und Florengeschichte.

Versuchen wir noch kurz die Wald- und Oreophytenflora der Kaukasusländer nach ihren Florenelementen, ihrer Herkunft und möglichen Wanderungsbahnen zu erörtern.

1. *Die Waldflora.* — Wie wir bereits bei der Wanderung durch die kolchischen Niederungswälder kennen gelernt haben, bestehen dieselben aus zwei ganz verschiedenen Bestandteilen. Neben unseren mitteleuropäischen Waldbäumen und Waldpflanzen, die in denselben Typen oder doch in naheverwandten Abarten auftreten, begegnen uns auch zahlreiche Gestalten, die auf den fernen Osten weisen. Es sind zumeist Gattungen oder Sippen, die der Pflanzenwelt Mitteleuropas völlig fehlen. Ihr derzeitiges, oft zerrissenes Areal, ihre nahe Verwandtschaft mit subtropischen Arten, die Tatsache, dass einzelne dieser Gewächse in Ostasien in einer grösseren Anzahl von Arten auftreten, in der Kolchis aber ihre letzten, weit vorgeschobenen, westlichsten Vorposten haben, verleiht diesem Florenbestandteil ein altertümliches Gepräge und spricht für eine langandauernde, ungestörte Florenentwicklung. Diese Auffassung wird weiter dadurch bestärkt, dass einzelne dieser Arten — es sei nur an *Rhododen-*

dron ponticum L. erinnert — im südalpinen und mediterranen Tertiär mehrfach nachgewiesen worden sind. Ausserhalb der Ostpontis ist diese Art heute nur von der feuchten südatlantischen Provinz der iberischen Halbinsel bekannt. Das Massenzentrum der baumförmigen Rhododendren gehört bekanntlich dem östlichen Himalaja und dem Yünan an. So trägt *Rh. ponticum L.* einen ausgesprochenen Reliktencharakter. Dasselbe gilt von *Dioscorea caucasica Lipsky,* von *Philadelphus, Andrachne, Pterocarya, Zelkowa* und anderen wichtigen Bestandteilen, beziehungsweise Begleitpflanzen der kolchischen Urwälder. Auch die Buche des Kaukasus (*Fagus orientalis Lipsky*) steht, wie bereits *Köhne* betont, der japanischen *F. Sieboldi Endl.,* entschieden näher als unserer europäischen Art. Diese Elemente des kolchischen Waldes sind grösstenteils Reste einer alten, mehr hygrophytischen Mediterranflora, sie versetzen uns in die Interglazialzeiten und in die ausgehende Tertiärzeit Mittel-, beziehungsweise Südeuropas, in eine Zeit, wo der Wald auch bei uns eine ähnliche Zusammensetzung gehabt hat. Schon 1891 schreibt *R. v. Wettstein:* «Es kann keinem Zweifel mehr unterliegen, dass in interglazialer Zeit die Flora der Gebirge des nördlichen Tirols und wahrscheinlich eines grossen Teils der Alpen überhaupt dieselbe Zusammensetzung besass, wie gegenwärtig die Flora der östlichen Umgebung des Schwarzen Meeres. Es ergeben sich daraus bestimmte Anhaltspunkte für die Beurteilung der klimatischen Verhältnisse jener Zeit.» Unter Berücksichtigung dieser Forschungsergebnisse wird die Wanderung durch den kolchischen Urwald zu einer pflanzengeschichtlichen Reminiscenz.

Die nordischen und mitteleuropäischen Bestandteile der kolchischen Wälder sind dagegen wohl erst postglazial eingewandert und somit gewissermassen als moderne Einstrahlungen anzusprechen. Noch zur Eiszeit waren die pontisch-aralokaspischen Niederungen mit Meer bedeckt, sodass die Einwanderung der nordasiatischen Waldflora in den Kaukasus erst später erfolgen konnte. Die Waldungen Ciskaukasiens dagegen haben ein völlig nordisches Gepräge,

tertiäre Elemente fehlen fast ganz. Vielfach sind Waldföhre, Birke, Zitterpappel tonangebend.

2. *Die Oreophytenflora.* — Wer zum ersten Mal aus eigener Anschauung — und sei es auch nur flüchtig — einen Einblick in die kaukasische Alpenflora gewonnen hat, dem drängt sich sofort der Vergleich mit der Pflanzenwelt unserer Alpen auf. Er wird erstaunt sein zu sehen, dass viele unserer häufigsten und bezeichnendsten Alpenpflanzen fehlen, so z. B. die beiden Alpenrosen, das Edelweiss, die Grünerle, das stengellose Leinkraut (*Silene acaulis L.*), der Gletscherranunkel (*Ranunculus glacialis L.*), mehrere Steinbreche (*Saxifraga aizoides L.*, *S. oppositifolia L.*), ferner unsere grossblütigen Alpenenzianen (*Gentiana Clusii Per. et Song.*) und *G. Kochiana (Per. et Song.)* Auch sind die Genera *Carex, Festuca, Salix, Hieracium* usw. im kaukasischen Hochgebirge viel spärlicher vorhanden als bei uns.

Doch dieser Ausfall wird reichlich ersetzt durch viele den Alpen fremde Arten. In der subalpinen Stufe fällt, besonders im Westen, die stattliche Zahl üppiger Hochstauden auf. Eine ganze Reihe von Gattungen, die der alpinen Stufe Europas fehlen, haben im kaukasischen Hochgebirge ihre Vertreter, so *Fritillaria, Muscari, Nonnea*. Grösser ist die Zahl der Alpenpflanzen aus Genera, die in den mitteleuropäischen Alpen überhaupt nicht vorkommen; unter den *Liliaceen* die Gattungen *Merendera, Puschkinia;* unter den *Cruciferen: Pseudovesicaria;* unter den *Umbelliferen: Chamæsciadium, Zozina etc.,* bei den *Boraginaceen* beispielsweise: *Arnebia* und *Omphalodes;* die *Scrophulariaceen* figurieren mit *Rhynchocorys,* die *Campanulaceen* mit *Podanthum* u.s.w. Ferner gibt es viele Gattungen, die erheblich artenreicher sind als in den Alpen. Das gilt für *Alopecurus, Papaver, Astragalus, Euphorbia, Hypericum, Heracleum, Campanula, Centaurea, Cirsium, Senecio.* — All' dies wirkt zusammen, um der kaukasischen Alpenflora einen gegenüber unserer alpinen Pflanzenwelt recht veränderten Charakter und damit den Stempel grosser Selbständigkeit zu verleihen.

Für die Sonderstellung der kaukasichen Alpenflora sprechen

auch noch folgende Tatsachen, auf die bereits *A. Engler* aufmerksam gemacht hat. Nur 38 % ihrer Arten hat die Oreophytenflora des Kaukasus mit derjenigen der benachbarten Gebirge gemeinsam; in den Bergen Griechenlands sind es 46 %, in Rumelien sogar 66 %. — Endemismen zählt der hohe Kaukasus nach *A. Engler's* 1879 vorgenommener Zusammenstellung 29 %. Seither sind aber noch sehr viele neue Arten beschrieben worden, sodass wir wohl nicht zu hoch greifen, wenn wir heute 35 % annehmen, das ist gegenüber 15,4 % in den Alpen mehr als das Doppelte. Der Rest von 27 % dürfte in der Hauptsache weitverbreitete Glazial- oder ins Gebirge eingewanderte Steppenpflanzen sein.

Als alpin-altaische Pflanzen bezeichnet man Arten, welche ausser im Alpensystem auch noch im Ural-, beziehungsweise im Altai und z. T. auch in der Arktis auftreten. Kürzlich hat *A. Engler* eine 47 solcher Arten umfassende Liste veröffentlicht, die aber alle im Kaukasus nicht vorkommen, obwohl es daselbst nicht an den erforderlichen Standortsbedingungen fehlt. Mit Recht hebt der hervorragende Pflanzengeograph hervor, dass diese Tatsache von grosser Bedeutung für die Erkenntnis der Wege ist, welche die Glazialpflanzen während der Eiszeit und nach dieser auf ihren Wanderungen von den subarktischen Gebirgen nach den Alpen genommen haben. Obwohl der Kaukasus dem Altai und dem Ural näher liegt als Karpathen und Alpen, so ist doch die Wanderung der Glazialpflanzen dem weiteren Weg, der Südgrenze des Polareises entlang gefolgt.

Ganz fehlt übrigens dieses Element dem Kaukasus nicht, es sei nur erinnert an *Vaccinium uliginosum L.* Die Rauschbeere ist übrigens nicht spezifisch arktisch-alpin, sondern als Moor- und Waldmoorpflanze durch das submontane Mitteleuropa und Nord- und Mittelrussland verbreitet. Es ist daher wohl denkbar, dass diese Art von Norden mit der Waldflora in den Kaukasus gelangt ist. Das kaukasische Areal von *Anemone narcissiflora L.* und *Aster alpinus L.* ist mit ihrem Vorkommen im Altai durch vereinzelte Standorte im Tiantschan und nordpersischen Randgebirge direkt verknüpft.

Aber auch arktische, beziehungsweise arktisch-alpine Arten gibt es im Kaukasus. Hieher z. B.:

Elyna myosuroides [Vill.] Fritsch	*Saxifraga Hirculus L.*
Thalictrum alpinum L.	» *flagellaris Willd. em.*
Dryas octopetala L.	» *sibirica L.*

Die beiden letzteren Arten fehlen im Alpensystem. *Saxifraga flagellaris Willd.* gehört einerseits der Arktis, andererseits den Hochgebirgen Zentralasiens an. Da mehrere, gut umschriebene Varietäten und die fünf nächstverwandten Arten im Himalaja und Tibet endemisch sind, muss wohl der Bildungsherd dieser Art nach Hochasien verlegt werden. Auch *S. sibirica L.* dürfte von Osten eingewandert sein, sie geht südlich bis Kurdistan und bis weit nach Kleinasien hinein, gehört aber auch wieder dem Himalaja, dem Tibet und Alatau bis zum Altai an. Dasselbe wäre für *Thalictrum alpinum L.* zu sagen, findet sie sich doch von der Dsungarei in sämtlichen Gebirgen des Altaisystems bis nach Kamtschatka und ist sie anderseits auch wieder im östlichen Himalaja und durch das Tibet reichlich vorhanden. Das Vorkommen im Kashmir und Afghanistan verbindet dieses Zentrum mit demjenigen des Kaukasus.

Wenn einst die Pflanzenwelt des Tiantschan und des nordpersischen Randgebirges besser bekannt sein wird, dann dürfte sich für die Geschichte der kaukasischen Alpenflora diese östliche Einwanderungslinie gewiss wichtiger erweisen, als man bisher angenommen hat.

Eine ähnliche Lücke in der Erkenntnis der Pflanzenwelt besteht leider auch im Westen, indem die Erforschung der Flora des pontischen Gebirgszuges im Norden von Kleinasien immer noch recht mangelhaft ist. Manches deutet jedoch darauf hin, dass auch auf dieser Linie ein recht erheblicher Florenaustausch zwischen dem Kaukasus und den Gebirgen Südosteuropas, und damit indirekt auch mit dem Alpensystem erfolgt haben muss. Die herrlichen Hochstaudenfluren der Kolchis bestehen aus Arten, die grösstenteils im westlichen Transkaukasien und im angrenzenden Lasistan endemisch

sind. Jedenfalls wird hier der grösste Reichtum entfaltet. Einzelne ihrer Bestandteile finden sich auch im nördlichen Balkan, so z. B. *Telekia speciosa Baumg.*, *Doronicum macrophyllum Fisch.*; *Senecio Othonnæ M. Bieb.* tritt am Athos auf der Halbinsel Chalkidike auf. Auch *Lactuca tatarica (L.) C. A. Meyer* und *Campanula latifolia L.* sind beiden Gebieten gemeinsam. Den Kirschlorbeer (*Prunus Laurocerasus L.*) trifft man auch als Unterholz der Wälder Ostrumeliens, Südostserbiens, Thrakiens und Griechenlands an. *L. Adamovič* fasst ihn für die Balkanländer als Tertiärrelikt auf. Auch unter den Holzpflanzen gibt es eine Anzahl interessanter Uebereinstimmungen. Neben *Celtis australis L.* findet man auf dem Balkan auch die orientalische *Celtis caucasica Willd.*, mit der gemeinen Hainbuche (*Carpinus Betulus L.*) ist die kaukasische Art (*C. orientalis Mill.*) vergesellschaftet. Der gemeine Haselstrauch (*Corylus Avellana L.*) tritt neben *C. Colurna L.* auf.

In den Balkanländern ergeben sich somit Vegetationsbilder, die bereits deutliche Anklänge an die kolchischen Hochstaudenfluren und den Niederungswald der Ostpontis zeigen. Aber selbst bis in die Oreophytenstufe sind solche Verbindungen wahrscheinlich. Die Verbreitungsverhältnisse von *Erigeron alpinus L.* und *E. uniflorus L.* geben dafür Anhaltspunkte. *Anemone alpina L.* und *Ranunculus montanus L.* sind zwei alpine Oreophyten, die ausser im Alpensystem nur noch im Kaukasus auftreten; in den Balkangebirgen finden sich einige vermittelnde Stationen.

Doch vergessen wir neben all' diesen Fremdlingen die eigentlichen Kinder des Kaukasus nicht! Unbedeutende Abarten weitverbreiteter Spezies spielen nur eine untergeordnete Rolle. So ist *Aconitum Lycoctonum L. var. orientale Regel* eine weisslich-blühende Rasse unserer Wolfswurz. *Anemone narcissiflora L.* tritt neben dem Typus auch in der goldgelbblütigen Varietät *chrysantha F. et C. A. Mey.* auf; *Anemone alpina L. var aurea* ist orange- und nicht schwefelgelb wie unsere Urgebirgspflanze. *Polygonum Bistorta L.* tritt in einer niedrigeren Form mit dunkelrosafarbenen Blüten auf. *Trollius patulus Salisb.* ist eine unserem T. europaeus L. nahstehende

Pflanze; Aquilegia alpina L. der Alpen und des nördlichen Apennin wird durch *A. olympica Boiss.* vertreten usw.

Das sind alles kleine Abweichungen mehr oder weniger weit verbreiteter Spezies oder Sippen vikarierender, naheverwandter Arten, Unterarten oder Abarten, Differenzen, die auf eine verhältnismässig rezente Entstehungsgeschichte hinweisen.

Viele kaukasische Endemismen, es sind gerade die schönsten, glanzvollsten oder auffallendsten Gestalten, zeigen dagegen Merkmale einer alten Flora, wie: systematisch mehr oder weniger isolierte Stellung, geringe Variabilität, relative oder absolut kleine Verbreitungsareale, weit entfernt von denen der nächststehenden Arten. Auf einzelne Beispiele einzugehen ist hier nicht der Ort.

Bis in das Tertiär müssen diese alten Elemente der oreophyten Kaukasusflora zurückreichen. Sie lehren, dass offenbar schon vor der Eiszeit der hohe Kaukasus eine reiche Flora besessen hat, die bei der nicht sehr starken allgemeinen Vergletscherung des Kaukasus, in den Nachbarländern Standorte fand, wo sie die ungünstige Zeitepoche überdauern konnte, um am Schluss der Glazialperiode wiederum, und durch neue Arten verstärkt, in die Hochlagen der Hauptkette einzuwandern.

Wir sind am Schluss. Wenn auch viele Einzelheiten der Florengeschichte der Kaukasusländer immer noch im Dunklen liegen und gewisse Auffassungen der Revision bedürfen, so kann man heute doch schon so viel sagen, dass die Florengeschichte dieser Länder, obwohl in manchen Punkten recht abweichend von derjenigen unserer Alpen, doch kaum weniger verwickelt ist, dass aber der einheitliche Charakter der Pflanzenwelt der höheren Gebirgslagen des westlichen Kaukasus, ebensowenig wie in den Alpen, der Ausdruck gleichartigen Ursprungs, sondern derjenige der vereinheitlichenden, ausgleichenden Arbeit der daselbst herrschenden Lebensbedingungen ist.

Die Tiergeographie des Kaukasus.

von Prof. Dr C. Keller (Zürich).

In der zweiten allgemeinen Sitzung spricht Prof. *C. Keller* (Zürich) über die *Tiergeographie des Kaukasus*. Da der Vortrag demnächst in einem besonderen Reisewerk erscheinen wird, sei hier der Gedankengang kurz dargelegt.

Der Kaukasus bietet besonders in seiner Tierwelt recht verwickelte Verhältnisse dar, wobei sowohl klimatische Bedingungen wie die geologische Geschichte erklärend herangezogen werden müssen.

Im Westen finden wir eine ausgesprochene Waldfauna, im Osten dagegen eine Steppen- und Wüsten-Fauna, die namentlich auch in Hocharmenien scharf ausgesprochen ist. Dazu kommt eine eigentlich alpine und eine nivale Fauna.

Die Waldfauna ist, soweit es die höhere Tierwelt anbetrifft, auffallend arm, die niedere Tierwelt ist artenreicher. Bemerkenswert ist das Vorkommen des Wisent (Bison europæus). Einzelne niedere Gruppen, wie die Gallwespen, Pflanzenläuse und Pflanzenmilben sind schwach vertreten, reicher die Borkenkäfer mit mediterranem Einschlag. Die Waldfauna ist relativ spät von Norden hereingedrungen und stimmt mit der mitteleuropäischen Waldfauna überein. Die Steppenfauna im Osten ist von Innerasien aus vorgedrungen; bemerkenswerte Formen sind die Erdhasen (Alactaga) und die kleinen Nager (Microtus socialis). In Hocharmenien, das seine Fauna vom Kaspischen Meer durch das Tal des Araxes bezog, sind bereits indische Elemente eingestreut (Hyäne, Coracias Phrynocephalus).

Die alpine Fauna weicht stark von den Alpen ab, indem nordisch-alpine Arten nicht eindringen konnten, da noch zur Diluvialzeit im Norden ein Meeresarm das Schwarze Meer mit dem Kaspischen Meer verband. Als Charakterform ist Capra caucasica und Megloperdix caucasica zu erwähnen. Die Nival-Fauna ist noch ungenügend untersucht.

Reich vertreten ist die Haustierwelt, da die Steppen und Alpenwiesen die Viehzucht stark begünstigt haben. Sie war bisher noch dürftig bekannt und erwies sich als originelle und altertümliche Tiergesellschaft. Sie erinnert noch stark an unsere Pfahlbauzeit, wie denn auch in abgelegenen Tälern heute noch Pfahlbauten nachweisbar sind. In deren Umgebung finden wir das alte Torfschwein und Torfrind so gut wie unverändert. Von Norden her ist das jüngere Steppen-Rind vielfach eingedrungen.

Das Torfschaf fehlt, dagegen ist das Fettsteiss-Schaf (Ovis steatopyga) überall verbreitet.

Von Ziegen kommt noch eine ganz primitive Rasse vor. Der Büffel ist in den Tälern des Rion, der Kura und in Armenien stark verbreitet, im Osten tritt neben dem Esel das Kamel häufig auf. Von Innerasien her ist sehr früh das reine orientalische Pferd eingedrungen. Die Einwanderungen erfolgten zu verschiedener Zeit; als jüngste Haustiere sind Truthuhn und Kaninchen zu bezeichnen. Im Ganzen weist der Kaukasus etwa 21 Millionen Stück Grossvieh und Kleinvieh auf.

Voyage d'études scientifiques dans les Cordillères de Colombie

par

le Prof. Dr Fuhrmann (Neuchâtel)

Le rêve de tout naturaliste est de voir les tropiques avec leur végétation luxuriante et leur faune si riche et si variée.

La réalisation de notre rêve de jeunesse nous fut rendue possible grâce surtout à la Commission de la bourse fédérale pour voyages scientifiques qui m'alloua des fonds assez importants. Je tiens ici à remercier très vivement les membres de la dite Commission.

Actuellement la plupart des voyageurs scientifiques vont de préférence en Afrique dont les régions côtières sont certainement bien mieux connues que celles de l'Amérique du Sud. C'est pourquoi, nous avons décidé d'aller dans ce Continent et plus spécialement en Colombie, vu que cette République a été la plus négligée par les voyageurs naturalistes.

L'étude des matériaux, récoltés pendant notre voyage, nous a prouvé que notre choix a été bon, car nous avons rapporté, d'après les travaux des spécialistes qui ont étudié nos collections, plus de 150 espèces nouvelles d'animaux et autant d'espèces nouvelles de plantes [1].

Je ne puis naturellement dans le court laps de temps dont je

[1] L'étude des matériaux rapportés paraîtra prochainement dans les *Mém. de la Soc. neuch. des sc. nat* , sous le titre : O. Fuhrmann et E. Mayor, Voyage d'exploration scientifique en Colombie.

dispose, vous donner une idée bien approfondie du vaste pays que nous avons parcouru.

C'est le 25 juin 1910, à 1 heure du matin, que nous partîmes d'Anvers, mon ami le docteur *Mayor,* médecin et botaniste distingué, et moi ; après avoir échoué sur les côtes de la Jamaïque avec un vieux vapeur allemand le *Schwarzbourg* qui portait 800 caisses de dynamite et 8 caisses de cartouches de fulminate, nous sommes arrivés le 19 juillet seulement sur les côtes de la Colombie, cette fois sur un très beau bateau venant de New-York et qui avait gracieusement accueilli les naufragés. Nous arrivâmes au moment où la République fêtait le centième anniversaire de la libération du joug de l'Espagne. En effet, c'est en 1810 que par une ironie suprême s'échappaient à jamais des mains débiles, d'un descendant de Louis XIV, les rênes du pouvoir monarchique. Depuis cette date la Colombie est une république, mais elle a souffert dans ce court laps de temps, d'une soixantaine de révolutions plus ou moins importantes. Le pays, très riche, s'est ainsi épuisé dans les assauts répétés vers le pouvoir et dans la lutte continuelle pour l'assiette au beurre. Pour caractériser l'état économique du pays, il me suffit de dire que le taux de l'argent est depuis la dernière grande révolution de 1900, à 10,000 pour %. En retirant, par exemple, 500 francs à la banque de Barranquilla, nous recevions pour 50,000 francs de billets de banque colombiens. La Colombie ne possède actuellement plus d'argent monnayé en or ou en argent.

Permettez-moi de résumer très brièvement l'itinéraire de de notre voyage.

Le 24 août nous partîmes sur un de ces singuliers bateaux à vapeur à fond plat qui font le service de navigation sur la Magdalena de Barranquilla à Honda. C'est un voyage féerique de remonter ce fleuve venant du cœur du pays et bordé sur presque tout son parcours de magnifiques forêts vierges et de rares villages indiens. Nous avons pu jouir, malgré la chaleur torride, de paysages magnifiques surtout par leur végétation d'orages grandioses et des couchers de soleil féériques. Du bateau nous vîmes encore des passereaux et des perroquets aux couleurs

éclatantes, des échassiers et autres oiseaux aquatiques se promenant sur les bancs de sable si nombreux dans certaines régions de ce grand fleuve. Sur ces mêmes plages nous avons observé à maintes reprises de nombreuses tortues et surtout des groupes de 15, 20 à 30 individus du plus grand des reptiles, l'alligator qui fait là sa sieste.

Après sept jours nous arrivons enfin à Puerto Berrio, endroit d'où l'on part maintenant pour aller dans les Cordillères centrales et où commence la voie ferrée qui pénètre dans l'importante province d'Antioquia. Ce chemin de fer dont la construction fut commencée en 1878 a aujourd'hui 114 km. seulement. La partie la plus difficile reste encore à faire. Nous prenons donc la voie ferrée qui nous conduit après un petit accident à Cisneros où commence la partie plus sérieuse de notre voyage. Quelques heures déjà après notre arrivée une petite caravane se composant de huit mules de charge pour nos nombreux bagages et de nos deux mules de selle, accompagnées d'arrieros indiens se mettait en route pour Medellin. Nous atteignîmes cette ville après deux jours et demi de chevauchée sur des chemins qui sont le plus souvent, comme tous les chemins colombiens, en-dessous de toute critique. En effet les voies de communications sont, à très peu d'exceptions près, impraticables pour les chars et, pendant la saison des pluies souvent même impraticables pour les mules de charge et les cavaliers. De Medellin où nous passons quelques jours nous partons pour la région du Cauca où le consul allemand M. Carlos Bimberg nous invita gracieusement à passer quelques semaines dans ses vastes plantations de café situées sur les flancs de la profonde vallée du Rio Amaga. C'est là que nous avons fait les plus riches récoltes en animaux et en plantes nouvelles pour la science. C'est depuis la « Camelia » que nous avons visité les intéressantes salines et mines de charbon de Guaca et les grandes mines d'or et d'argent de Titiribi et de Zancudo, c'est de là que nous sommes allés faire un court séjour au bord du Cauca au Paso de Concordia. Après avoir exploré dans tous les sens la région de Angelopolis et du Cauca nous rentrâmes avec un riche butin scientifique à Medellin d'où nous partîmes pour

notre voyage à travers les Cordillères centrales et orientales vers les hauts plateaux de ces dernières. Nous remontons le Rio Porce, traversons les magnifiques forêts vierges de l'Alto San Miguel pour arriver au bord du Cauca. Nous passons sur la rive gauche de ce fleuve que nous remontons en longeant le pied des Cordillères occidentales. Après trois jours de chevauchée nous traversons à nouveau le Cauca pour aller à Manizales, centre minier situé sur un contrefort du Ruiz à 2142 m. De cette localité, deux fois détruite par des tremblements de terre, nous montons le massif le plus élevé des Cordillères centrales colombiennes, le Ruiz. C'est un ancien volcan qui atteint une hauteur de 5610 m. Sur des sentiers entrecoupés de pantanos (fondrières) effroyables nous traversons le col au Nord du Ruiz à 3820 m. C'est là que nous faisons pour la première fois connaissance avec les intéressantes régions des hautes altitudes appelées Paramos, dont nous parlerons plus loin. Nous nous hâtons de descendre de ces régions très intéressantes, mais peu hospitalières. En deux jours, étant descendus de 3600 m. nous nous trouvons dans la vallée du Magdalena à Mariquita, village misérable qui fut jadis une ville opulente grâce aux riches mines d'or d'alluvions. Après avoir traversé les Llanos de Garrapatas, vaste plaine dans laquelle s'élèvent quelques curieuses collines formées de tuf volcanique, nous arrivons à Honda. Honda encaissé entre les montagnes à une altitude de 210 m. est le point terminus de la navigation du Haut et du Bas-Magdalena, c'est le passage obligé du commerce d'importation et d'exportation du centre de la république.

C'est d'ici que nous partons le 8 octobre pour pénétrer dans les Cordillères orientales où, après avoir traversé trois chaînes de montagnes nous arrivons sur l'intéressant haut plateau la « Sabana de Bogota » qui porte la capitale de la Colombie.

Conseillés par M. *Roberto Beck,* aujourd'hui Consul suisse de Colombie nous faisons d'intéressantes excursions à la célèbre chute du Teguendama, aux curieuses mines de sel de Zipaquira, au Paramo Cruz Verde et au ravissant lac Ubaque, ce dernier déjà situé dans le bassin de l'Orénoque.

Le 22 octobre nous quittons Bogota pour rentrer en Europe.

Accompagnés de trois grands propriétaires de plantations nous passons dans les cafétales de la région de Viota où mon ami et compagnon de voyage M. le Dr *Eug. Mayor* étudie les maladies curieuses des caféiers. Par des sentiers aussi pittoresques que mauvais et même dangereux nous arrivons dans la vallée du Rio Bogota à la petite ville de Girardot située sur le Haut-Magdalena. Avec un petit vapeur nous descendons le fleuve jusqu'à Honda et de là avec le bateau-courrier à Barranquilla, point terminal de notre voyage en Colombie.

La Colombie, dont les côtes atlantiques furent découvertes en 1499, a une surface de 1,127,372 kilomètres carrés; elle est habitée seulement par 4,978,000 habitants y compris les 300,000 Indiens sauvages qui vivent encore dans les forêts vierges. Le pays est donc 27 fois plus grand que la Suisse et compte à peine un million d'habitants de plus. L'aspect de la Colombie est des plus pittoresques. On y trouve des plaines fertiles et des chaînes de montagnes fort élevées, de vastes forêts vierges et des pâturages étendus. L'immense chaîne des Andes qui sillonne le pays occupe un tiers de la surface, les Llanos, vastes plaines, comprennent les deux tiers de la République. En pénétrant depuis l'Equateur sur le territoire de la Colombie les Andes se divisent en quatre chaînes. Ce sont en allant de l'ouest à l'est : la Cordillère côtière du Choco, relativement basse ; puis au delà du Rio San Juan et de l'Atrato se trouve la Cordillère occidentale et entre le Cauca et le Magdalena la Cordillère centrale, dont la Sierra Nevada de Santa Marta est un massif détaché avec des cimes arrivant jusque près de 6000 mètres. A l'est enfin, la Cordillère orientale ou Cordillère de Bogota se prolonge dans le Vénézuéla. Chacune des chaînes est donc séparée de l'autre par un fleuve. Ce sont : l'Atrato, le Cauca et le Magdalena qui tous coulent du sud au nord. Les trois premières Cordillères sont encore peu connues au point de vue géologique. Elles se composent surtout de roches éruptives anciennes et récentes. La Cordillère côtière et le versant pacifique des Cordillères occidentales sont couvertes d'une épaisse couche d'alluvions qui renferme dans le Choco, peu exploré encore, de riches gisements d'or et surtout

de platine ; ils attendent le moment d'être exploités. Vous savez que jusqu'à maintenant la presque totalité du platine nous vient de l'Oural et que, vu sa rareté et le grand emploi qu'on en fait, ce métal vaut actuellement plus que deux fois la valeur de l'or. Vous voyez de là l'importance que prendront un jour les riches alluvions du Choco, surtout ceux du Rio Tamana et du Rio San Juan dans lesquels on trouve des pépites de platine de deux à trois cents grammes.

La plus grande partie des 6000 à 8000 mines déclarées qui se trouvent sur le territoire colombien, et dont très peu sont exploitées d'une manière quelque peu rationnelle, se trouvent dans les Cordillères centrales, dans les provinces d'Antioquia et du Cauca. Nous avons visité quelques-unes de ces exploitations où l'on travaille le plus souvent le minerai avec des moulins antioquiens possédant des pilons en bois. La cyanuration est encore presque inconnue. Il n'est donc pas étonnant que dans beaucoup de ces mines, le 30 à 60 % de l'or se perde, c'est pourquoi quantité de mineurs travaillent à leur compte en relavant les déchets des mines sur la battue. Malgré cela l'industrie minière est une des premières industries du pays. Avant la découverte de la Californie et des mines d'or de l'Australie, la Colombie était le pays le plus riche en or. On estime à 3700 millions de francs, la production totale des mines de la Colombie depuis sa conquête. Actuellement l'exportation en or, argent, platine et plomb est de 18 à 20 millions, mais pourrait facilement être doublée et triplée. Dans la Cordillère centrale nous avons aussi des restes peu étendus de terrains sédimentaires des schistes précrétaciques méconnaissables, fortement plissés, et des terrains crétaciques. Ces derniers renferment dans la région de Titiribi et de Guaca de vastes bassins houillers à peine exploités. La Cordillère orientale par contre se compose de longs chaînons et de vallées parallèles rappelant topographiquement et géologiquement le Jura. Ces chaînes ne renferment comme ce dernier aucune roche volcanique ; c'est le crétacique, et en particulier les terrains correspondant au Valangien et au Néocomien de notre Jura, qui sont le plus spécialement développés, ils atteignent l'épaisseur formidable de 3 à 4000 mètres. Dans

cet énorme système de chaînes que sont les quatre Cordillères on peut constater deux périodes de soulèvement, une au commencement et l'autre à la fin de l'époque tertiaire. Le système de plissement des chaînes des Cordillères orientales n'est pas semblable, comme croit *Hettner*, à celui du Jura; il est surtout formé par des failles nombreuses allant du nord au sud. En effet, nous n'avons jamais vu, malgré toute notre attention, des plis comme ceux que l'on rencontre si fréquemment dans notre Jura. La grande vallée du Magdalena par exemple, qui sépare la Cordillère orientale de la Cordillère centrale, est située dans un fossé d'affaissement long de 1000 km. et d'une largeur moyenne de 15 km. Il est ainsi beaucoup plus considérable que le fossé d'affaissement de la vallée du Rhin; ces deux fossés ont d'ailleurs une grande analogie de constitution et de direction. L'affaissement du Magdalena, bordé d'une double faille, passe au nord entre la Sierra Nevada de Santa Marta et la Sierra de Perija, mais le Magdalena ne suit pas la dernière partie du fossé d'affaissement, il va en ligne droite vers la mer en parcourant une vaste zone d'effondrement; cette dernière a attiré le fleuve vers elle et l'a fait dévier de son cours normal; le Magdalena devrait se déverser dans le golfe de Maracaïbo.

Dans la Cordillère de Bogota comme dans les Cordillères centrales se trouvent également des mines importantes: mines de cuivre et de fer, les fameuses mines d'émeraudes de Muzzo, les plus grandes du monde. Les mines de charbon, très nombreuses, correspondent comme situation géologique à celles des Cordillères centrales. Des mines de sel, la plus connue est la montagne de sel de Zipaquira, qui fut étudiée par *Alexandre de Humboldt* et que nous avons visitée en détail. Elle se trouve au nord de la Sabana de Bogota. Ce haut plateau forme une des particularités géographiques les plus intéressantes des Cordillères orientales de l'Amérique du Sud. Dans cette région de la Colombie il existe trois vastes plateaux, situés à 2600 mètres environ. Sur ces hauts plateaux nous rencontrons de nombreux lacs ou plutôt des lagunes très peu profondes. Ce sont à peu près les seuls bassins lacustres de la Colombie. On ne peut douter que ces vastes plateaux aient été jadis

occupés en entier par des lacs dont le niveau s'abaissa graduellement, lorsque l'écoulement au bord sud se fut creusé jusqu'au niveau du fond du lac, c'est-à-dire au niveau de la fertile Sabana d'aujourd'hui. D'après les Indiens et d'après l'interprétation un peu osée d'anciennes peintures indiennes sur les rochers de Facatativa et d'autres localités, ces lacs se seraient vidés brusquement grâce à la baguette magique d'un dieu Chibcha jaloux qui créa ainsi la magnifique chute du Tequendama. Certains de ces petits bassins lacustres comme celui de Guatavita et de Guasca ainsi que le ravissant lac de Ubaque que nous avons visité renferment dans leur fond des richesses en or et en émeraudes. On raconte que jadis, le jour du couronnement, le peuple Chibcha se réunissait autour du Cacique suprême sur les bords du lac de Guatavita. Au milieu d'eux le monarque se dévêtait, et, le corps enduit d'une mince couche de miel, on le couvrait de poudre d'or. De la sorte, il apparaissait à son peuple comme une idole étincelante. Des barques sacrées, escortées des dignitaires de sa maison, gagnaient le centre du lac. Se penchant alors il adorait dans les eaux le soleil, et il offrait à pleines mains, à ce maître du monde, l'or de ses coffres, ses joyaux et ses émeraudes. Enfin, se plongeant lui-même, il abandonnait aux ondes son paillettement ; s'étant ainsi humilié devant *Dieu* qui avait accepté son hommage, il apparaissait héritier du prestige divin. De là naquit en partie cette légende de l'Eldorado (homme doré) qui fut la ruine de tant de conquistadors.

Plusieurs fois on avait déjà essayé de vider ce lac sans réussir, mais on avait quand même déjà retiré pour plusieurs centaines de mille francs d'objets d'or et d'émeraudes. En particulier, un document précieux, le radeau de l'Eldorado en or massif qui représente la scène que nous venons de décrire. Un Anglais essaye maintenant avec succès de vider ce lac et il y a deux ans, j'ai lu dans les journaux qu'on vendait à Londres, une grande collection d'émeraudes et d'objets d'or provenant du lac Guatavita.

Le peuple des Chibchas comme celui des Aztèkes du Mexique et les Incas du Pérou n'était point à dédaigner. Il nous

surprend encore aujourd'hui par les sages dispositions de ses lois, par les vestiges de son active et ingénieuse industrie. Les Chibchas portaient aussi haut que les Grecs le culte du foyer, croyaient aux peines éternelles et à l'immortalité de l'âme. Ils connaissaient le système vigésimal, possédaient leur écriture, leurs calendriers et leurs monnaies d'or. Ils punissaient de mort l'homicide, le rapt, l'inceste et l'adultère, appliquaient aux voleurs la peine du fouet, considéraient la lâcheté comme une infamie entraînant le port d'un costume de femme. Le chef suprême édictait les lois et avait en mains les destinées du peuple, la paix et la guerre, l'administration et la justice. Ils donnaient ainsi le spectacle peut-être jamais revu depuis, d'une autocratie absolue, tempérée par la douceur de ses peuples.

En 1538, le peuple Chibcha vit déboucher sur le haut plateau, par trois points différents, venant du nord, de l'est et de l'ouest, trois troupes d'Espagnols. L'une venait de Santa Martha par la vallée du Magdalena, sous la conduite de Gonzales Quesada, l'autre dirigée par Nicolas Fédermann, passait par le Venezuela et la troisième avec Sébastien Belalcazar comme chef venant du Pérou. La soif de l'or transforma la conquête de ce pays en une folie de massacres pleine d'une cruauté froide, implacable et imbécile. Ces populations des plateaux, si douces, si avenantes, si malléables ne demandaient que des prêtres pour croire et ne désiraient que la vie en échange de leurs trésors. Le soc espagnol, impitoyable, a passé par là-dessus ; il ne reste plus une pierre des villes florissantes, des habitations pompeuses, desquelles les Espagnols enlevèrent les joyaux d'or dont la valeur pour la demeure du Cacique Sagamuxi seule était de 430,000 francs. On peut dire sans exagération que jadis ces plaines étaient plus riches, mieux exploitées, et mieux habitées qu'aujourd'hui après 370 années de civilisation espagnole.

En arrivant au sommet de la troisième chaîne des Cordillières orientales, nous fûmes frappés d'un grand étonnement. Nous nous trouvions soudainement à 2600 mètres d'altitude en face d'une vaste plaine. L'impression que le voyageur ressent est semblable à celle que produirait le brusque passage

d'une région du centre de l'Afrique à une plaine de Normandie. Mais ce qui nous frappe le plus, c'est la rencontre d'Indiens portant le plus souvent de lourdes charges sur le dos suspendus par un large ruban qui passe sur le front. Ce qui étonne, c'est leur taille trapue, les cheveux plats et noirs, le teint brun, le bridement des yeux et le saillissement des pommettes, tout cela leur donne un air si parfaitement mongol que nous crûmes nous trouver soudainement dans les plaines du centre de l'Asie. Ils étaient misérables, en loques, une expression de plainte inextinguible sur leur figure et dans le port de leur corps. C'étaient les misérables descendants des Chibchas dont je viens de vous parler et qui régnaient jadis sur ces hauts plateaux, dans une civilisation supérieure, civilisation de laquelle il ne leur reste plus rien, ni le souvenir de leurs dieux, de leurs mœurs, de leur langues, ni même de leurs noms.

Profitons de l'occasion qui nous a amenés à parler des Chibchas pour vous dire deux mots des autres populations de la Colombie. Outre le peuple dont nous venons de parler, il y avait encore les Quimbayas fixés dans le département du Cauca, qui possédaient également une culture supérieure. C'étaient des artistes qui se distinguaient entre toutes les tribus de l'Amérique du sud, par leur habileté en bijouterie, orfèvrerie, et dans la fabrication des poteries. Les nombreuses tribus indiennes des régions chaudes étaient et sont encore très peu civilisées, vivant surtout comme les peuples primitifs, de chasse et de pêche. On estime que la population de la Colombie était de 8 millions. Aujourd'hui, il existe encore environ 300,000 Indiens sauvages divisés en nombreuses tribus qui habitent surtout les Llanos, d'autres se trouvent sur la rive droite du Magdalena, dans la presqu'île de Goajira, dans la région de Popayan ainsi que dans les Cordillères occidentales à Frontino, Rio-Verde, etc.

Actuellement la plus grande partie des Indiens qui forment encore le 30 à 35 % de la population sont civilisés, catholiques fervents et ne parlent que l'espagnol. Dans les régions chaudes nous rencontrons des nègres qui représentent le 10 % de la population, tandis que la race blanche, créoles purs et immi-

Fig. 1. — Bateau à vapeur et pirogue sur le Magdalena (orig.).

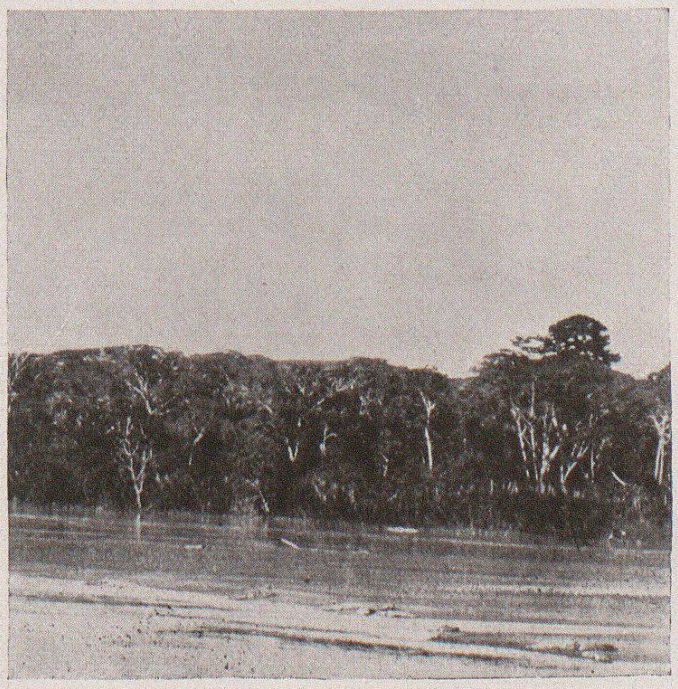


Fig. 2. — Forêt vierge au bord du Magdalena ; au premier plan, banc de sable avec Alligators (orig.).

Fig. 3. — Village au bord du Magdalena (orig.).

Fig. 4 — Sur le chemin de Guaca [Cordillères centrales] (orig.).

Fig. 5. — Salines de Guaca dans les Cordillères centrales (orig.).

Fig. 6. — Sur les bords de la forêt vierge près du Cauca (orig.).

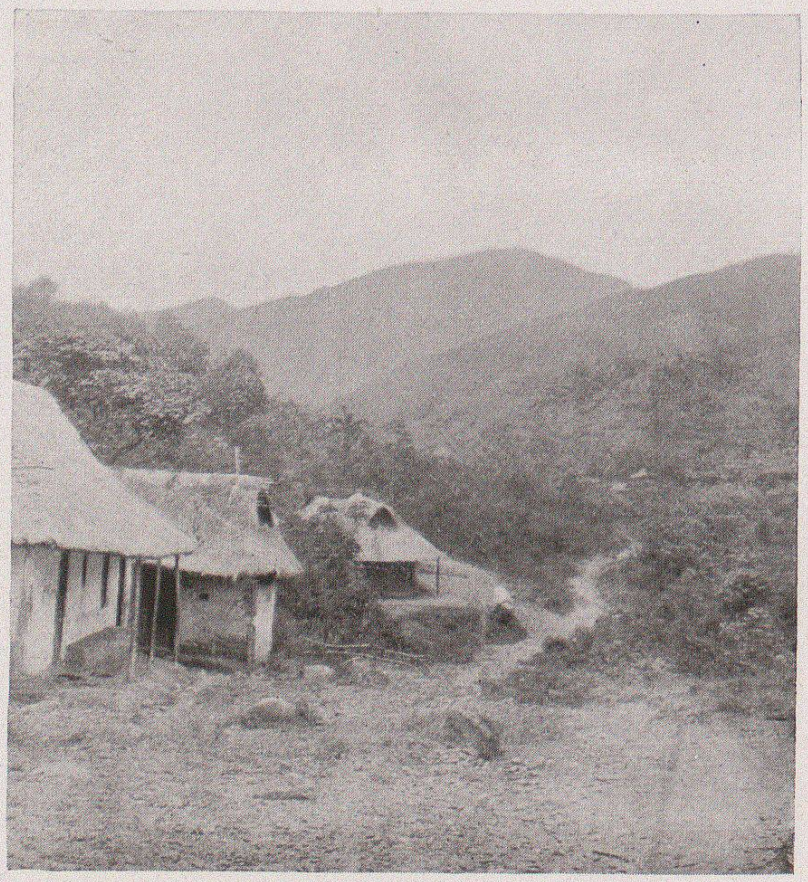


Fig. 7. — Huttes en terre battue près de Sabaletas [Cordillères centrales] (orig.).

Fig. 8. — Sentier dans une forêt près de Manizales (orig.).

Fig. 9. — Paramo du Ruiz avec forêt de chênes (orig.).
(3600 m. d'altitude)

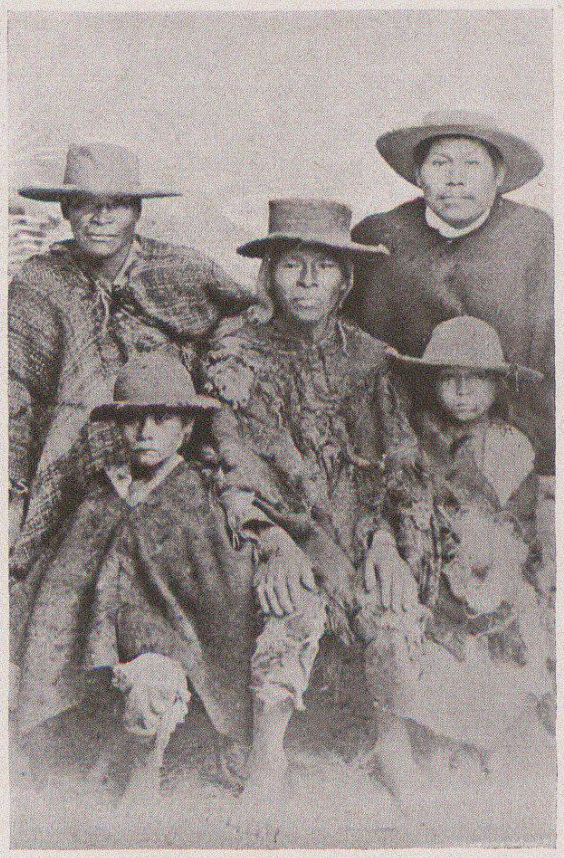


Fig. 10. — Chibchas des hauts plateaux des Cordillères orientales.

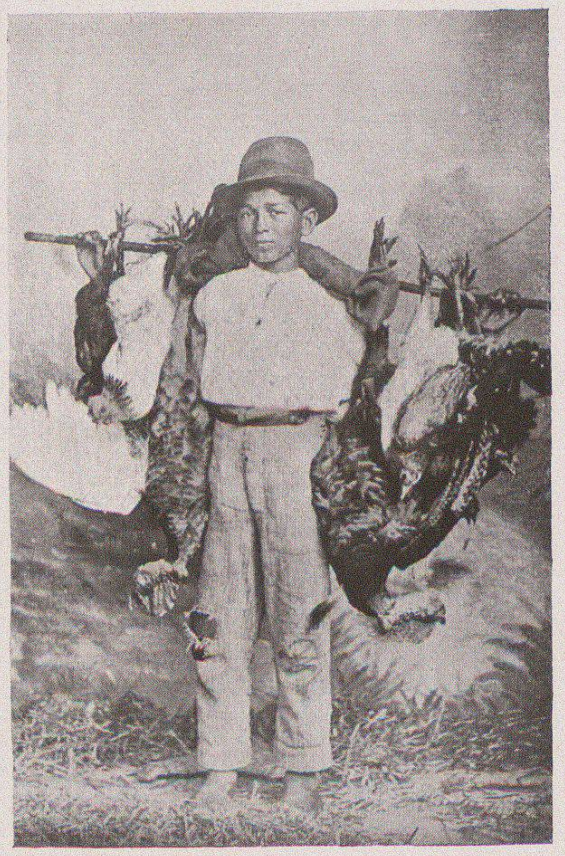


Fig. 11. — Métis portant de la volaille au marché de Bogota.

grés récents n'est que le 7 %. Le reste de la population, 45 à 50 %, sont des Metis, des Mestizos, des Mulatos et des Zambos.

Nous avons parlé des singuliers hauts plateaux qui sont d'anciens bassins lacustres, et je tiens, avant d'aborder des questions de zoologie et de botanique, à vous dire quelques mots des régions également très caractéristiques appelées les Paramos. Nous les avons vues, nous avons étudié leur faune et leur flore, en traversant la Cordillère orientale depuis les hauts plateaux vers l'est allant jeter un coup d'œil vers les Llanos où naissent les affluents de l'Orénoque et de l'Amazone. Nous avons fait avec eux meilleure connaissance encore en arrivant du Cauca et en traversant les Cordillères centrales au nord du géant du Ruiz, haut de 5,610 mètres. Les cendres de cet ancien volcan ont formé dans la vaste plaine des Llanos de Garrapatas, que nous avons traversée de curieuses collines de tuf et de cendres volcaniques. Le Paramos commence dans les Andes, à 3000 mètres environ. Dans cette région, la nature se modifie de plus en plus, le Paramos étant plongé la plus grande partie de l'année dans le brouillard et dans la pluie. Les forêts de chênes que nous avons traversées à 3,600 mètres encore, prennent un aspect fantastique avec leurs arbres énormes déchiquetés par le vent et la foudre, et couverts jusqu'à l'extrémité des branches de mousses et de lichens pendant et flottant au gré du vent. C'est là aussi que nous vîmes avec étonnement sur les arbres, à 3600 mètres, malgré le froid nocturne qui règne ici, de superbes orchidées épiphytes du genre *Odontoglossum*. Là encore, on voit voler les colibris dont on entend les cris stridents. De vastes étendues sont couvertes d'une végétation rabougrie, d'une composition spéciale dans lesquelles s'élèvent comme des candélabres géants, de 2 à 3 mètres de hauteur, les *Espeletia,* composées très typiques du Paramos. Arrivés sur le col, à 3800 mètres, nous vîmes à notre droite le géant de la Cordillère centrale, le Ruiz, couvert de neige à partir de 4700 mètres seulement, et portant un petit glacier. Derrière nous, par dessus la vallée du Cauca d'où nous venions, se dressent les Cordillières occidentales au delà des-

quelles se trouve une étroite région côtière, le riche et vierge Choco. Devant nous, les chaînes bleues des Cordillères orientales vers lesquelles nous allions et au flanc Est desquelles prennent naissance l'Orénoque et l'Amazone, avec leurs affluents coulant à travers les vastes plaines du Vénézuela et du Brésil, panorama vraiment grandiose. En descendant depuis le col, nous avons l'occasion de faire des observations intéressantes surtout pour nous, Suisses. Vous savez qu'à une époque très lointaine les glaciers de nos Alpes descendirent dans la plaine et couvrirent presque toute la Suisse. Le glacier du Rhône, par exemple, longeait le Jura où il laissait nombre de blocs erratiques apportés des Alpes. Une question intéressante se posait. Dans les Andes tropicales, près de l'Equateur, nous nous trouvons sous le 4me degré de latitude nord ; y a-t-il eu aussi une époque glaciaire ?

La limite des neiges éternelles se trouve au Tolima et au Ruiz, à une altitude supérieure à celle des plus hautes cimes de nos Alpes. De ces cimes, les glaciers sont-ils aussi descendus dans les vallées aboutissant au Cauca et au Magdalena ? En 1885 encore, *Albert Heim,* le géologue bien connu de l'Université de Zurich écrivait dans son traité classique sur les glaciers : Dans la zone tropicale de notre terre, il n'y a pas trace d'une époque glaciaire. La difficulté d'atteindre les hautes montagnes de la région tropicale a fait que les observations dans ce domaine sont de date relativement récentes. Pour ne citer que les observations concernant les régions voisines à la nôtre, *Hans Meyer* qui étudia les géants situés sous l'Equateur, observa que la limite des glaciers était jadis de 3700 à 3800 mètres tandis qu'aujourd'hui elle est entre 4500 à 4600 mètres, ce qui fait une différence de niveau de 900 mètres. En Colombie, *Hettner* et *Regel* observaient des polis glaciaires dans le Cocui (C. or.) à 4000 mètres, et dans la région du Tolima à 3600 mètres. En descendant du Paramos du Ruiz, nous avons vu à deux reprises des polis glaciaires très nets à des altitudes beaucoup plus faibles encore, puisque d'après nos observations barométriques ils se trouvent à 3326 et à 3202 mètres. Sur le côté Est donc des Cordillères centrales où le climat est plus

humide que sur le côté Ouest, les glaciers seraient donc descendus plus que ne l'indiquent les observateurs précédents, et la différence de niveau pour nos observations est de près de 1500 mètres. Ces observations correspondent parfaitement à celles de l'expédition *Steinmann*, *Hoeck* et *Bistram* en Bolivie, qui constata également que sur le côté Est les traces glaciaires vont jusqu'à 2600 mètres. En résumé, il résulte des observations faites par les géologues, que les hautes montagnes des tropiques de l'Amérique du Sud, ainsi que de l'Afrique, montrent deux périodes glaciaires séparées par une période interglaciaire bien marquée. Dans la première, comme chez nous, le recouvrement par la neige et la glace était plus fort que durant la seconde. Mais ce qui est surtout intéressant, c'est que ces deux époques glaciaires correspondent aux deux dernières des trois ou quatre époques glaciaires de l'Amérique du Nord et de l'Europe.

Actuellement, la limite des glaciers et des neiges va comme chez nous en reculant. La concordance parfaite sur toute la terre, dans l'oscillation des limites des neiges et des glaciers d'aujourd'hui et de la période diluvienne est certainement fort intéressante et a une grande portée théorique que je ne puis discuter ici.

Puisque nous nous trouvons près de la limite supérieure de la vie organique, à 3800 m. sur le col du Ruiz, parlons un peu de la distribution verticale de la flore et de la faune qui nous intéressa particulièrement lors de notre voyage.

Par le fait que nous avons en Colombie des chaînes de montagnes très élevées dont certaines cimes vont jusqu'à 5700 mètres d'altitude, tous les climats sont représentés bien que nous nous trouvions près de l'Equateur. La zone chaude, Tierra Caliente va de 0 à 1000 mètres (température moyenne 23 à 30° C.), la région tempérée Tierra Templada de 1000 à 2000 mètres (température moyenne 15 à 22° C.), la région dite froide Tierrra Fria de 2000 à 2800 ou 3000 mètres ; cette région bien entendu n'est pas vraiment froide puisque sa température moyenne est de 8 à 15° C. En dessus de 3000 mètres commence la région des Paramos qui va jusqu'à 4600, 4800 mètres,

où alors seulement commencent les neiges éternelles. En Suisse, la limite des forêts est à 1800 mètres, en Colombie à 3600 mètres. La limite des neiges est chez nous, entre 2600 et 2800 mètres, tandis qu'en Colombie, elle se trouve comme nous venons de le dire à 4600 ou 4800 mètres.

La Tierra Caliente couverte en grande partie de forêts vierges impénétrables, ou de vastes savanes est la région des palmiers, des mangos, de la canne à sucre, de la banane, du tabac, du caoutchouc, de la vanille, etc. Dans la région tempérée, croissent encore la canne à sucre et la banane, mais surtout le café et le quinquina. C'est là que se trouvent de véritables forêts de bambous et de fougères arborescentes. Par contre, dans la région froide sur les hauts plateaux, prospèrent la pomme de terre qui est originaire de l'Amérique du Sud les céréales et les arbres fruitiers. A partir de 3000 mètres la terre devient inhospitalière.

Je veux dire ici, quelques mots seulement de deux plantes dont la première est intéressante surtout, parce qu'elle est d'origine américaine. La banane devient de plus en plus un article d'exportation cultivé en grand depuis peu d'années sur les côtes atlantiques de la Colombie, en particulier à Santa Marta, et à l'embouchure de l'Atrato. Il y a là des plantations de 10,000 hectares, chaque hectare portant 400 à 600 bananiers. Déjà dix à quatorze mois après avoir été planté, l'arbre porte sa première grappe de fruits. On exporte aujourd'hui de Colombie environ 12,000,000 de régimes de bananes.

Mais de toutes les cultures, c'est celle du café qui est la plus importante puisque l'exportation est de 31,000,000 de kg. valant 24,000,000 de francs. Le café de Colombie est peut-être le meilleur de l'Amérique du Sud, il est surtout cultivé dans la région tempérée de 600 à 2200 mètres d'altitude. Nous avons spécialement étudié cette culture et M. le Dr *Mayor,* a même eu l'occasion de faire une expertise importante sur une des maladies multiples qui atteignent le caféier. Ce qui est intéressant dans les plantations de café de Colombie, c'est que le même arbre porte à la fois des fleurs, des fruits verts et d'autres rouges mûrs. La récolte se fait ainsi toute l'année, mais surtout en automne et au printemps. 100,000 arbres produisent en

moyenne 40,000 kg. de café prêt pour l'exportation. Je ne puis entrer ici dans les détails de la culture des caféiers, mais je tiens seulement à avouer notre étonnement lorsque nous vîmes les manipulations multiples et les machineries étendues qu'il faut pour préparer le café avant qu'il puisse être exporté. Parmi les autres produits végétaux, seuls l'ivoire végétal, le tabac, le cacao et le caoutchouc sont encore exportés en faible quantité.

Parmi les animaux, nous avons un grand nombre de groupes qui sont représentés depuis le niveau de la mer jusque dans les plus hautes altitudes. Mais en général, les représentants de ces groupes sont limités dans leur distribution verticale, à certains climats et ce n'est qu'exceptionnellement que l'espèce se trouve depuis la région torride jusque dans celle de Paramos.

C'est ainsi pour le Puma, l'Ocelot, le Renard du Brésil, les Pacas, les sarigues qu'on trouve depuis le niveau de la mer jusque dans la région des Paramos. Par contre, la Loutre, le Tapir, l'Hydrochoerus, l'Alligator et les Tortues ne se trouvent que dans la Tierre caliente. Les Lapins des montagnes, les Alouettes des alpes, les Pluviers, etc, ne se rencontrent par contre que dans la région froide et dans les Paramos. La vie animale se manifeste en Colombie jusqu'aux plus hautes altitudes ; nous avons trouvé à 3600 et à 3800 m. des Planaires et des Sangsues terrestres, des Vers de terre et des Myriapodes, des Grenouilles et des Crapauds, nous y avons vu des oiseaux comme le Colibris, les Alouettes et Dendrocoloptides, etc. Certaines de ces formes montent même jusqu'à 4600 m. d'altitude.

Au point de vue zoologique et botanique l'Amérique du Sud se montre très riche en formes endémiques. Nous voulons signaler ici les groupes de vertébrés les plus importants seulement.

Ce continent possède plus que n'importe quel autre un grand nombre de mammifères qui lui sont particuliers. Ce sont d'abord des *Singes* rentrant dans le groupe des singes à queue enroulante, les Cebides, les Pithécides et les Hapalides ou Ouistitis. Parmi les *Chauves-souris*, les Vampires — qui s'attaquent aux bestiaux et qui plus d'une fois nous ont saigné nos mulets sur le potrero — sont particuliérement typiques. Le manque d'*Insectivores* est frappant. Parmi les *Carnivores* ce sont certains

petits Ours et les Renards qui forment des groupes caractéristiques. Les Viverrides et Hyaenides manquent complètement à l'Amérique du Sud. L'ordre des *Ongulés* est très mal représenté, les Pécaris, les Lamas et Guamakas sont particuliers, ainsi que certains petits Cerfs et deux espèces de Tapirs. Les véritables Cerfs, les Antilopes, les Moutons, Chèvres, Bovidés et Chevaux manquent complètement. Parmi les *Rongeurs* il y a quatre familles particulières à l'Amérique du Sud et une cinquième ne possède encore des représentants qu'en Afrique. Les *Edentés,* Tatous, Paresseux et Fourmiliers sont très caractéristiques pour ce continent. Le groupe des *Marsupiaux* si typiques pour l'Australie ne renferme comme sous groupes principaux que les Didelphides et les Sarigues. Dans l'avifaune de l'Amérique du Sud règne une variété de formes, de couleurs, de voix, une richesse en individus comme dans aucun autre pays du monde, pas même dans les forêts des Indes et les îles de la Sonde. Ainsi l'Amérique du Sud est encore mieux caractérisée par les oiseaux dont il existe de très nombreuses familles, mêmes des ordres qui ne se trouvent que dans ce continent. Parmi les *Passereaux,* oiseaux chanteurs, il y a sept familles qui ne vivent qu'ici et quatre de ces familles forment même un sous-ordre à part celui des *Tracheophonides.* Les *Colibris* sont aussi très caractéristiques; il en existe plus de 650 espèces. Nous avons en outre des *Engoulevents* particuliers; des *Toucans,* des *Bucconides* et des *Hoccos,* ces derniers étant de singuliers Gallinacés. L'ordre des *Crypturides* n'a des représentants nulle part ailleurs, de même *Psophia* (Agami), *Palamedea* (Kamichis) et *Cariama* sont les représentants de trois familles particulières à l'Amérique du Sud. En dernier lieu je signale le Nandou, l'autruche américaine. Il serait également facile de caractériser le continent sud-américain par le groupe des Reptiles et des Amphibiens, mais surtout par celui des Poissons. Dans le vaste groupe des Invertébrés chaque embranchement, en particulier celui des insectes, renferme des genres, des familles qui sont particuliers à l'Amérique du Sud. Mais de crainte de vous ennuyer je ne veux en faire aucune énumération.

L'Amérique du Sud, très riche donc en formes endémiques

comme nous l'avons dit, est peut-être le continent le plus intéressant au point de vue de l'histoire de sa faune et de sa flore. Il n'existe, dans sa forme actuelle, que depuis une période relativement jeune encore, depuis le Pliocène.

L'étude de la géologie, mais bien plus encore l'étude de la faune et de la flore montrent d'une manière frappante que, pendant la période tertiaire, le Continent sud-américain était jusqu'au Pliocène séparé de l'Amérique du Nord, mais par contre était en relations avec l'Afrique, par une large bande de terrain qui reliait le Brésil à la côte occidentale du Continent noir. Au sud il existait par la Patagonie et le Chili, une relation avec le Continent antarctique qui, lui, fut en relations avec l'Australie.

Résumons très brièvement les raisons qui indiquent qu'il existait jadis un continent antarctique reliant les trois continents de l'hémisphère sud, l'Amérique du Sud, l'Australie et la Nouvelle Zélande ainsi que l'Afrique. Cette idée de l'existence d'un centre de créations antarctiques n'est pas nouvelle, mais elle a été plus spécialement étudiée ces derniers temps grâce aux nombreuses expéditions faites dans ces régions. Elles ont fourni des matériaux nécessaires à l'affimation de la théorie du Continent antarctique, surtout développée par *Forbes,* appuyée par *Osborn, Hutton, Beddard, Plate, von Ihering* et d'autres. Elle était tout d'abord basée sur l'existence dans les trois continents cités, de grands oiseaux aptères, l'autruche, le nandou et l'émou et quelques formes fossiles comme Dinornis et Aepyornis, etc. Les recherches approfondies ont montré que ces géants parmi les oiseaux n'ont que très peu de parenté entre eux, et qu'ils sont d'origine différente. Mais nous avons d'autres groupes, surtout dans les invertébrés qui parlent en faveur de l'Antarctica; ce sont d'abord certains groupes d'Amphibiens, de Poissons d'eaux douces, de Mollusques (Cyclostomes, Unio), des Arthropodes (Parastacides, Péripates surtout, puis des Vers de terre (Acanthodrillides. L'Amérique du Sud a des genres de ces groupes en commun avec la Nouvelle Zélande et l'Australie. La théorie de l'Antarctica admet aussi une relation avec l'Afrique du Sud,

plus spécialement avec Madagascar. Cette réunion du Continent antarctique avec l'Afrique me semble peu sûre, en tous cas de moindre importance.

Bien plus probables sont les relations importantes *du Nord* de l'Amérique du Sud avec la côte occidentale de l'Afrique, relations pour lesquelles plaident, daprès *von Ihering,* une foule d'animaux et de plantes, d'eaux douces surtout. D'après ce savant, l'Amérique du Sud se divisa en deux régions faunistiques bien caractérisées, l'*Archiplata* qui comprend le sud de l'Amérique du Sud, et l'*Archamazonia* qui est représenté par le nord de l'Amérique du Sud actuelle, plus spécialement par le Brésil qui, à la hauteur de Sainte-Hélène se reliait à l'Afrique, formant ainsi l'Archelenis. L'Archiplata et l'Archamzonia se sont réunis à une date relativement récente, échangeant leur flore et leur faune.

Quels sont maintenant les groupes, animaux et végétaux qui parlent plus spécialement en faveur de l'Archelenis. Parmi les mammifères, ce sont d'abord certains groupes de singes, puis les Lamantins (Manatus) qui se trouvent à la fois sur les côtes orientales du Brésil et les côtes occidentales de l'Afrique. Les restes fossiles de ces animaux trouvés sur Ste Hélène apportent une preuve à l'existence d'une côte reliant l'Amérique à l'Afrique. Parmi les poissons, ce sont surtout les Chromides, Silurides et Characinides, puis certains Lamellibranches et Vers de terre et bien d'autres groupes encore qui plaident pour les relations africaines. Parmi les plantes, ce sont surtout les plantes aquatiques d'eaux douces, *Pommederia* et *Eichhornia natans,* qui se trouvent sur les fleuves de l'Afrique et qui habitent aussi les fleuves sud-américains où nous les avons vus descendre le Magdalena en quantité énorme.

A l'époque où existait l'Archiplata reliée au Continent antarctique et l'Archhelenis, le Brésil relié à l'Afrique, l'Amérique du Nord depuis la période crétacique était détachée de l'Amérique du Sud. Cette dernière après s'être détachée à l'époque oligocène de l'Australie et de l'Afrique passa par une assez longue période d'isolement, période pendant laquelle se différencièrent les particularités faunistiques et floristiques, si

nombreuses et si caractéristiques de ce vaste continent. Ce n'est qu'à la fin de l'époque pliocène ou plus tard encore que les deux Amériques se sont mises en relations, et que commença l'immigration des mammifères et autres vertébrés et invertébrés, enfin un échange important de flore et de faune entre l'Amérique du Sud et l'Amérique du Nord. Le pont très large reliant les deux continents passa aussi par les Antilles.

Des effondrements très considérables formèrent la mer Caraïbe et les Antilles, ne laissant subsister que l'étroite relation par le Panama. Le canal de Panama formera à nouveau une légère barrière pour les futurs échanges d'animaux et de plantes, isolant l'Amérique du Sud comme à l'époque pliocène.

C'est par ces considérations paléogéographiques, très sommaires, il est vrai, que je désire terminer ma conférence, espérant que ce rapide coup d'œil sur de nombreuses questions aura pu vous intéresser quelques instants.