Werk

Titel: Vorträge und Abhandlungen

Ort: Berlin

Jahr: 1913

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1913|LOG_0141

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

Neu-Caledonien.

Von **Fritz Sarasin.**

Neu-Caledonien, das große, im Stillen Ozean verlorene Eiland, ist eine der allerletzten wichtigen Entdeckungen in der Südsee gewesen. Bougainville hatte zwar schon im Jahre 1768 auf seiner Weltumsegelung aus angetroffenem Treibholz auf die Existenz eines Landes in diesem Teile des Pacific geschlossen; aber es war erst Cook, der am 4. September 1774 die Insel wirklich entdeckte. Die steile, unwirtliche Küste erinnerte ihn an schottische Landschaft, und so gab er der neuen Insel den Namen Neu-Schottland oder Neu-Caledonien. Cook verfolgte die ganze Ostküste der langgestreckten Insel von Nord nach Süd und setzte dann seinen Weg nach Neu-Seeland fort. Um die Westküste zu suchen, sandte Ludwig XVI. La Pérouse, und als dieser verscholl, die Recherche und die Espérance unter Bruni d'Entrecasteaux und Huon de Kermadec. Beide Führer starben auf der Reise. Sie segelten der ganzen Westküste Caledoniens entlang, aber eine Landung bewerkstelligten sie blos am gleichen Orte, wie seiner Zeit Cook, bei Balade im Norden der Ostküste.

Es mag dies auffallend erscheinen, hat aber darin seinen Grund, daß die Insel in ihrer ganzen Länge auf beiden Seiten von einem mächtigen Barrierenriff begleitet wird, eine regelmäßige Ellipse um die Insel bildend, im Mittel etwa 10 Kilometer von der Küste entfernt, vielfach auch, namentlich an der Westküste, sich ihr nähernd und mit ihr verschmelzend. Wohl zeigt dieses Korallenriff zahlreiche Lücken, die den Tälern der Insel zu entsprechen scheinen, aber für Segelschiffe bildete es zu einer Zeit, als noch keine Karten bestanden, ein fast undurchdringliches Hindernis. Auch Dumont d'Urville, 1827, vermehrte die Kenntnis Caledoniens nur wenig, erwarb sich aber große Verdienste durch die Aufnahme der Loyalty-Inseln, welche östlich von der Hauptinsel eine dieser parallele Reihe bilden. Lifou und Ouvéa sind Entdeckungen d'Urville's, während Maré, die süd-

lichste dieser Inseln, schon früher von einem englischen Schiffe aufgefunden worden war.

Im ganzen verdanken wir den kühnen Seefahrern blos die Kenntnis der Lage Caledoniens und seiner vom Meere aus sichtbaren Bodenformen. Die eigentliche Erforschung begann erst, als 1843 sich katholische Missionare als erste weiße Ansiedler in Caledonien festsetzten, zunächst mit wechselndem Erfolg, mehrfach vertrieben und wieder zurückkehrend. Nach der Besitznahme der Insel durch Frankreich im Jahre 1853 sind es dann Beamte, Offiziere, Topographen und Mineningenieure gewesen, die nach und nach die ganze Insel besuchten, ohne daß sich besonders hervortretende Namen nennen ließen. Heute besteht eine, wenn auch in den Details schematische, so doch recht brauchbare Karte der Insel im Maaßstab von 1 : 100 000.

Im allgemeinen ist in Europa Neu-Caledonien bloß als Verbrecherinsel bekannt. Schon die Besitznahme erfolgte wesentlich mit dem Gedanken, sie als Exportplatz für Sträflinge zu benützen. Es sind denn auch im Laufe der Jahre Tausende und Tausende schwerer Verbrecher und unverbesserlicher Individuen dorthin gebracht worden, bis endlich vor ungefähr 15 Jahren diese Art Ausfuhr aus dem Mutterlande aufgehoben wurde. Man hatte gehofft, hier die Verbrecher zu kleinen Ackerbauern und Handwerkern erziehen zu können und ihre Arbeitskraft in den Dienst der Kolonie zu stellen. Diese humanitären Gedanken haben sich im wesentlichen als Utopie erwiesen. Das Zuchthaus ist vielmehr zum Fluch der Kolonie geworden. Viele der besten Ländereien wurden für die kostspieligen und meist erfolglosen Experimente der Zuchthausverwaltung in Anspruch genommen; für nützliche öffentliche Arbeiten, wie Anlage von Straßen, ist wenig geleistet worden; die schlechte Gesellschaft hat die Einwanderung tüchtiger Kolonisten verhindert; die eingeborenen Stämme wurden durch die Berührung mit den Sträflingen verdorben und haben jede Achtung vor dem Europäer verloren. Gegenwärtig leben noch gegen 6000 Verurteilter auf der Insel, die meisten als sogenannte Libérés, d. h. Leute, die ihre Strafe abgebüßt haben, aber die Insel nicht verlassen dürfen. Hierzu die zahlreichen Sprößlinge aus Ehen deportierter Männer und Frauen. Welchen Prozentsatz der europäischen Bevölkerung dies ausmacht, läßt sich leicht ermessen, wenn man bedenkt, daß die Gesamtzahl aller Weißen — Beamte und Militär mit einbegriffen — keine 20 000 beträgt.

Doch verlassen wir dieses unerfreuliche Bild und wenden uns der Insel selber zu. Ich habe mit meinem Freunde und Reisegefährten, Dr. Jean Roux, gegen 1½ Jahre auf Caledonien und auf den Loyalty-Inseln zugebracht, zum Zwecke zoologischer und anthropologischer Studien. Von diesen kann ich hier unmöglich sprechen; ich will vielmehr bloß versuchen, Ihnen ein flüchtiges Bild der Hauptinsel und ihrer Bewohner zu entwerfen.

Neu-Caledonien steht an Größe zwischen Baden und Württemberg; es hat die Gestalt einer NW—SO gerichteten Spindel von fast 400 km Länge und 40—50 mittlerer Breite. Von größeren Landmassen ist es sehr weit entfernt. Über 1400 km trennen es von der Ostküste Australiens, über 1500 von Neu-Seeland, über 1700 von Neu-Guinea. Kleinere Inselgruppen liegen dagegen viel näher; die schon erwähnten Loyalty's sind durch einen zwar tiefen, aber nur etwa 100 km breiten Meeresarm von ihm geschieden, und keine 300 km weiter ostwärts folgt die nächste Insel der langen Kette der Neuen Hebriden. Es wird die Bearbeitung des mitgebrachten reichen zoologischen Materials die Frage klären müssen, von welcher Seite her Neu-Caledonien seine Tierwelt erhalten hat, und ob und wann die Insel einst einen Teil eines großen, nunmehr versunkenen Kontinentes gebildet hat.

Die Lage der Insel zwischen dem 20. und 23° südlicher Breite bringt es mit sich, daß das Klima nicht ein rein tropisches, sondern ein gemäßigt subtropisches ist, mit einer ausgesprochen kühleren, dem australischen Winter, also unserem Sommer, entsprechenden und einer wärmeren Jahreszeit. Auch diese letztere ist noch leicht erträglich, zeigt doch der wärmste Monat, der Februar, in Nouméa ein Mittel von nur c. 27°, der kälteste, der August, bloß 20. In den kühlen Monaten sinken die Nachttemperaturen, selbst an der Küste, auf 12, ja auf 8°, und am Tage steigt das Thermometer selten über 25°. Die meisten Regen fallen in der warmen Jahreszeit; ihre Menge ist aber im Verhältnis zu wirklich tropischen Gegenden gering, so daß man Caledonien ein trockenes Land nennen kann. Selbst nach heftigen Regenperioden tritt infolge der durch den fast beständig wehenden Südost-Passat begünstigten Verdunstung und namentlich wegen der außerordentlichen Steilheit der Gehänge rasch wieder Trockenheit ein. Das Klima ist sehr gesund, zumal Malaria vollständig fehlt.

Drei geologische Formationen sind es hauptsächlich, die die Insel aufbauen, im Norden alte Schiefer, Gneiße und dergleichen, längs der Westküste sedimentäre Schichten, der Trias bis Kreide angehörig und endlich, im Süden eine geschlossene Masse bildend, aber durch die ganze Insel hin als isolierte, meist domförmige Massive auftretend, ungeheure Serpentinergüsse, wahrscheinlich frühtertiären Alters. Diese alteruptiven Massen bedecken mehr als einen Dritteil der ganzen Insel. Junge Vulkanbildungen fehlen.

Caledonien ist außerordentlich gebirgig. Längs der ganzen Ostküste erheben sich die Berge als steile Mauer, nur durch einen schmalen Streifen hügeligen oder ebenen Landes vom Meere getrennt. Aber auch dieser kann fehlen, und dann rauschen die Wasserfälle von den Bergen direkt ins Meer hinab. Nahe der Ostküste liegen auch die höchsten Erhebungen der Insel,

im südlichen Serpentingebiet der „Humboldt" mit ca. 1640 m und in der nördlichen Urschieferregion der „Panié" mit gegen 1700.

Mehrere tiefe Buchten, eigentlichen Fjords gleichend, schneiden weit in die Ostküste ein; aber die eigenartigste Bai ist sicher die von Hienghiène. Sie ist eingerahmt von Felsmassen eines kristallinen Kalkes, die aus der Schieferbedeckung ausgewittert sind. Diese mächtigen Kalkklötze, die teils in der Bucht selbst stehen, teils nahe der Küste folgen, zeigen die wunderlichsten Formen. Da ragen zwei Türme aus dem Wasser, les tours de Notredame genannt; ihnen gegenüber liegt eine Insel, die einem ruhenden Löwen oder einer Sphinx gleicht. Die Oberfläche aller dieser Kalkfelsen ist von Regenrinnen durchfurcht und in Nadeln, Spitzchen und Türmchen bizarrster Form aufgelöst; vielfach glaubt man Tiergestalten und Menschenprofile zu erkennen, bei Mondschein ein fast gespenstischer Anblick. Massenhafte Gänge und Höhlen durchsetzen diese Kalkfelsen.

Anders präsentiert sich die Westküste. Hier findet sich vielfach, da, wo nicht Serpentinmassive ans Meer herantreten, eine breite hügelige Zone, meist flach nach dem sumpfigen Strande auslaufend; sie entspricht den erwähnten Sedimentschichten. Es ist dies eine höchst einförmige Gegend, Tagereisen weit bloß mit Gras und lichten Wäldern von Niauli-Bäumen bedeckt. Das ist das Gebiet, wo am dichtesten die europäische Bevölkerung angesiedelt ist. Die weiten, hügeligen Grasstrecken dienen als Weideland für enorme Viehherden und die Talböden und Flächen Kulturen von Kaffee, Baumwolle und anderem mehr. Die Eingeborenen, die sog. Kanaken, sind hier schon fast verdrängt. An der steilen Ostküste dagegen, wo nur die Täler der größeren Flüsse sich für Kulturen eignen, sind Kolonisten spärlich, dafür die Eingeborenen umso zahlreicher. Es war daher von vornherein klar, daß für den Zoologen und Anthropologen die Ostküste der richtige Boden sein müsse. Unser erstes Hauptquartier für 7 Monate war Oubatche, ganz im Norden der Ostküste, später Canala, weiter im Süden.

Oubatche zählt drei europäische, weit von einander entfernte Wohnungen; es liegt auf schmalem, flachem Küstengürtel, dahinter eine steile Urschieferkette sich erhebt, gekrönt vom 1300 m hohen Gipfel des Ignambi. Bis zur Höhe von etwa 300 m herrscht die Niauli - Formation vor. Der Niauli (*Melaleuca viridiflora*), eine mit den Eucalypten verwandte Pflanze, ist der Charakterbaum ungeheurer Strecken Neu-Caledoniens, ein sonderbares Gewächs. Die weißen, in allen Richtungen gebogenen und verdrehten Stämme, an denen die schichtenweise sich ablösende Rinde, die sogenannte Niaulihaut, in Fetzen herabhängt, tragen eine undichte, schattenlose Krone kleiner, harter, lanzettlicher, aromatisch riechender Blätter und massenhafte gelblichweiße Federblüten. Die Niauli wachsen in Abständen von 5—10 m von ein-

ander, und da sie selten andere Baumarten neben sich dulden, bietet eine Niauligegend das Bild größter Monotonie. Das Unterholz bilden Gras, Farnkräuter und allerlei niederes Strauchwerk, leider auch auf enorme Strecken hin eine vor 40 Jahren in Caledonien noch unbekannte Pflanze, die zu Schmuckzwecken eingeführte Lantana. Dieses furchtbare Gewächs hat schon Hunderte von Quadratkilometern der Insel erobert, fast undurchdringliche Dickichte bildend und alles ursprüngliche Pflanzenleben erstickend und vernichtend.

Ueber der Niauliwaldzone folgen bei Oubatche steile, waldlose Gehänge, von weitem aussehend wie Bergweiden im Jura, in Wahrheit aber eine lästige Wildnis von niederem Buschwerk, harten Gräsern und Farnen, namentlich hochgewachsenem Adlerfarn, glasharten Gleichenien und breitblättrigen Dipterisrasen. Oberhalb 600 m, bald höher, bald tiefer, bedeckt lückenloser Urwald die Gebirgsschultern. Wenn dieser Wald auch nicht die fabelhafte Üppigkeit des malayischen Bergwaldes zeigt, so ist er doch in höheren Lagen, wo er fast täglich, auch in der trockensten Zeit, von Nebeln getränkt wird, sehr schön und stellenweise mit seinen vielen Palmen aus der Arecagruppe und den herrlichen Beständen von Baumfarnen ein glorioser Anblick. Farne überziehen den Boden als hoher, grüner Teppich und bedecken in Gemeinschaft mit goldbraunen Moosen kletternd die Stämme, an denen sich noch zahlreiche andere Epiphyten, besonders häufig großblättrige Freycinetien, festklammern und Lianen hinaufwinden. Ungemein blütenarm ist dieser Bergwald. Umso mehr erfreuen daher durch ihre leuchtende Farbe die vielen Pilze. Da glänzen auf dem dunklen Waldboden und auf verwesendem Holze karminrote, hellziegelrote, schwefelgelbe, meergrüne und weiße Flecke, bunt wie Korallen im Meer. Viele Pilzhüte leuchten des Nachts mit grünem oder weißlichem Lichte, ein Sternenhimmel auf Erden.

Kein fröhlicher Vogelschlag belebt diese Bergwälder. Fast geisterhaft unheimlich, wie ein dumpfes Feuerhorn, erschallt von Zeit zu Zeit der Ruf der großen Goliathtaube, eines herrlich in Silbergrau und Kastanienbraun gekleideten Vogels; Raben bellen gelegentlich fast wie junge Hunde, oder kreischend schlägt ein Schwarm Papageien in eine hohe Baumkrone ein. Sonst Totenstille. Lautlos flattern riesige Flederhunde über die Baumwipfel dahin.

Die Bergwälder sind die eigentlichen Feuchtigkeitsreservoire der Insel. Um so schlimmer, daß ihre Ausdehnung Jahr für Jahr eingeschränkt wird, wodurch das Klima eine ungünstige Beeinflussung erfährt. Wenn in den trockenen Monaten der Regen für längere Zeit fast oder ganz aussetzt, nehmen große Teile Caledoniens einen fast wüstenartigen Charakter an. Die Niauli-Wälder und die steilen Gras- und Buschgehänge trocknen

aufs äußerste aus; die kleinen Flüsse versiegen, und massenhaft stirbt das Vieh an Wasser- und Futtermangel. Das ist die Zeit der Gras- und Waldbrände, und fast alle Nacht sieht man den Himmel von Feuerschein gerötet und am Tage schwere Rauchwolken sich über die Landschaft lagern. Diese Brände werden von den Eingeborenen, zum kleinen Teil für die Anlage von Feldern, zumeist aber aus reiner Freude am Brennen angelegt. So wenig nämlich ein Schwarzer dem Reflex widerstehen kann, nach einem sitzenden Vogel mit einem Stein oder einem Holzstück zu werfen, so wenig kann er im Vorbeigehen ein dürres Grasfeld sehen, ohne es in Brand zu stecken. Früher mag das besser gewesen sein, als er, um Feuer zu erhalten, auf die anstrengende Arbeit des Feuerreibens mit zwei Hölzern angewiesen war, aber heute, wo fast jeder Tabak raucht und Schwedische bei sich hat, sind diesem Naturtrieb keine Schranken mehr gesetzt.

Von weitem ist es ganz unterhaltend, den an den steilen Bergen hinaufkriechenden, vom Winde gejagten Feuerschlangen zuzusehen, aber als einmal ein solcher Brand sich unserer Wohnung in Oubatche bis auf wenige hundert Meter näherte, verlor das Schauspiel viel von seinem Reiz. Die breite Feuermauer rückte rasch und prasselnd vor, genährt vom trockenen Gras und Buschwerk; lichterloh, wie Riesenfackeln, flammten die Niaulibäume auf, um aber bald wieder zu verlöschen, denn es ist nur die Rinde, welche brennt und in Feuergarben davon fliegt; das Holz selbst wird in der kurzen Zeit, während der das Unterholz das Feuer nährt, nur angekohlt und die Blätterkrone versengt, wobei der Rauch aromatisch riecht. Eine Vogelart aus dem Geschlecht der Artamiden oder Schwalbenwürger macht sich diese Brände zunutze und jagt dicht am Feuerrand auf die aufgeschreckten Insekten.

Nach einem solchen Brande sieht die Landschaft trostlos aus; der kahle Felsboden tritt überall zutage; schwarz gekohlte, blattlose Stämme ragen traurig daraus hervor; aber schon bei den nächsten Regen erwacht das Leben wieder. Gras und Farne sprossen aufs neue, und die scheinbar toten Niauli bedecken sich mit frischen Trieben, ein Bild unzerstörbarer Lebenskraft.

Leider gilt nicht dasselbe vom eigentlichen Hochwald. Wo auch die Flamme den Waldrand erreicht, wird er angesengt und erholt sich nicht mehr. Unerbittlich rückt an seine Stelle das Gras vor und verdrängt so, langsam aber sicher, den Hochwald, den an den steilen Gehängen Jahrtausende aufgebaut haben.

Sehr schön kann man diesen Prozeß beobachten, wenn man zu Schiff der Ostküste Nord-Caledoniens entlang fährt. Die Bergkette, die ganz nahe vom Meer sich zu großen Höhen aufschwingt, bietet durch die Abwechslung in der Färbung der hellgrünen Niauliwälder und Grasflächen

mit dem tiefdunklen Hochwald, der Bergrücken und der zahllosen von diesen zur Küste hinablaufenden Bachschluchten mit ihren blendend weißen Wasserfällen einen höchst angenehmen Anblick. Aber bald überzeugt man sich, daß hier ein tragisches Vernichtungsdrama sich abspielt. Der Hochwald macht völlig den Eindruck einer sich nach der Höhe zurückziehenden, geschlagenen Armee; das Gros hat die Kämme in geschlossener Masse erreicht, überall schleppen sich Waldfetzen, wie müde Bataillone, der Hauptarmee nach, andere sind bereits abgeschnitten und rings vom Grasfeind umgeben. An besonders steilen Halden, wo das Feuer, vom Meerwind getrieben, rasend nach oben eilen kann, sind auch in den geschlossenen Wald schon tiefe, zungenförmige Breschen hineingeschlagen. In den tieferen Lagen bilden die feuchten Bachschluchten noch Refugien des Waldes; sie werden einst auch vom Grasfeind eingenommen werden, wenn einmal, wie es in vielen Teilen Caledoniens schon der Fall ist, der Bergwald vernichtet sein wird und die Bäche in der trockenen Zeit versiegen.

Der höchste Punkt dieser Bergkette ist der Panié. Da der gegen 1700 m hohe Gipfel kaum 5 km von der Küste entfernt ist, kann man sich leicht eine Vorstellung von der Steilheit seiner Gehänge bilden. Als Ausgangspunkt für die Besteigung wählten wir Tao, früher ausgezeichnet durch einen grandiosen, dem Staubbach ähnlichen Wasserfall, der aber jetzt, in Röhren gefaßt, das Schmelzwerk einer Minenkompagnie mit Kraft versehen muß. Dreißig Kanaken als Träger und zwei tonkinesische Diener bildeten unsere Begleitung. Steil ging es von der Küste hinauf über Gras-, Farn- und Niaulihügel, bis wir oberhalb des Wasserfalles das waldige Tal des nun ruhigeren Flusses erreichten. Diese steilen Anstiege von der Küste sind, wenn auch recht mühsam, doch unendlich reizvoll, weil man gleichsam schwebt über dem unendlichen, pazifischen Ozean, in welchem die blendend weiße Brecherlinie des Außenriffs und die hellgrünen Flecke küstennaher Korallenflächen sich wunderbar abheben vom tiefen Blau des offenen Meeres.

Bei 500 m suchten wir eine Stelle, um die Hütte aufzuschlagen; aber der Talboden mit seinem felsigen Flußbett war so eng, daß wir kaum Raum genug hierfür fanden. Unsere Träger bauten dann für sich am steilen Gehänge über einander ihre Schutzschirme aus Palmenblättern, besonders nachts ein lustiger Anblick, wenn in jedem dieser winzigen Hüttchen ein Feuer brannte.

Am folgenden Morgen wurden sechs kräftige Leute ausgeschickt, um einen Pfad nach dem Berge zu schlagen; wir selbst benützten die Zeit zu zoologischer und botanischer Arbeit. Im Gegensatz zu einer sehr artenreichen Flora ist die Tierwelt Caledoniens arm. Ganze große Gruppen fehlen. Die Säuge-

tiere sind nur durch Fledermäuse und Ratten vertreten; Schlangen, Frösche, Landschildkröten und Krokodile fehlen ganz, wahrscheinlich eine Folge frühzeitiger Abtrennung der Insel und wohl auch sekundärer Verarmung, vielleicht hervorgerufen durch die enormen Serpentinergüsse. Unter den Eidechsen, von denen nur zwei Familien vertreten sind, fallen besonders höchst bizarr gestaltete, große, plumpe Gestalten aus der altmodischen Gruppe der Geckos auf; auch die Vögel sind nicht reich, bloß gegen 80 Arten zählend, außer den Papageien fast alle in unscheinbare Farben gek'eidet. Formenreicher erscheinen die niederen Tiere, namentlich die Landschnecken, unter denen mächtig große, 10 und mehr Zentimeter lange Placostylus-Arten besonders charakteristisch hervortreten, dann die Schaar der Würmer, Spinnen, Tausendfüßler, Krebse und Insekten, auch die letzteren selten von tropischer Farbenpracht. Selbst die Schmetterlinge tragen, mit Ausnahme eines großen, herrlich blauen Schillerfalters, wenig zum Schmuck der Landschaft bei. Die meisten Tiere und Pflanzen sind der Insel eigentümlich, ein Zeichen langer Isolierung und selbständiger Artbildung.

Die ausgesandten Leute kehrten abends heim, mit der allerdings unrichtigen Behauptung, den Berg bestiegen zu haben. So brachen wir in der Morgenfrühe auf, die rechte Talseite hinauf. Das Unterholz erwies sich als nicht allzu dicht und der Wald überhaupt als mäßig hoch; vereinzelte riesige Dammarfichten ragten weit darüber empor; von 1000 m an wurden Pandaneen vorherrschend. Bei kaltem Wind, der schwere Nebel heranbrachte, kletterten wir einen turmartig steilen Gipfel hinan, von dem die Führer angaben, es sei der hohe Panié, obschon meine Barometer nur ca. 1400 m anzeigten. Nach einer Stunde etwa wich der Nebelvorhang und enthüllte im Westen einen viel höher sich aufschwingenden Bergkamm. Es war zwar die Fortsetzung desselben Grates, auf dem wir uns befanden, aber durch einen tiefen Einschnitt von uns getrennt. Nun galt es rasch zu handeln, denn es war schon 12 Uhr, und beim Abstieg von der Nacht überrascht zu werden, schien wenig verlockend. Sechs Kanaken mit Haumessern voran, arbeiteten wir uns über den erst abfallenden, dann dachsteil ansteigenden Felsgrat weiter; er war oft so schmal, daß beiderseits der Stock ins Leere tastete; indessen schützte die Vegetation vor einem Sturz in die Tiefe. Gedrungen gebaute Baumfarne mit kurzen Fiederblättern und windverbogene, hohe Araucarien, Wetterformen wie Arven in unserem Hochgebirge, zierten diesen exponierten Felskamm, dessen höchsten Punkt, den höchsten Caledoniens überhaupt, wir um 2 Uhr erreichten. Es zeigte sich, daß der Panié einen ungeheuren Kamm darstellt, nach Nordosten zu einen enormen Waldkessel umschließend, durch den der Tao-Fluß seinen Lauf nimmt. Nach Westen und Süden zu enthüllte sich ein Gewirr meist waldloser Ketten und Täler; auf beiden Seiten erglänzte das Meer. Der

rasche Abstieg war sehr anstrengend, zumal uns schließlich doch die Nacht einholte. Die Hände blutig gerissen von den scharfen Sägezähnen der Pandanusblätter und die Beine voll Beulen vom Anstoßen an alle möglichen Hindernisse, erreichten wir endlich die Hütte.

Einen ganz anderen Anblick als die Urschieferberge, zu denen die Panié-Kette gehört, bieten die Berge der Serpentinformation. Schon ihre Formen sind andere, weit mehr noch ihre Farben, welche ein dünner Vegetationsschleier durchschimmern läßt. Weiße, gelbe, rotgelbe, rote, violette, ja tiefschwarze Töne herrschen vor. Besonders intensiv leuchten diese Farben, wie brennende Wunden, an den zahlreichen kahlen Stellen, wo Erdrutsche die steilen Gehänge durchfurchen oder wo früher Minen gearbeitet haben oder auch noch im Betrieb sind. Die Serpentine enthalten nämlich den einzigen, wirklich nennenswerten Reichtum Caledoniens, die Metalle Nickel, Chrom und Kobalt. Namentlich für den immer steigenden Nickelbedarf ist die Insel eine der Hauptbezugsquellen der Erde. Der Bergbau ist rein oberflächlich, da nach Aussage der Minen-Ingenieure die metallhaltigen Schichten bloß einen Mantel um die Berge bilden sollen. So werden diese Berge einfach angekratzt oder geschält wie Rüben.

Die höchste sowohl, als die formenschönste Erhebung im Serpentingebiet ist die Berggruppe, welche vom „Humboldt" dominiert wird. Um zum Ausgangspunkt für die Besteigung dieses Berges, der Mündung des Ngoi-Flusses, zu gelangen, stellte uns die Minengesellschaft „Le Nickel" freundlichst eines ihrer Dampfschiffe zur Verfügung. Dann folgten wir zwei kleine Tagemärsche dem Flußtal aufwärts bis zum Fuß des Berges, bald in dem mit mächtigen Geröllmassen angefüllten Bette wandernd, bald längs der steilen, felsigen Flußhalde kletternd, mit dem Haumesser durch Wald und Busch. Es gelang nicht, das Zelt höher als bis 200 m hinaufzuschieben, da weiter oben kein Wasser mehr zu finden ist.

Das Ngoi-Tal ist ein wahres botanisches Wunder. Nirgends in den Tropen habe ich so viele herrlich blühende Gewächse so nahe bei einander gesehen als hier und überhaupt in der caledonischen Serpentinformation, auf einem Boden, der für jede Kultur unbenutzbar ist. Im Wald längs des Flusses fielen namentlich zwei Bäume auf, der eine mit großen, roten campanulaartigen Glocken, der andere mit goldgelb leuchtenden, dicht gedrängten Blütentrichtern. Reicher noch als im Wald erschien die Blütenpracht auf den steilen, waldlosen Gehängen, wo der rote, harte, eisenschüssige Thonboden frei zutage tritt, stellenweise dicht besät mit schwarzen Eisenkörnern und Blöcken. Da dieser Boden sich in der Sonne ungemein stark erhitzt, nehmen alle Gewächse einen eigenen Habitus an; außer zerstreut stehenden Büschen harter Gräser ist hier alles holzig, die Blätter klein und hart, oft unterseits rot oder gelb gefärbt, zuweilen dicht gedrängt, wie

Schuppen von Tannzapfen, die Stengel umschließend. Fast alle diese Sträucher nun, die häufig ihre kleinblättrigen Kronen in Form von Schirmen ausbilden, tragen ein ungemein reiches Kleid von Blüten. Vielfach sind diese zwar klein, dafür aber so massenhaft, daß das Blattwerk daneben zurücktritt. Häufig sind auch Pflanzen von dracaenaartigem Habitus, mehrere Meter hoch und lange Blütenstände tragend, Dracophyllum-Arten. Weiß, gelb und rot sind die vorherrschenden Blütenfarben, blau und violett fehlen oder treten doch ganz zurück. Sehr sonderbar ist es, daß außerordentlich viele caledonische Blüten sich dadurch auszeichnen, daß die Kelch- und Blütenblätter ganz zurücktreten und die Blüte bloß ein aus langen und intensiv gefärbten Staubfäden gebildetes Röschen oder Bürstchen darstellt. Man könnte dies geradezu als caledonischen Blütentypus bezeichnen.

Unsere dreißig Träger und Trägerinnen — es waren etwa zehn Frauen darunter — richteten sich zum Schutz gegen die kühlen Nachtwinde sehr sonderbar ein. Im halbtrockenen Flußbett bauten sie aus großen, aufeinander gelegten Rollblöcken Kreise von ca. 5 m Durchmesser und tapezierten sie innen mit Zweigen und Blättern aus; in der Mitte des Kreises wurde ein Feuer angefacht, und dann legten sie sich radiär zum Schlafen hin, die Füße gegen das Feuer gerichtet. Solche mir früher durchaus rätselhafte Steinkreise waren mir schon an anderen Stellen Caledoniens aufgefallen.

In der Erwartung, den Berg nicht in einem Tag bewältigen zu können, nahmen wir Wasser und Proviant für zwei Tage mit. Nach Erklimmung der Talwand erreichten wir den Grat einer der mächtigen, vom Humboldt ausstrahlenden Bergrippen. Der Boden war harter, gelbroter Thon, besät mit schwarzen Eisenblöcken und spärlich bekleidet mit der geschilderten, blütenreichen Buschvegetation. Stufenförmig sich erhebende, steile Felshalden gelber Serpentinblöcke, durch den Regen in sonderbare Karrenformen ausgewaschen, bildeten die einzigen Hindernisse des sonst mühelosen Aufstiegs. Bei 900—1000 m Höhe, wo der Einfluß der Bergnebel sich mehr und mehr geltend macht, folgte geschlossener Wald. Eine winzige, ebene Stelle bei 1100 m wurde zur Anlage des Nachtquartiers benützt. Aus kleinen Stämmen wurde ein Hüttchen errichtet und mit Farnblättern gedeckt; Farnblätter dienten als Lager; die Nacht war kühl und feucht (11°).

Hier machten wir unsere erste Bekanntschaft mit dem wunderbarsten aller caledonischen Vögel, dem Kagu (*Rhinochetus jubatus*), dem einzigen Vertreter einer besonderen Familie. Einige Träger brachten ein lebendes, laut krächzendes Exemplar herbei; ein Hund hatte das Tier aufgejagt; der Kagu legt sich dann aus Angst platt auf den Boden, bedeckt mit den Flügeln den Kopf und läßt sich ruhig greifen. Es ist ein Vogel vom Aus-

sehen eines kleinen Kranichs mit langem, rotem Schnabel und roten Beinen, silbergrauem Gefieder und einer prächtigen Haube langer Federn, die er zierlich aufrichten kann. An Feinde ungewohnt, hat er verlernt, seine Flügel zu gebrauchen und fällt jetzt den erst durch die Europäer eingeführten Hunden wehrlos zum Opfer. Bald wird auch dieses herrliche Geschöpf der Vergangenheit angehören, falls nicht auch im fernen Caledonien der Gedanke des Naturschutzes erwacht.

Von unserer Lagerstätte ging es am Morgen bei starkem, kaltem Wind eine waldige Felsrippe hinan. Der Wald wurde immer feuchter; eine tiefe, weiche Masse von Humus, Blättern und Moos bedeckte den Boden; Moospolster bildeten täuschende Brücken über Felslücken und gefallenen Bäumen. Epiphyten deckten alle Stämme; besonders zierlich umkleidete ein silberweißer, fein gefiederter Farn, eine Trichomanes-Art, die dunklen Stämme wie mit einem Brautschleier. Die Bäume, vom Winde verbogen und niedergelegt, bildeten, zugleich mit ihrem riesigen Wurzelwerk, wahre Holzberge, über die man, wie über Leitern, wegzuklettern hatte. Noch weiter in der Höhe änderte sich das Vegetationsbild aufs neue. Der Boden wurde felsig und trocken. Der Gipfel selbst bestand aus großen Serpentinblöcken, und an Stelle des moosigen Waldes traten niedrige, kleinblättrige Schirmkronenbäumchen, reichlich mit Blüten bedeckt. Ein lilienartiges Gewächs mit karminroten, leuchtenden Blütenbürsten (*Xeronema moorei*) bildete zwischen den Blöcken herrliche Rasen. Leider war die Aussicht oben nicht klar. Neidische Nebel gestatteten nur gelegentliche, schmale Ausblicke auf die sonnenbestrahlte Insel.

Der ganze Südteil Caledoniens ist, wie schon gesagt, von der Serpentinformation eingenommen, ein unendliches Gewirr bunt gefärbter Berge und tiefer Täler. Nirgends aber präsentiert sich diese eigenartiger als in der sogenannten Seenebene, wie mir scheint, einem enormen Senkungsgebiete. Wir bereisten sie von Yaté aus, fast am Südende der Ostküste gelegen. Der Golf von Yaté ist ein zwischen hohen Bergen tief einschneidender, schmaler Graben; in sein Ende stürzt sich mit einer Schnelle der grüne Yaté-Fluß, der durch ein wildes, tiefes Waldtal herabrauscht; er kommt aus mehreren ausgedehnten, kesselartigen Flächen mit ebenem Boden, in welchen sich das Regenwasser zu Sümpfen und Seen sammelt, eine völlig menschenleere, trostlose Gegend. Der Boden besteht hier auf weite Strecken hin aus metallischem, schwarzem Eisen, rotem Thon aufliegend, teilweise in enormen Blöcken; ich habe solche von 3 m und mehr Höhe gemessen. Eine dünne Pflanzendecke schmückt auch diesen feindlichen Boden mit ihren Blüten, aber alles ist hier so fremdartig, daß man auf einem anderen Planeten zu wandern glaubt.

Die untiefen Seen liegen auf einem Bett von Eisenkörnern. Eisen sind

die Blöcke, die aus dem Wasser ragen; eine durch die eiserne Not verkümmerte Tierwelt bewohnt diese seltsamen Gewässer, winzige Fische, winzige Krebse, kleine Schnecken und Würmer; kaum ein Vogel belebt diese Wasserflächen, die niederes Buschwerk mit zwerghaft verkrüppelten Araucarien umrahmt. Man hat diesen Teil der Insel Caledonia petraea, das steinige Caledonien, genannt. Sehr viel bezeichnender wäre C a l e d o n i a f e r r e a , das eiserne Caledonien.

Wie die alte caledonische Pflanzenwelt vor neuen Eindringlingen Schritt für Schritt zurückweicht, wie der Kagu den eingeführten Hunden unterliegt, so schmilzt die eingeborene Bevölkerung vor der Berührung mit dem weißen Element dahin. Von 26 000 im Jahre 1885 ist ihre Zahl auf 17 000 zurückgegangen, hat also in dieser kurzen Spanne Zeit um mehr als einen Dritteil abgenommen. Neue Krankheiten, besonders Tuberkulose, Lues und Lepra, der Alkohol, vor allem aber die veränderte Lebensweise, die aufgenötigte oder auch freiwillig angenommene Bekleidung, die Lockerung der strengen Stammesorganisation, der Zusammenbruch uralter Sitte und Anschauungen, kurz alle die Folgen, welche die Berührung mit der europäischen Zivilisation notwendig mit sich bringt, haben dieses unheilvolle Ergebnis herbeigeführt. Die Caledonier, gewöhnlich Kanaken genannt, sind ein kräftig gebauter, großgewachsener Menschenschlag (Mittel im männlichen Geschlecht 1,66 m) von dunkler Hautfarbe, mit krausem Haar, das, wenn nicht geschnitten, einen mächtigen Busch bildet, starkem Bartwuchs, langem, dolichocephalem Schädel, dunklen, unter einem kräftigen Stirnschirm tief liegenden Augen, enorm breiter Nase und vortretenden, mit kräftigen Zähnen bewehrten Kiefern. Von europäischem Einfluß völlig unberührte Stämme gibt es keine mehr. Sehr viele Stämme sind katholisch, einige wenige protestantisch, aber auch die ganz oder teilweise heidnisch gebliebenen sind doch alle mehr oder weniger in Sitten und Anschauungen verändert. Die Kriege von Stamm zu Stamm, die früher eine so große Rolle spielten und eine beständige Leibesübung mit sich brachten, sind längst unterdrückt worden und haben nur noch in gewöhnlichen Prügeleien ihre meist harmlosen Nachspiele. Die Waffen, Lanze und Keule, sind daher unnötig geworden und werden nur bei Festen noch hervorgeholt; nur die Steinschleuder sieht man noch öfters getragen, und der Bogen dient noch zur Jagd auf Fische, Flederhunde und Tauben.

Auch die Menschenfresserei gehört der Vergangenheit an; der letzte Fall soll 1902 vorgekommen sein. Früher aber war sie allgemein Sitte, und die Leichen der im Kriege gefallenen Feinde wurden stets vom Sieger verspeist. Bei Pam, im Norden der Insel, am sumpfigen Ufer des Diahot, des größten caledonischen Flusses, steht eine lange Reihe von über 40 Steinblöcken, von denen jeder einen erschlagenen und verspeisten Feind be-

deutet, der größte, menhirartig gestaltete, den Häuptling, ein Siegesdenkmal eigener Art.

Die Religion der Kanaken ist vornehmlich Ahnenkult und Zauberei. Die Geister der Ahnen haben Einfluß auf das Wohl und Wehe eines Stammes, auf gute und schlechte Ernte, Gesundheit und Krankheit usw.; ihnen werden daher Opfer gebracht und ihre Hilfe angerufen. Es geschieht dies an einsamen Orten, meist bei Felsen, die von dichtem Baumwerk umgeben sind oder in Grotten. Dort sind auf Felsplatten die Schädel der Ahnen, besonders der Stammeshäuptlinge, in Reihen aufgestellt, Altäre merkwürdigen Aussehens.

Die Zauberei ist wesentlich eine Art von Sympathiezauber. Steine, die ungefähr die Form der Feldfrüchte zeigen, in die Nähe der Pflanzungen gebracht, meist in die Felder eingegraben, befördern die Produktion dieser Früchte; so gibt es längliche Steine für die Ignamenwurzel, runde für die Taroknollen, gebogene für die Banane. Steine mit parallelen Rinnen oder mit schwarzen Flecken, welche Wolken bedeuten, dienen dazu, Regen zu machen, rotgefärbte Steine töten Feinde, fischartig gestaltete befördern den Fischfang usw. Alle diese Steine beziehen ihre geheimen Kräfte von den Ahnengeistern und werden vielfach auf den Friedhöfen aufbewahrt.

Diese Friedhöfe waren und sind es, trotz dem Verbote der Regierung, welche regelrechte Bestattung vorschreibt, teilweise noch heute, Felsspalten und Höhlen oder die Kronen mächtiger Feigenbäume. Die Leichen werden in Hockerstellung gebracht, die Kniee ans Kinn hochgezogen und mit Kokosfaserstricken fest zusammengeschnürt. Es geschieht dies, wie mir ein Häuptling sagte, damit sie nicht wiederkommen. Dann schiebt man sie in eine Felsspalte, umgibt sie zuweilen mit Steinplatten, schließt etwa auch die Spalte mit Steinen zu oder man bindet sie in Baumkronen auf einigen Tragstangen fest. Später nach der Verwesung setzt man dann bevorzugte Schädel auf Altäre.

Die Kanaken wohnen in kleinen Dörfern unter je einem Häuptling; diese kleinen Einheiten schließen zu größeren zusammen, historisch herangewachsenen Großstämmen unter einem Oberhäuptling und meist durch eine eigene Sprache von den Nachbarstämmen sich unterscheidend. Solcher Sprachen gibt es eine Menge. Mögen sie auch wahrscheinlich nur Dialekte sein, so sind sie doch so spezialisiert, daß die Kanaken verschiedener Landesteile sich nicht verstehen und mit Hilfe französischer Brocken unterhalten.

Die Dörfchen an der Küste sind stets in Kokospalmen eingebettet; im Innern sind sie höchst malerisch auf aussichtsreiche Hügel gestellt und schon von weitem kenntlich an dem Hain von Kokospalmen und Araucarien, der sie beschattet. Die Vereinigung dieser beiden so sehr verschiedenen Pflanzengestalten, der zierlichen, hellgrünen Kokos und der düsteren,

fast schwarzen, an Zypressen erinnernden Araucaria, wirkt überraschend hübsch.

Die typische Hütte, die aber jetzt im Verschwinden begriffen, moderneren Bauarten weicht, hat eine runde, bienenkorbartige Form. Meist sind sie nur klein. Wenn es sich aber um Hütten großer Häuptlinge handelt oder um Versammlungs- und Festhütten, nehmen sie die Gestalt hoher Kegel an, 10 m und mehr messend und auf eine runde, erhöhte Erd- und Steinbasis gestellt. Die niederen Wände sind mit Niaulirinde bekleidet, das hohe Dach mit Stroh.

Namentlich diese großen Hütten zeigen reiche Skulptur, der man trotz ihrer Barbarei eine gewisse wilde Großartigkeit nicht absprechen kann. Die schmale Türöffnung wird beiderseits von mächtigen Brettern flankiert, beschnitzt mit geometrischen, rot und schwarz bemalten Mustern und oben in ihrer ganzen Breite von einem grotesken schwarzen Gesicht gekrönt. Auch die Türschwelle trägt eine Fratze, und selbst im dunklen Innern, das nur durch die Tür etwas Licht erhält, sind zuweilen kolossale Skulpturen in Menge angebracht. Das Kegeldach ferner trägt einen geschnitzten Aufsatz, dessen lange Spitze mit mächtigen Meerschnecken besteckt ist.

Alle guten Schnitzereien sind älteren Datums. Was etwa jetzt noch hergestellt wird, ist schlecht und stillos. Die Kunst der Kanaken ist, wie die Rasse selbst, in vollem Zerfall. Die herrlichen Paradeäxte aus einer großen Scheibe fein polierten Nephrits oder Serpentins werden längst nicht mehr angefertigt, ebensowenig die Halsbänder aus grünen Steinperlen; auch die eingeborene Töpferei ist verschwunden und hat europäischer Ware Platz gemacht, wie das Steinbeil der Eisenaxt, das Muschelmesser dem Eisenmesser, der Baumbaststoff europäischem Tuch usw. So galt es, von diesen alten Sachen noch zu retten, was zu retten war, bevor es hierfür unwiederbringlich zu spät ist.

Die Caledonier sind aber nicht nur ein zweifellos kunstbegabtes Volk, sie sind auch geschickte Fischer und vortreffliche Ackerbauer. Die in größtem Maaßstab angelegten Terrassen und Bewässerungsanlagen für die Kultur ihrer Hauptnahrung, der Taro-Wurzel (*Arum esculentum*), haben von jeher die Bewunderung der Reisenden auf sich gezogen. Es ist sonderbar, daß dieses fast ausschließlich von vegetabilischer Nahrung lebende Volk vor Ankunft der Europäer die Salzbereitung nicht kannte. Einen Ersatz bildete für die Küstenbewohner der Genuß von Meerwasser und für die im Inneren Lebenden Meerschnecken und Muscheln, die sie gelegentlich holten oder eintauschten. Solche alte Handelswege sind oft dicht besät mit Resten mariner Konchylien.

Als Arbeiter in europäischen Plantagen oder in Minen taugt der Kanak

wenig; er liebt regelmäßige Arbeit nicht. Bald packt ihn Heimweh, und dann zieht er nach Hause, gänzlich unbekümmert darum, ob seine plötzliche Abreise dem Arbeitgeber passe oder nicht. In den Kanakendörfern herrscht ein tiefer, idyllischer Friede; wenn nicht gerade die Felder bestellt werden müssen, sitzt man den ganzen Tag schwatzend und rauchend im Schatten der Kokospalmen; Essen und Vorbereitungen zum Essen sind Hauptbeschäftigungen. Dabei reiht sich Fest an Fest, und diese dauern oft eine ganze Reihe von Tagen.

Jeder Anlaß wird zum Feiern eines Festes benützt, der Beginn des Feldbaues, die Ernte der ersten Wurzeln, Geburten, Hochzeit, Mannbarkeitserklärung von Häuptlingskindern, ja selbst Todesfälle und Erinnerungsfeiern an Verstorbene. Zu größeren Festen kommen die Nachbarn massenhaft zu Besuch und werden stammweise in eigenen Hütten beherbergt. Nacht für Nacht wird dann getanzt bei der eintönigen Musik aufeinander geschlagener Rindenklappern und nicht minder eintönigem Gesang, begleitet von eigentümlichen Zischlauten. In den Küstengegenden sind diese Tänze schon stark degeneriert und formlos, aber mit Freude erinnere ich mich eines Festes, das uns zu Ehren einmal tief im Innern gegeben wurde.

Bei einer Reise von Coné an der Westküste hinüber nach der Ostküste trafen wir abseits vom Verkehrswege auf ein Dörfchen, Bopop mit Namen, noch fast unberührt von europäischem Einfluß. Überragt von einem hohen Serpentinmassiv, erschien vor uns plötzlich, wie eine Vision aus alter Zeit, auf einem Hügelrücken, in Araucariengruppen halb versteckt, ein kleines Dorf mit hohen, altmodischen Kegelhütten. Die ganze Bewohnerschaft eilte uns zur Begrüßung entgegen und versprach uns für den folgenden Tag einen Tanz.

Zur festgesetzten Zeit kamen sie denn auch an, eine Schar fast nackter, mit schwarzer Farbe beschmierter Gesellen, den gewaltigen Haarbusch mit Federn und blühenden Zweigen geschmückt oder mit hohen Mützen aus Baumbaststoff, zierliche Tanzgürtel um die Hüften geschlungen. Unter dem Dröhnen der Rindenklappern und lautem Zischen, Lanzen und Keulen schwingend, rückten sie mit trippelnden Schritten, die Kniee leicht gebogen und die Hüften im Rhythmus bewegend, stets ein Stückchen Weges vor, um dann wieder für eine Weile Halt zu machen. Es war auch einer dabei, der die groteske caledonische Holzmaske mit langem Federmantel trug und mit anderen ein Scheingefecht mit geschickt geworfenen Lanzen ausführte.

Als sie nahe genug bei uns angekommen waren, trat einer vor, hielt eine Rede und überreichte als Gastgeschenk ein Huhn und drei große Ignamenwurzeln. Dann begann der eigentliche Kunsttanz, von zehn Männern ausgeführt. Sie hatten in jeder Hand ein Grasbüschel und führten damit, in

zwei Reihen geordnet, bald sich zur Erde bückend, bald stehend und sich drehend, höchst präzise und elegante Bewegungen aus, zu denen einer mit hohen Trillern die Zeichen gab. Der Tanz, eine Art Ballett, hatte vier Akte. In der letzten Tanzfigur bildeten sie eine Ellipse und warfen zum Schluß, alle zugleich, die zwanzig Grasbüschel in hohem Bogen fort. Es war ein packendes Bild, der Tanz dieser Wilden, unter tiefblauem Himmel in herrlichster Berglandschaft abgespielt und als Hintergrund das romantische Dorf mit seinen Bienenkorbhütten und dunklen Araucarien, aber doch nicht ohne Wehmut, erschien es doch wie ein letztes Abendrot einer unwiederbringlich dahinschwindenden Kultur.

Der jetzige Stand der Kenntnisse vom Gesamtkreislauf der Atmosphäre.*)

Von **R. Süring.**

Auf die Periode eifriger theoretischer Studien über die atmosphärische Zirkulation, eingeleitet durch W. Ferrel und James Thomson und mit einem Höhepunkt vor ungefähr 25 Jahren, ist eine Zeit verhältnismäßig geringer Fortschritte oder gar eines Stillstandes gefolgt, die erst mit dem Beginn aerologischer Expeditionen ihr Ende erreicht hat.

Der Erfolg Ferrels lag ja darin, daß er lediglich auf Grund der Druck- und Temperaturverteilung, wenn auch angeregt durch Maurys ein Jahr früher erschienene Windkarte der Erde, die Luftzirkulation aus den durch die Erdrotation bedingten Zentrifugalkräften ableitete. Das Ausschlaggebende sind die beiden großen Polarwirbel, die an ihrem äußeren Rande eine Zirkulation im Sinne des Uhrzeigers — also antizyklonal — und eine Luftanhäufung in mittleren Breiten bedingen. Das subtropische Maximum war damit mechanisch richtig erklärt, während man vorher nur einen unteren Polarstrom und einen oberen Äquatorialstrom kannte, die sich in der Passatregion gewissermaßen kreuzten, so daß der Polarstrom zum Unterstrom wurde und umgekehrt. Der Streit zwischen Ferrel und James Thomson um das beste Zirkulationsschema hat jetzt nur noch historisches Interesse, aber es ist ganz lehrreich, daß das allererste Schema von Ferrel aus dem Jahre 1856 den Tatsachen wahrscheinlich besser entspricht als die später modifizierten Schemata, wie sie noch jetzt meist gebräuchlich sind. Während Ferrel anfangs einen besonderen vertikalen Kreislauf jenseits der Polarkreise annahm, finden wir 1857 bei J. Thomson und später auch

---

*) Nach einem im Berliner Zweigverein der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft gehaltenen Vortrag.

bei Ferrel einen kontinuierlichen polwärts gerichteten Oberstrom. Wolken- und Ballonbeobachtungen haben den Glauben an eine konstante Strömung in höheren Breiten erschüttert.

Ferrels mathematische Ableitung des Zirkulationsproblems wird man als klassisch bezeichnen können; der Grundgedanke, von einer Ruhelage der Atmosphäre relativ zur Erde auszugehen und nun auf die vom Äquator ausgehende Strömung die Grundgleichungen der Hydrodynamik anzuwenden, ist jedenfalls sehr glücklich; allerdings setzt er die Kenntnis der Temperaturverteilung voraus. Aber auch wenn hierfür genügend Beobachtungen vorliegen, ist es fraglich, ob man zu dieser hydrodynamischen Behandlungsweise zurückkehren wird, denn für große Teile der Atmosphäre kann man nicht mit kontinuierlichen Strömen rechnen, sondern Mischung, Kondensation, Reibung und dergleichen hindern die freie Beweglichkeit der Luftmassen. Spekulativ bedeutete die Einführung des Energieprinzips durch W. von Siemens einen Fortschritt; mathematisch entsprechen v. Helmholtz' Studien über atmosphärische Bewegungen[1]) am besten dem heutigen Stand der Kenntnisse. Die von ihm vertretene Anschauung, daß es weniger die Reibung ist, welche die Gesamtzirkulation hemmt, als die Vermischung verschieden bewegter Luftschichten bei Aufrollung von Diskontinuitätsflächen, ist neuerdings durch aerologische Beobachtungen in den Passatregionen vollständig bestätigt. Ähnliche Betrachtungen haben später von Bezold in seinen „pseudoadiabatischen Vorgängen" und Emden in den „langen Zyklen" entwickelt. Lange Zyklen sind Zirkulationen, deren Strombahnen sich nicht über begrenzte Gebiete schließen, sondern in das allgemeine Windsystem einmünden. In die gleiche Gruppe von Studien kann man die Versuche von Bjerknes und Sandström rechnen, mit Hilfe von Lord Kelvins Zirkulationskurven die Bahnen der Luftteilchen zu verfolgen. Gegenwärtig scheinen theoretische Betrachtungen nach dieser Richtung hin am aussichtsvollsten zu sein. Wir können direkt sagen: eine befriedigende Darstellung des großen Kreislaufes ohne Berücksichtigung der Gleichgewichtsstörungen ist unmöglich, oder mit anderen Worten — da ein mathematischer Ansatz für eine einigermaßen korrekte Wiedergabe der Störungen fehlt und wir daher auf Beobachtungen angewiesen sind —: wir brauchen die Kenntnis der vertikalen Temperatur- und Dichtigkeitsverteilung für eine Reihe von Querschnitten durch die Atmosphäre als Grundlage für weitere Forschungen.

Es besteht also ein prinzipieller Unterschied zwischen der heutigen und der älteren Forschungsmethode. Während man früher — abgesehen von einigen Wolkenbeobachtungen — seine Rechnungen auf die Beob-

[1]) Sitzungsberichte der Berliner Akademie der Wiss. 1888 S. 647 und 1889 S. 761.

achtungen am Erdboden aufbaute, ist man jetzt bestrebt, zunächst das Material aus der Höhe herbeizuschaffen und dann die Tatsachen zu deuten. Vielleicht ist es nicht überflüssig, darauf hinzuweisen, daß man in absehbarer Zeit nicht darauf hoffen kann, für zahlreiche Orte aerologische Daten zu bekommen, welche an Genauigkeit annähernd klimatologischen Mittelwerten entsprechen. Abgesehen von der Schwierigkeit der Messungsmethoden wird dies durch die riesigen unperiodischen Temperaturschwankungen in größeren Höhen illusorisch. Die Hauptkunst für eine zusammenfassende Darstellung liegt darin, die vereinzelten Beobachtungen richtig zu vereinigen.

Zur Definition der atmosphärischen Zirkulation brauchen wir im wesentlichen zweierlei: erstens die Neigung der isobarischen Flächen vom Äquator zum Pol in verschiedenen Höhen — dieses „wirksame" Druckgefälle berechnet sich aus den Mitteltemperaturen der Luftmassen — und zweitens den tatsächlichen Bewegungszustand, wie er durch Zentrifugalkraft, ablenkende Kraft der Erdrotation und dergleichen gebildet wird und sich in Richtung und Geschwindigkeit des Windes in verschiedenen Höhen äußert. Das Endziel würde sein, daß man die in verschiedenen Breiten wirksamen Kräfte in ihre Komponenten zerlegen kann.

Für das Verständnis der atmosphärischen Zirkulation sind nun m. E. hauptsächlich folgende Forschungen, deren Ergebnisse hier kurz besprochen werden sollen, von Wichtigkeit:

1. Studien über die Ausbreitung der Troposphäre, d. i. der Region mit lebhaftem Luftaustausch zwischen oben und unten, sowie über die vertikale Temperaturverteilung in der Troposphäre.

2. Die Drachen- und Ballonaufstiege, welche das Wesen der Passatströmungen festgestellt haben. Von gleicher Wichtigkeit sind Untersuchungen innerhalb und an der Grenze der Polarregion; Beobachtungen sind auch schon angestellt: in Grönland von A. Wegener und de Quervain, bei Spitzbergen von Hergesell, in Lappland von Maurice und auf der deutschen antarktischen Expedition von E. Barkow; von den Ergebnissen liegt aber noch nicht viel vor.

3. Untersuchungen über den Mechanismus der Luftbewegung zwischen Zyklonen und Antizyklonen zum Verständnis des Übergangs der Luft aus dem subtropischen Maximum in die höheren gemäßigten Breiten. Es ist überraschend, daß wir über diese uns so naheliegenden Vorgänge noch so sehr im Unklaren sind.

Wenn man nun die aerologischen Beobachtungen auf ihre Brauchbarkeit für ein Verständnis des großen atmosphärischen Kreislaufes durchsieht, so erkennt man sofort, daß man für die südliche Hemisphäre kaum etwas Neues gewinnt. Aber auch für den Winter der Nordhemisphäre

liegt noch wenig zusammenhängendes Material vor. Mit wenigen Ausnahmen, z. B. den Hergesell-Jonasschen Passatstudien in West-Indien (Dez. 1909 und 1910), sind die großen aerologischen Expeditionen in den Sommermonaten ausgezogen, während das von Schiffsoffizieren gesammelte Material sich über sehr weite Gebiete verteilt, also schlecht zu Mitteln sich zusammenfassen läßt, und meist in zu geringe Höhen hinaufreicht, um für die vorliegenden Zwecke brauchbar zu sein. Man wird daher gut tun, sich für einen allgemeinen Überblick einstweilen auf den Sommer der nördlichen Hemisphäre zu beschränken, und dabei möglichst einfache Verhältnisse zu wählen, also z. B. Monsunstörungen auszuschalten. Ein Versuch dieser Art ist bereits von A. Peppler[1]) gemacht, und einige seiner Zahlen sind von mir übernommen; sein Schema ist hier für die Tropen und für die Polargrenze erweitert[2]). Benutzt ist ferner einiges von Wengers Teneriffa-Studien[3]), von den Beobachtungen des Vermessungsschiffes „Planet" und verschiedener Handelsschiffe und schließlich Messungen der Zugrichtung oberer Wolken. Das aerologische Material für Europa ist A. Wagners umfassender Bearbeitung[4]) entnommen.

Aus der Fig. 42, welche die Änderung der Seehöhe der Isothermenflächen + 20° bis — 80° mit der geographischen Breite zeigt — die Endpunkte beziehen sich auf Batavia (— 6° S) und Kiruna in Lappland (67° 50′ N) — geht zunächst hervor, daß der thermische Äquator im Sommer nicht nur im Meeresniveau, sondern bis zu 10 km Höhe nördlich vom geographischen Äquator liegt. Bei Jahresschluß rückt er ebenso wie unten auch in der Höhe nach Süden. Die vertikalen Temperaturgradienten sind in den Tropen namentlich zwischen 9 und 14 km sehr beträchtlich, wie man aus dem Zusammenrücken der Isothermen erkennt. Für Batavia betragen sie hier durchschnittlich 0,90° auf je 100 m. Nicht weit oberhalb, über Batavia in 16 km Höhe bei — 80°, hört die Temperaturabnahme auf; es ist hier also die Stratosphäre erreicht. Verfolgt man die untere Grenze

---

[1]) A. Peppler: Temperatur- und Druckgefälle für große Höhen. Die Windverhältnisse im nordatlantischen Passatgebiet. Zur Aerologie niederer Breiten. Beiträge zur Physik der fr. Atmosphäre Bd. IV. S. 13, 35, 222.

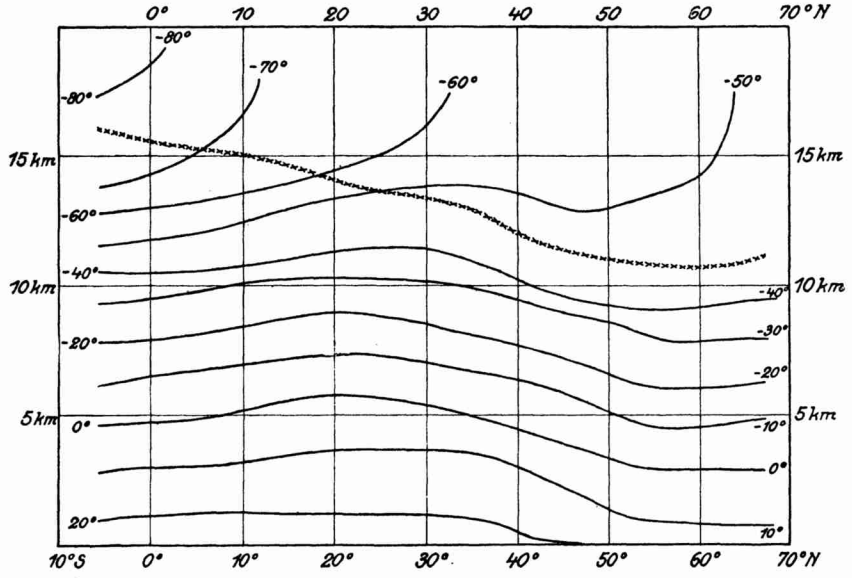
[2]) W. van Bemmelen: Die Erforschung des tropischen Luftozeans in Niederländisch-Ost-Indien. Luftfahrt u. Wissenschaft. 5. Heft. Berlin 1913; A. de Quervain: Gleichzeitige Pilotaufstiege in West-Grönland und Island. Beitr. Phys. fr. Atmosph. Bd. V. S. 132; H. Maurice: L'expédition franco-suédoise de sondages aériens à Kiruna 1907, 1908 et 1909. Upsala 1913.

[3]) R. Wenger: Untersuchungen über die Mechanik und Thermodynamik der freien Atmosphäre im nordatlantischen Passatgebiet. Beitr. Phys. fr. Atmosph. Bd. III, S. 173.

[4]) A. Wagner: Die Temperaturverhältnisse in der freien Atmosphäre. Beitr. Phys. fr. Atmosph. Bd. III, S. 57.

der Stratosphäre, die durch eine gekreuzte Linie kenntlich gemacht ist, weiter nordwärts, so sieht man, wie sie bis 50° N. bis auf 11 km gesunken ist, dann aber weiter gegen die Pole hin sich nur unwesentlich ändert. Allerdings sind die unperiodischen Höhenschwankungen dieser Grenzschicht in den höheren Breiten sehr beträchtlich infolge des Einflusses der unteren Druckschwankungen, aber die hohe Temperatur oberhalb von 10 km wird dadurch nicht viel geändert. Für das Verständnis des Luftaustausches ist die Feststellung wichtig, daß die Luftschicht zwischen 10 und 15 km in

Abbild. 42.



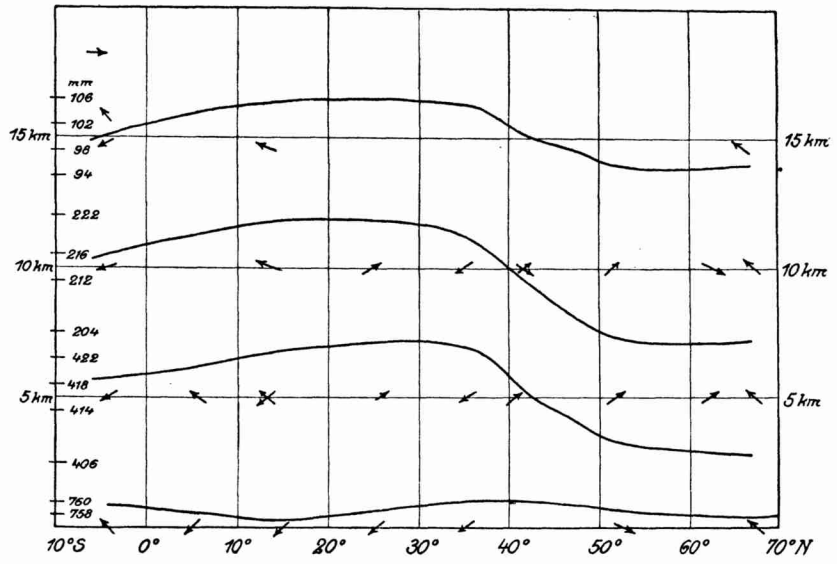
Temperaturverteilung bis 20 km Seehöhe im Nordsommer.

70° Breite mindestens 10° wärmer ist als über dem Äquator (— 48° gegen — 59°). Im Winter scheint die Differenz in diesen Höhen fast ganz zu verschwinden.

In den Breiten zwischen 15 und 35° fällt auf, daß die Isothermen bis zu etwa 7 km Höhe weit abstehen, d. h. daß die vertikale Temperaturabnahme langsam ist. Es rührt dies daher, daß hier häufig Schichten mit Temperaturzunahme oder Temperaturgleichheit (Inversionen und Isothermien) eingeschaltet sind, Schichten mit einem Trockenheitsgrad, der einem Wüstenklima entspricht. Schon Köppen hat es ausgesprochen, daß dies speziell für die Ozeane ein recht unerwartetes, rätselhaftes Ergebnis sei. Für die Zirkulation besagt es, daß es oberhalb der nur 500—2000 m mächtigen Passatschicht mit aufsteigender Luftbewegung eine mehrere Kilo-

meter starke Mischungsschicht gibt, in der viel von der lebendigen Kraft der Tropen aufgezehrt wird. Während man früher annahm, daß dieser Vermischungsprozeß hauptsächlich an der Nordgrenze der Passate stattfindet, aber doch nicht vollständig, so daß Teile der oberen wärmeren Schichten ungemischt bleiben und erst weiter nordwärts Mischungen eingehen, wissen wir jetzt, daß dieser Vorgang schon am Rande der Tropenzone beginnt, daß wir also schon hier mit sogenannten langen Zyklen des Luftaustausches zu rechnen haben.

Abbild. 43.



Druck- und Windverteilung bis 20 km Seehöhe im Nordsommer.

Um das Druckgefälle für verschiedene Höhenstufen zu berechnen — es ist hier für 5, 10 und 15 km geschehen —, müssen die Mitteltemperaturen dieser Schichten und daraus nach der barometrischen Höhenformel die Drucke abgeleitet werden. In Fig. 43 ist der Druckverlauf für diese drei Schichten graphisch dargestellt; für den Erdboden sind dabei die Mittelwerte (Juli) für die ganzen Breitenkreise eingesetzt. Das am Erdboden in niederen Breiten erkennbare Druckminimum ist schon in geringer Höhe verschwunden und macht einem Maximum Platz, dessen Gefälle sich an der Südseite nach oben hin verstärkt, an der Nordseite aber abschwächt, so daß in 15 km Höhe der Luftdruck am Äquator und in 45° Breite ungefähr gleich sind (rund 100 mm). Weiter nordwärts schwächt sich das Gefälle weiter ab und scheint an der Polargrenze zum Stillstand

zu kommen. Ein Polarwirbel ist also im Sommer in der Höhe nicht zu erkennen, und in diesem Sinne sprechen auch die von de Quervain und Stolberg ausgeführten Pilotaufstiege an der Ostküste Grönlands, sowie einige ältere Messungen von Hergesell bei Spitzbergen. In Grönland war bis über 10 km Südostwind vorherrschend; fast ganz fehlten West- und Nordwestwinde. Eine lokale Beeinflussung schien allerdings bis hoch hinauf vorhanden zu sein, denn gleichzeitige Messungen in Island ergaben NW bis WSW-Winde; ein einheitlicher Polarwirbel, der die verschiedenen Tiefdruckgebiete der zirkumpolaren Breiten verbindet, kann jedoch nicht vorhanden gewesen sein. Aus Hergesells Beobachtungen ergab sich, daß in 10 km Höhe der Wind ebenso häufig zum Pol hin, wie vom Pol weg wehte. Anscheinend hat sich im Sommer der lediglich dynamisch, nicht thermodynamisch entstandene Polarwirbel in einen Kranz kleinerer Depressionen aufgelöst. Dafür spricht auch, daß im oberen Teile der Troposphäre die Sommer-Cirren nur in Nord-Europa vorwiegend aus NW bis WNW ziehen und daß im Winter, wo die Temperaturverhältnisse für eine bessere Ausbildung des Wirbels günstiger sind, dieser Cirruszug aus WNW sich häufig bis nach Mittel-Europa erstreckt.

Besser erforscht, aber deshalb nicht weniger rätselhaft ist die Luftzirkulation in der Nähe des Äquators. Bis zum Rande der Troposphäre, also bis zu etwa 16 km, wehen bekanntlich östliche Winde; die Verhältnisse liegen für Batavia im Juli bis September besonders einfach: unten SE-Passat, darüber ENE-Antipassat bis 17 km Höhe. Merkwürdigerweise geht in noch größeren Höhen der Wind wieder in einen SE-Passat und von 18—20 km an sogar in W-Wind über. Oberhalb von 24 km wurden in einigen Fällen von neuem östliche Winde gefunden. Am schwierigsten dürften die hohen Westwinde zu erklären sein, welche zuerst 1908 von Berson[1]) auf seiner Ostafrika-Expedition beobachtet und seitdem über den Tropen so häufig gefunden sind, daß an ihrer Realität nicht gezweifelt werden kann. Van Bemmelen nimmt in Anschluß an A. Peppler an, daß der Oberpassat dadurch zustande kommt, daß sich das in 15 km noch von den Subtropen gegen die Tropen hin gerichtete Druckgefälle (Fig. 2) in noch größerer Höhe umkehrt. Durch die von der Erdrotation bedingte Ablenkung könnten die SE-Winde vielleicht schon in niedrigen Breiten nach W abgelenkt werden. Da darüber wieder östliche Winde vorkommen, so halte ich es für wahrscheinlicher, daß die Westwinde nur als Störungserscheinungen aus höheren südlichen Breiten aufzufassen sind. Dafür

[1]) A. Berson: Bericht über die aerologische Expedition des Kgl. Aeronaut. Observatoriums nach Ost-Afrika i. J. 1908. Ergebn. der Arb. des Kgl. Preuß. Aeron. Obs. bei Lindenberg. Braunschweig 1910.

spricht auch der Umstand, daß die W-Strömung fast nur im südlichen Winter (Juli bis September) beobachtet wurde, also zu einer Zeit, wo der thermische Äquator weit nach Nord verschoben ist, und daß die Isobaren keineswegs den Breitekreisen parallel laufen. Leider fehlt uns Material, um diese hohen Strömungen nordwärts zu verfolgen; die Beobachtungen aus gemäßigten Breiten haben keinerlei eindeutige Resultate geliefert. Vielleicht ist hier kein konstantes Druckgefälle oberhalb von 15 km vorhanden.

Für die tiefer liegenden Schichten haben wir jetzt schon ein recht gutes Bild von den Luftströmungen zwischen äquatorialen und polaren Gegenden der Nordhemisphäre. Oberhalb des an Höhe zwischen 1 und 3 km schwankenden Passatstromes setzt schon im Doldrumgebiet die vorhin erwähnte Mischungszone ein, in welcher die Winde sowohl nördliche, wie südliche Komponenten haben, eine Erscheinung, die bekanntlich zu einer Kontroverse zwischen Hergesell einerseits und Teisserenc de Bort und Rotch andererseits und damit zu den ergebnisreichen aerologischen Passat-Expeditionen führte. Oberhalb der Mischungszone, im Durchschnitt von 7 km an, ist eine anfangs recht beständige Antipassatströmung vorhanden, die bei 15—20° N aus ihrer SE-Richtung in westliche Winde übergeht. Am stetigsten ist diese Strömung zwischen 25 und 30°, verliert aber jenseits von 30° ihren antipassatischen Charakter, so daß hier in der ganzen Luftsäule bis 10 km Höhe NE-Winde relativ häufig sind. Jenseits von 30° beginnen beständigere Westwinde. Der Zufluß zu nördlichen Gegenden erleidet also im Sommer oberhalb des südlichen Teiles des subtropischen Maximums schon eine Unterbrechung. Offenbar treten hier durch die an den Rändern der Antizyklone sich ausbildenden Depressionen hoch hinaufreichende Störungen ein. Man kommt daher zu der Auffassung, daß die nördlich von 45° regelmäßig auftretenden westlichen Winde ihren Ursprung zum größten Teile in der warmen Luftsäule der Subtropen haben.

Die wichtigsten neueren Feststellungen für das Sommer-Kreislaufschema sind hiernach:

1. Schichten mit starken Westwinden in der Stratosphäre über den Tropen;

2. zahlreiche Inversionsschichten und Isothermien, auch über den tropischen Ozeanen und über den Subtropen, so daß ein großer Betrag des nach Norden abgeführten Energiestromes schon hier verzehrt wird;

3. außerordentlich wechselnde obere Winde am Rande der subtropischen Antizyklone; überhaupt starke Störungen in der Antipassatströmung;

4. deutliche Abschwächung des oberen Druckgradienten an der Grenze der Polarregion; keine konstanten westlichen Winde in der Höhe.

Die Abweichungen, welche in dem hier gegebenen Schema während

des Winters zu erwarten sind, werden hauptsächlich darin bestehen, daß der thermische Äquator weiter nach Süden rückt und sich dadurch der Zufluß wärmerer Luft auf ein größeres Gebiet verteilt, also in seinen Wirkungen abgeschwächt wird. Andererseits wird die Zirkulation durch die größeren horizontalen Druckdifferenzen wieder verstärkt. Die Temperaturverteilung in den nördlichen Regionen wird für die Ausbildung eines einheitlichen Polarwirbels vorteilhaft sein. Hierfür spricht auch die Beobachtung, daß oberhalb von 8 km West- bis Nordwest-Winde bis hinein in die Region der Subtropen relativ häufig sind. Die Gelegenheit zur Mischung warmer äquatorialer und kalter polarer Luftmassen — fast möchte man sagen im Sinne Doves — und damit zur Ausbildung atmosphärischer Störungen ist also im Winter günstiger als im Sommer. Insgesamt wird das bisher gebräuchliche Zirkulationsschema für den Winter besser zutreffen als für den Sommer.

Ähnliche Betrachtungen für die Südhemisphäre anzustellen, dürfte noch verfrüht sein.

Es wurde schon hervorgehoben, daß die Frage, wie die Vorgänge bei der Ausbildung von atmosphärischen Störungen aussehen und wie sie sich weiter entwickeln, eine der wichtigsten für eine weitere theoretische Behandlung der Gesamtzirkulation ist. Eine Beantwortung ist jedoch noch nicht möglich, um so mehr, da die eine Hauptfrage wieder in viele Unterfragen zerfällt, von denen nur wenige gelöst sind. Im Anschluß an von Helmholtz haben hier neuerdings namentlich Margules und F. Exner wichtige Betrachtungen angestellt, von denen ich nur die eine nach der Bedeutung der Druckgradienten herausgreifen will. Man findet noch vielfach die Auffassung, daß die Ausbildung eines Druckgradienten die Ursache von Stürmen ist. Es ist das Verdienst von Margules[1]), nachgewiesen zu haben, daß die kinetische Energie einer Luftmasse lediglich aus der inneren Energie und aus Arbeit der Schwerkraft entsteht, und daß horizontale Massenverschiebungen eine potentielle Energie haben, die nur einen kleinen Bruchteil der beobachteten kinetischen beträgt. Die horizontale Druckverteilung ist — um ein Bild aus der technischen Mechanik zu gebrauchen — nur die Steuerung im Getriebe des Sturmes. Man sieht daraus sogleich einen Mangel der hier gebrachten Schemata; es fehlt in ihnen die Windstärke, um daraus die Luftversetzung zu berechnen und daran Betrachtungen im Sinne von Margules anzuknüpfen. Mir scheint dazu das vorhandene Beobachtungsmaterial noch nicht auszureichen.

---

[1]) Margules. Über die Energie der Stürme. Jahrb. der k. k. Zentralanstalt für Meteor. Jahrg. 1903. Wien 1905.

Eine andere wichtige, jetzt viel erörterte, aber noch nicht völlig gelöste Frage ist die nach der Wirkung des Zuflusses von Luft in der Höhe auf die Vorgänge am Erdboden. Sie berührt unser Problem insofern, als Ferrel aus der Gesamt-Zirkulation zwei Arten von Zyklonen abgeleitet hat, solche mit warmem und solche mit kaltem Zentrum. Es könnte gefragt werden, ob auch das hier gebrachte Schema die Unterscheidung noch rechtfertigt. Mit den Druckschwankungen in der Höhe haben sich in letzter Zeit namentlich Köppen, F. Exner, Dines und Shaw beschäftigt. Als erwiesen kann jetzt gelten, daß sich folgende drei Größen gleichsinnig ändern: die Temperatur irgendeiner Luftschicht zwischen 1 und 8 km, der Luftdruck in allen Schichten, mindestens aber zwischen 3 und 10 km, und schließlich die Höhe, bis zu welcher die Troposphäre hinaufreicht. Voraussetzung dabei ist, daß man neben dem absoluten Wert den Wert relativ zur Jahreszeit u. dgl. berücksichtigt. Einem niedrigen Druck in der Höhe entspricht also niedrige Temperatur darunter. Daß nun Erniedrigung des Druckes oben, wodurch natürlich auch der Bodendruck sinken muß, nicht immer mit Erniedrigung der Temperatur am Erdboden zusammenfällt, hängt offenbar damit zusammen, daß die unterste Temperaturschicht als Kompensation wirkt. Statistische Untersuchungen zeigen, daß im Durchschnitt der Druckeinfluß überwiegt. Für den großen Kreislauf der Atmosphäre trifft dies jedenfalls zu. Der Erniedrigung des oberen Druckes am Äquator und in der Polarzone entsprechen relativ niedrige Mitteltemperaturen. Über die Größe des Temperatureinflusses gehen die Ansichten zurzeit noch auseinander; Trabert, Exner und Köppen halten ihn für ausschlaggebend, Hann, Shaw und Dines für gering, denn die Druckänderungen bei 9 km sind beispielsweise von derselben Größenordnung wie die Druckänderungen unten, und zwar sind die letzteren den oberen Änderungen in der Regel proportional. Wahrscheinlich wird man sich auf einer mittleren Linie einigen. Wenigstens werden für den Gesamtkreislauf wohl beide Umstände mitsprechen. Der starke Temperaturabfall zwischen 40 und 50° (Fig. 1) wird bei der Ausbildung der Zyklonen unserer Breiten sicherlich eine Rolle spielen, während weiter südlich vielfach Druckschwankungen allein durch dynamische Vorgänge in der Höhe entstehen können. Wenn wir hierüber einigermaßen Klarheit haben, versprechen auch weitere theoretische Untersuchungen Erfolg: man wird sich dann z. B. darüber klar sein, ob es lohnt, das Problem der atmosphärischen Zirkulation nach der von Oberbeck so weit durchgebildeten hydrodynamischen Methode weiter zu verfolgen.

An Fragestellungen dieser Art fehlt es also gegenwärtig nicht, aber es fehlen auch völlig befriedigende Antworten. Dagegen liegt ein sicherer

Fortschritt in dem neuen Beobachtungsmaterial aus der Höhe, und deshalb habe ich mich vornehmlich bemüht, diese in eine solche Form zu bringen, daß man die Hauptergebnisse überblicken kann. Hoffentlich erweitert sich das Material bald derart, daß man Orte mit annähernd gleicher Länge zusammenfassen und außerdem den Lufttransport längs der Breitenkreise verfolgen kann.

Über den heutigen Stand unserer Kenntnis vom präglazialen[1]) Aussehen der Alpen.

Von **Dr. Hermann Lautensach** in Hannover.

Eine exakte Formulierung der Frage nach dem präglazialen Aussehen der Alpen und ihre erste Beantwortung besitzen wir erst seit einem guten Jahrzehnt. Was vorher über dieses Thema geschrieben wurde, waren fast lediglich nebenbei geäußerte, oft nur sehr allgemein gehaltene Ansichten, die zudem von dem Felde der tatsächlichen Beobachtung durch eine lange Kette induktiver Schlüsse getrennt waren. Man hatte bis vor 14 Jahren über die morphologische Wirkungsweise der eiszeitlichen Gletscher in den alpinen Tälern nur sehr unklare Vorstellungen, ja, teilweise leugnete man eine solche Wirkung überhaupt. Infolgedessen besaß die mit jenem Problem aufs engste verknüpfte Frage, wie die Alpen vor dem Eiszeitalter ausgesehen haben, noch keinerlei prinzipielle Bedeutung. In einem waren sich mit einer einzigen Ausnahme alle Forscher, welchen Standpunkt sie auch in den Problemen der chronologischen Einordnung der Eiszeit und der Entstehung der Randseen vertraten, einig, nämlich darin, daß den Alpen schon zu Beginn der Eiszeit ein tief eingeschnittenes und reich verzweigtes Talsystem eingeprägt war. Das war das Gemeinsame der Auffassungen von Ramsay und Rütimeyer, Penck und Heim, Brückner und Bodmer. Nur Tyndall fällt gänzlich aus dieser Reihe heraus, indem er annimmt, die ganze Anlage und Austiefung der Alpentäler sei ein Werk der eiszeitlichen Gletscher, und somit die Auffassung erhält, die Alpen seien unmittelbar vor Beginn der Eiszeit eine ungegliederte Masse gewesen.

Früher als in Europa spürt man in Amerika den Beginn einer neuen Zeit. Dort kam man in den Fragen der Hochgebirgsmorphologie schon in den 80er und 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts zu wichtigen Resultaten, die von europäischen Morphologen erst später in voller Unabhängigkeit neu gefunden wurden. Ich erwähne nur die Ausführungen

[1]) „Voreiszeitlich" wird in diesem Aufsatz die ganze Zeit vor Beginn des Eiszeitalters bis in beliebige Ferne zurück genannt, „präglazial" im Gegensatz zu pliozän die Zeit unmittelbar vor dem Einsetzen der Vergletscherung. — Die erwähnte Literatur findet sich am Schluß zusammengestellt.

Johnsons über die Bedeutung des Bergschrundes für die Karbildung, die bis ins Jahr 1883 zurückreichen, Gilberts Beobachtungen über die Hängetäler und die Bemerkungen Gannetts über die Unterschiede unvergletscherter und einst vergletscherter Täler aus dem Jahre 1898. So hat die amerikanische Literatur kürzlich (1909) auch eine eigene Auffassung des präglazialen Bildes der Alpen gezeitigt. Die Amerikaner neigen, wie neuerdings wieder ein Aufsatz von Chamberlin beweist, von jeher dazu, dem Karbildungsprozeß eine sehr weitgehende, talähnliche Formen schaffende Wirkung zuzuschreiben. So kam auch W. H. Hobbs auf Grund anscheinend einwandfreier Beobachtungen im Felsengebirge zu der Auffassung, daß die glaziale Erosion vorzugsweise in einem linienhaften Hineinfressen von Karen in alte domförmige Massen besteht. Er begeht infolge ungenügender Kenntnis der Alpen den Fehler, seine Anschauung ohne weiteres auf die letzteren zu übertragen. Nach ihm besaßen die Alpen vor der Eiszeit eine weite, domförmige Oberfläche, die sich heute noch in der Konstanz des Gipfelniveaus verrät. Alle Alpengipfel sind Karlinge, die durch den intensiven, von allen Seiten ansetzenden eiszeitlichen Karbildungsprozeß ausgespart sind, die Alpen stellen ein „fretted upland" dar. Die Gründe, die diese Auffassung unhaltbar machen, gehen aus dem folgenden unzweideutig hervor.

Um die Jahrhundertwende begann mit einem Male auch in Europa eine außerordentlich rege Diskussion der Fragen alpiner Talbildung. Im Mittelpunkt des Interesses dieser neuen Periode steht das monumentale Werk von Penck und Brückner über „Die Alpen im Eiszeitalter". In ihm gibt Penck eine klare, wissenschaftlich begründete Auffassung vom präglazialen Aussehen der Alpen. Nach ihm befanden sich die Ostalpen und die Hochdauphiné unmittelbar vor Beginn der Eiszeit in einem Zustand ausgesprochener Reife. Bis in die innersten Winkel der Ostalpen erstreckten sich Mittelgebirgsformen mit gerundeten Wasserscheiden. Zwischen diesen zogen sich Täler mit wohlausgeglichenem Gefälle dahin, die meistens denselben Lauf nahmen wie die heutigen, aber mehrere hundert Meter hoch über denselben lagen. Im Bereich des nördlichen Alpenvorlandes dehnte sich, an die Ausgänge dieser Täler angeschlossen, eine Landschaft von äußerst geringem Relief, eine sich sanft gegen die Donau senkende Peneplain.

Die Gründe, die Penck zu dieser Auffassung führten, sind folgende: 1. Die Sohle des älteren Deckenschotters, der fluvioglazialen Bildung der ersten Eiszeit, stellt im deutsch-österreichischen Alpenvorland eine das liegende Miozän kappende Fläche subaëriler Abtragung von minimaler Höhengliederung dar. Gemäß dem Prinzip der geomorphologischen Korrelation können die eine solche Peneplain durchströmenden Flüsse höchstens aus den reifen Tälern eines benachbarten Mittelgebirges kommen.

2. Die Akkumulationsprodukte des Vorlandes, die den fluvioglazialen Ablagerungen dem Alter nach zunächst voraufgehen, so die Hausruck- und Belvedereschotter in Ober- und Niederösterreich, die Schotter des Plateaus von Chambaran in der Niederdauphiné sind verarmte Schotter, d. h. sie sind aus früher abgelagerten bunten Schottern durch eine Auswaschung und Umlagerung entstanden, wie sie nur von Flüssen ausgeführt werden konnte, die keine nennenswerte eigene Last zu tragen haben. 3. In den inneralpinen Tälern läßt sich über dem die tiefsten Talteile einnehmenden Gebiet der glazial geschaffenen Übertiefung in Terrassen der Gehänge ein altes Talsystem verfolgen, das ein talab allmählich abnehmendes, ausgeglichenes Gefälle hat, und dessen Fortsetzung in der Höhe der Sohle des älteren Deckenschotters ausläuft. 4. Die Gipfel der Ostalpen sind größerenteils Karlinge, d. h. von Karen ausgesparte Erhebungen. Der in der Zone der Vorberge sich vollziehende Übergang von Rundlingen in Karlinge lehrt, daß Mittelgebirgsformen mit gerundeten Wasserscheiden die besten Bedingungen für die Bildung der Kare bieten.

Ähnlich ist das Bild, das uns Brückner in demselben Werk vom präglazialen Aussehen der Schweizer Alpen entwirft: Auch hier ausgeglichene Talsysteme, auch hier eine Fläche subaëriler Abtragung im Bereich des Vorlandes. Nach Brückner war die letztere aber nur in dem Dreieck zwischen Aare-Mündung, Zofingen und Thur-Mündung eine sicher nachweisbare Peneplain, die von Süden in den Rand des Jura einschnitt. Der größere Teil des Mittellandes war eine nicht so stark eingeebnete Abtragungsfläche. Die inneralpinen Gipfel der Schweiz hatten noch nicht Mittelgebirgsformen angenommen, sondern wiesen auch damals Hochgebirgsformen auf.

Die Beweisführung Brückners ist der Pencks entsprechend. Die Abtragungsebene des Vorlandes verfolgte er nicht nur als Sohle des Deckenschotters, sondern auch als eine noch heute morphologisch hervortretende, gegen den Alpenfuß ansteigende, zerstückelte Fläche. Die Hochgebirgsnatur der präglazialen Schweizer Alpen erschloß er aus dem dortigen Zurücktreten der Kare.

Gegen diese Argumentation Pencks und Brückners sind im verflossenen Jahrzehnt fast in jeder Hinsicht Einwände erhoben worden, wenn es auch an vielen Äußerungen überzeugter Zustimmung nicht gefehlt hat. Selbst W. M. Davis meint, daß der Zustand der Alpen nicht in dem Maße gereift war, wie Penck glaubt. Er hat diese Meinung während seines Aufenthaltes in Berlin als Austauschprofessor wiederholt mündlich geäußert und auch in seinem Referat über die „Alpen im Eiszeitalter" im Geogr. Journal zum Ausdruck gebracht. Eine Begründung dieser Ansicht hat er meines Wissens nicht gegeben. Übrigens geht er — ebenso

wie Andrews, Garwood — bei seinen durch Diagramme erläuterten Deduktionen des glazialen Formenschatzes nach wie vor von einer reifen Tallandschaft aus.

Gegen zwei einzelne Punkte der Brücknerschen Auffassung wendet sich Nußbaum, der im übrigen an den Resultaten der Alpen im Eiszeitalter festhält. Seine Einwände fanden kürzlich v. Staffs Billigung. Sie richten sich gegen eine offenkundige Unstimmigkeit in den Resultaten Brückners: Die präglazialen Schweizer Alpen sollen eine reife, fluviatil entstandene Tallandschaft und gleichzeitig Hochgebirgsformen besessen haben. Diese Unstimmigkeit erscheint Nußbaum besonders groß wegen der gewaltigen Breite, die nach seiner Ansicht die Rekonstruktion den präglazialen Brücknerschen Talböden geben würde; dieselbe würde nicht einer reifen, sondern einer alternden Erosionslandschaft entsprechen. Nußbaum will daher die von Brückner als Reste alter Täler gedeuteten Terrassen als Karterrassen auffassen und rekonstruiert die präglazialen Talböden lediglich aus den Stufenmündungshöhen der Seitentäler. Nun betrachten aber Penck und Brückner die Terrassen gar nicht als Reste der alten Talböden, sondern als Reste von deren Gehänge. Die Talbodensohle des präglazialen Rhone-Tales z. B. sucht Brückner 400 m unter der Terrasse von Bettmer-, Laxer- und Fiescher-Alp. Die Breite der Talsohle ist also nicht gleich dem Abstand entsprechender Terrassenkanten auf beiden Talseiten, sondern viel kleiner. Zudem ist, wie Penck jüngst in seinen Besprechungen der Physiogeographie von Davis und Braun, sowie der Aegerterschen Karte der Ankogel-Gruppe ausgeführt hat, in den zentralalpinen Quelltälern die Breite dieser präglazialen Terrassen, der Trogschultern, durch die abschleifende Tätigkeit des eiszeitlichen Gletschereises, die die gegen das Tal vorspringenden Grate unterschnitt und zurückschliff, nicht unerheblich vergrößert worden. Die Nußbaumsche Erklärung der Trogschultern als Karterrassen scheint mir unhaltbar, wie ich in meiner „Übertiefung des Tessingebiets" auseinandergesetzt habe. Somit halte ich Nußbaums Einwand gegen Brückner in diesem Punkte nicht für glücklich. Ich schließe mich aber seinem Resultat an, daß die Westschweizer Alpentäler in ihren obersten Abschnitten wahrscheinlich noch ziemlich jugendliche Erosionsformen besaßen; darauf scheint mir das große Gefälle des Brücknerschen präglazialen Talbodens (bis zu 75 ‰), sowie noch ein zweiter, sogleich auseinander zu setzender Gesichtspunkt zu deuten.

An einer Stelle seiner Ausführungen spricht Brückner von einer „großen Seltenheit" der Kare in den Schweizer Alpen. Nußbaum beweist durch eine umfangreiche Karliste — allerdings stellen nicht alle in dieser als Kare aufgeführte Hohlformen tatsächlich solche dar — nach, daß eine

solche tatsächlich nicht existiert. Daß trotzdem die Gipfelformen der Westalpen von den Karlingformen der Ostalpen so verschieden sind, liegt, wie schon Richter ausführte, an dem Zurücktreten der Kare gegen andere wuchtigere Formen: eisgepanzerte Hörner, domförmige, firnbedeckte Kuppeln, die mittels einer Folge vorgebauter steilwandiger Türme, Klötze, Mauern tief zu Tal sinken. Aus dem angeblich seltenen Auftreten der Kare in den Schweizer Alpen schloß Brückner bekanntlich, daß diese in der Präglazialzeit schon Hochgebirgsformen trugen. Er wollte mit dem Ausdruck Hochgebirgsformen gewiß nicht sagen, daß die Westalpen-Täler damals schon einen glazialen Formenschatz hatten, sondern wohl eher andeuten, daß der jetzige Gipfeltypus der verfirnten Hörner und kompliziert aufgebauten Dome damals schon vorhanden war. Damit aber löst er das Rätsel nicht, sondern rückt nur das Problem in eine ältere als präglaziale Zeit zurück.

Meiner Meinung nach kommen wir ihm durch genaue Betrachtung von Punkt 4 der Penckschen Argumentation näher. Nach Penck boten Mittelgebirgsformen mit runden Wasserscheiden die günstigsten Bedingungen zur Karentwicklung dar. Mit gutem Recht wirft dagegen Distel ein, daß Mittelgebirge mit runden Wasserscheiden umgekehrt dem Schicksal einer vollständigen Überfirnung viel leichter ausgesetzt waren als jung zerschnittene Gebirge. Vollständige Überfirnung aber schließt jede Karbildung aus, die nur da platzgreifen kann, wo ein Schneefeld von aperem Hintergehänge überragt wird. Zu letzterer Lage war in einer Landschaft von jugendlichem Relief aber viel häufiger Gelegenheit geboten, und wie zahlreiche Beispiele rezenter Kare in den Alpen, dem Felsengebirge und anderwärts zeigen, bilden sich solche auch tatsächlich in Gebieten junger Entwicklung. Aber gerade in diesen Gebieten fehlt die Möglichkeit der Bildung eines schwach geneigten oder teilweise rückläufigen, ausgedehnten Karbodens, wie ihn die Ostalpen in Hunderten von Beispielen zeigen. Für einen solchen boten nur die sanfteren Böschungen eines ursprünglichen Mittelgebirges Platz. Zum Zustandekommen von Karen in einem solchen ist aber eine weitere, von Penck unerwähnt gelassene Bedingung erforderlich: die erste Eiszeit darf nicht plötzlich jenes alte Mittelgebirge mit mächtigen Talgletschern überwallt haben; sie muß allmählich mit einer Schneeflecken- und einer Kargletscherperiode begonnen haben, in welchen durch den bekannten, besonders von den Amerikanern studierten Prozeß eine apere Hinterwand von genügender Höhe in die Mittelgebirgswände hineingetrieben werden konnte.

Aber nicht alle Karböden der Ostalpen haben einen sanftgeneigten Boden. Es gibt sehr steilbodige Kare, die noch deutlich erkennen lassen, daß sie aus Wildbachtrichtern der Talwände oder dem fluvialen Sammeltrichter des Talhintergrundes hervorgegangen sind. So kommen verschie-

dene Arbeiten über Karbildung, so die von Richter, de Martonne, Salomon zu dem Schluß, daß die Kare sich an solche fluviatilen Formen der Präglazialzeit geknüpft haben. Wildbachtrichter aber kann man in Gebieten vorgeschrittener Reife nicht mehr erwarten. Somit ergibt dieser Gesichtspunkt, daß manche Täler der ostalpinen Zentralmassive zu Beginn der Eiszeit sich höchstens im Zustand früher Reife befanden.

Das Zurücktreten der Kare in den Schweizer Alpen möchte ich auf Grund des Gesagten dahin deuten, daß dort umgekehrt eine schnelle intensive Verfirnung eintrat, die alle Flächen, auf denen Eis überhaupt haften konnte, sofort gänzlich mit Firn überkleidete. Die Formen dieser Hochgebirgswelt legen mir außerdem die Annahme nahe, daß die Schweizer Alpen eine sehr jugendliche Landschaft fluviatiler Entwicklung waren (die in ihren höchsten Höhen Reste einer noch älteren Topographie bewahrt hat), als sie dieser plötzlichen Verfirnung verfielen. Es scheint mir zweifelhaft, ob diese plötzliche Verfirnung gleichzeitig mit der allmählichen der Ostalpen eintrat. Die beiden letzten Eiszeiten zeigen für Ost- und Westalpen die gleiche Depression der Schneegrenze um 1200 bezw. 1300 m, Ähnliches dürfen wir, solange nichts dagegen spricht, für die beiden ersten Eiszeiten annehmen (vgl. die Penckschе Klimakurve des Eiszeitalters). Das weist darauf hin, daß die Klimaepisode der ersten Eiszeit gleich schnell oder gleich langsam über alle Teile der Alpen hereingebrochen ist. Nun hat v. Staff kürzlich darzutun versucht, daß die Haupterhebungszentren der Westalpen im jüngeren Pliozän eine Hebung erfuhren, die alten tektonischen Linien von neuem morphologischen Ausdruck verlieh. Ich bin geneigt, auf diese Hebung die erste plötzliche Verfirnung der Westalpengipfel zurückzuführen, und gelange so auf anderem Wege zu demselben Bilde der Schweizer Alpen zu Beginn der Eiszeit wie Brückner. Ich verkenne nicht, daß diese Ableitung nur hypothetischen Wert hat. Doch dürfte es schwer sein, diesem Problem je mit exakten Schlüssen beizukommen.

Eine außerordentlich vielseitige und scharfe Kritik hat der dritte der oben angeführten Punkte der Penckschen Argumentation erfahren. Die Führung, das Alter und die Entstehungsart der Penck-Brücknerschen Talböden ist noch heute der Gegenstand immer erneuter Erörterungen. Ist er doch mit dem wichtigsten glazialmorphologischen Problem, dem der Entstehung der Übertiefungsformen, aufs engste verknüpft. Es ist mir hier nicht möglich, alle diese Versuche der Kritik und neuen Hypothese ausführlich zu behandeln. Es sei auf meine „Übertiefung des Tessingebiets" verwiesen.

Die umfangreichste und beachtenswerteste Kritik an den morphologischen Ergebnissen der „Alpen im Eiszeitalter" hat meines Erachtens

de Martonne geübt. Seine Ausführungen macht sich, wie eine kurze Notiz erkennen läßt, W. Kilian vollständig zu eigen. De Martonne geht von folgenden verschiedenen Gesichtspunkten aus. Eine „théorie mécanique de l'érosion glaciaire" zeigt ihm, daß die glaziale Erosion oberhalb und unterhalb von Gefällsbrüchen eines Talbodens am größten sei, woraus er schließt, daß die glaziale Erosion dazu führt, präexistierende Gefällsbrüche zu verschärfen. In reifen Tälern fluviatiler Entwicklung könne sich keine intensive Glazialerosion entfalten: „il est impossible de concevoir une érosion glaciaire vigoureuse s'exerçant en profondeur dans de larges vallées à pente régulière. De pareilles vallées représentent, en effet, des lits glaciaires parfaitement adaptés à l'écoulement des glaciers." Weiter zeigen ihm seine Talstudien in der Maurienne und Tarantaise eine große Anzahl (sieben oder acht) von übereinander gelegenen Terrassenniveaus, an Stelle der ein oder zwei Talböden, die Penck und Brückner jedesmal durch das ganze Talsystem hindurch verfolgt haben. Diese Terrassenniveaus ergeben in den französischen Alpen auch niemals einen ausgeglichenen Verlauf der rekonstruierten alten Talböden, vielmehr zeigen namentlich die tieferen nahezu an den gleichen untereinander liegenden Stellen rückläufiges Gefälle, da nämlich, wo auch die heutige Talsohle einen Riegel, eine Stufe oder wenigstens eine Verengung aufweist. So gibt es also nach de Martonne in den französischen Alpen zahlreiche alte Talböden mit völlig unausgeglichenem Gefälle, die mit ihren Riegeln, Becken, stufenförmig mündenden Seitentälern ineinander geschachtelt sind. Die älteren Talböden haben einen ausgeglicheneren Verlauf, doch weisen auch sie noch wenigstens zwei auffällige Knickungen auf. Die beiden unteren dieser älteren Serie verbindet de Martonne in der letzten seiner einschlägigen Veröffentlichungen mit dem Plateau von Chambaran, hält sie somit für jungpliozän und fluviatil. Die Bildung der tieferen Talböden führt er auf die glaziale Erosion zurück, die sowohl in die Tiefe als auch besonders in die Breite gearbeitet habe. Damit nähert er sich der unten dargestellten Auffassung von H. Heß. Der interglazialen fluviatilen Erosion weist er, weit abweichend von Heß, die ruckweise Tieferlegung der Talsohle zu. In seiner in den Annales de Géogr. erschienenen Hauptpublikation bemerkt er außerdem, die fluviatile Erosion sei kurz vor Beginn des Eiszeitalters, nachdem sie vorher ein Stadium hohen Alters erreicht habe, durch eine Hebung des Alpengebirges als eines Ganzen belebt worden, so daß die Alpen das präglaziale Aussehen eines in den Taltiefen ganz jung zerschnittenen Gebirges mit altem Formenschatz darüber hatten. In seiner jüngsten kleinen Publikation spricht er jedoch von dieser fluviatilen Verjüngung nicht mehr, sondern führt die beiden erwähnten Knickungen der älteren, als pliozän erkannten Talböden auf tektonische Verbiegungen der breiten Sohlen zurück.

In der „Übertiefung des Tessingebiets" habe ich Zweifel an der Richtigkeit der théorie mécanique de l'érosion glaciaire de Martonnes geäußert. Wie ein roter Faden zieht sich durch diese eine meiner Meinung nach irrtümliche Ansicht de Martonnes: ein eiszeitlicher Gletscher könne in seinem Längsprofil nur minimale Geschwindigkeitsdifferenzen aufgewiesen haben (l'extrême lenteur et l'uniformité relative du mouvement des glaciers). Nur vermöge dieser Ansicht kann de Martonne zu der Meinung kommen, nicht ein reifes, sondern nur ein junges fluviatiles präglaziales Talsystem habe den Gletschern die Möglichkeit der Tiefenerosion geboten. Die wichtigsten Elemente des glazialen Formenschatzes, insbesondere die Konfluenzstufen und die an harte Gesteinszüge geknüpften Riegel, lassen sich, wie A n d r e w s und D a v i s schon ausgeführt haben, leicht aus einem reifen fluviatilen Relief mit Hilfe der Gletschererosion ableiten. Desgleichen läßt sich — im Gegensatz zu de Martonne — deduzieren, daß ein Gletscher etwa vorhandene präglaziale Unregelmäßigkeiten der Talsohle allmählich vernichten muß, wenn diese seinen Bedürfnissen nicht zufällig entsprechen. Ein Gletscher formt sein Bett nach seinen eigenen Gesetzen, ohne Rücksicht auf den präglazialen Verlauf von dessen Längsprofil.

Was den unregelmäßigen Verlauf des Längsprofils seiner alten Talböden betrifft, so hat de Martonne meiner Meinung nach einen Gesichtspunkt außer acht gelassen, der zum wenigsten als Erklärungshypothese berücksichtigt zu werden verdient. Meine Untersuchungen im Tessin zeigten mir drei alte, durch das ganze Gebiet verfolgbare Talböden, die in den Grenzen der möglichen Genauigkeit bis auf eine Ausnahme eine ausgeglichene Gefällskurve zeigen. Nur oberhalb des einzigen mächtigen Riegels des Tessin-Tales, des Monte Piottino, zeigt der unterste Talboden im Bereich weicher Gesteine eine zu tiefe Lage. Er hebt sich gegen den Riegel. Hier traf ich also einen solchen Fall, wie de Martonne ihn in den Tälern der französischen Alpen so häufig gefunden hat. Ich nehme hier an, daß die Reste dieses Talbodens durch die glaziale Erosion oberhalb des Riegels eine stärkere Abnutzung erfuhren, als im Bereich des harten Gesteines des Riegels selbst. Vielleicht erklären sich auf dieselbe Weise auch zahlreiche der Beobachtungen de Martonnes. Denn auch in seinem Gebiet liegen, wie er berichtet, die „verrous emboités" oft da, wo harte Gesteine vorhanden sind.

Wie ich oben mitteilte, gibt de Martonne für die erste Anlage der Gefällsbrüche der Talböden zwei verschiedene Erklärungen. Nehmen wir zunächst die erste: Vor Beginn der Eiszeit beherrschte die Alpentäler ein jung eingeschnittenes Talsystem, mit Gefällsbrüchen der Hauptflüsse. Damit sind die Riegel und Stufen doch noch nicht erklärt, ihre Bildungs-

zeit vielmehr nur zurückgeschoben. Und es wäre unmöglich darzutun, weshalb diese hypothetischen Gefällsbrüche gerade an den Stellen der Riegel und Stufen entstanden sind; denn nicht alle Riegel und Stufen knüpfen sich an hartes Gestein; auch korrespondieren sie einander nicht nach Lage und Zahl in den verschiedenen Tälern. Mit der zweiten Auffassung aber bahnt de Martonne eine Erklärung an, die er selbst vorher verworfen hat: Es kann nicht jeder Riegel und jede Stufe auf eine eigene tektonische Verbiegung zurückgeführt werden. Es geht nicht an, alle Unregelmäßigkeiten der nach de Martonne voreiszeitlichen fluviatilen Talböden — es sind ihrer, wie seine Zeichnung erkennen läßt, nicht nur jene beiden oben erwähnten auffälligsten, und weitere muß man, wenn man seinem Ideengang folgt, für jede andere Talstufe fordern — tektonisch zu begründen. Dann bleibt als einzige Erklärung nur die, daß diese fluviatilen alten Talböden später einer unregelmäßigen Abnutzung durch das Eis unterlagen. Demnach liegt es aber auch nahe, die tieferen Talböden, die sich von den älteren keineswegs wesentlich unterscheiden, genau so aufzufassen. So kommt man auch bei dieser Betrachtung auf die oben angedeutete Erklärungsmöglichkeit der de Martonneschen Beobachtungen zurück.

Fassen wir zusammen: Zum Verständnis der Übertiefungsformen ist die Annahme eines unausgeglichenen präglazialen Talbodenverlaufs unnötig; präglaziale Stufen in homogenem Gestein hätten sogar durch den Gletscher mit der Zeit ausgeglichen werden müssen. Die Interpretation der Beobachtungen de Martonnes enthält einige Unstimmigkeiten, die verschwinden, wenn man von präglazialer Anlage der Gefällsunregelmäßigkeiten der Talböden absieht und deren Ausbildung lediglich der unregelmäßigen Erosion der eiszeitlichen Gletscher zuschreibt. Mit Recht weist aber de Martonne darauf hin, daß ein nicht unwesentlicher Teil der eiszeitlichen Eintiefungsarbeit den Flüssen eisfreier Zeiten zugewiesen werden muß.

Anscheinend ohne die zuvor veröffentlichten Arbeiten de Martonnes zu kennen, kommt Distel durch seine Untersuchungen in den nach Norden gerichteten Tälern der Hohen Tauern zu ähnlichen Resultaten über die präglaziale Physiognomie der Alpen. In seinen Grundanschauungen harmoniert Distel mit Penck. Ein fundamentaler Unterschied zwischen seinen Ansichten und denen Pencks, wie ihn v. Drygalski feststellt, besteht nicht. Auch Distel betrachtet die einzige ausgeprägte Terrasse, die ihm seine Täler boten, die Trogschulter, mit Berufung auf Penck als Reste des präglazialen Talbodens. Auch er führt die Verbreiterung und Vertiefung des unter diesen Talboden eingesenkten Taltrogs auf die Tätigkeit der eiszeitlichen Gletscher zurück. In zwei immerhin nicht unwesentlichen Punkten sucht er gegenüber dem Penckschen Standpunkt einen Fortschritt

zu erzielen. 1. Zahlreiche Talstufen bezw. Trogschlüsse folgen nicht den von Penck aufgestellten Regeln der Übertiefung, sie liegen nach ihm nicht oberhalb der Mündung der Seitentäler bezw. gleich weit vom Talhintergehänge und den Seitenkämmen entfernt. Fälle ersterer Art aus anderem Gebiet erwähnt auch de Martonne, während ich selbst solche letzterer Art aufgezeigt und zu erklären mich bemüht habe. Distel hält, wie de Martonne, diese Gefällsbrüche für präglazial, da er durch Terrassenstudien nachweisen zu können meint, daß die Trogschulter sie schon enthält. 2. Das Querprofil des Taltroges: das plötzliche Einsetzen der Übertiefung weit unter der über den Trogschultern liegenden Schliffgrenze, ist uns, wie Penck offen bekennt, noch teilweise ein Rätsel. Distel versucht seine Lösung, indem er dem Trog eine durch rückschreitende Wassererosion geschaffene ebenfalls präglaziale Talrinne zugrunde legt, die vom Gletscher zum Troge ausgetieft und verbreitert wurde. Die Ränder dieser in die vorher entstandene Trogschulter eingeschnittenen Rinne liefern ihm die erste Anlage der Trogränder, ihr oberes Ende die des Trogschlusses.

Das Bild vom präglazialen Alpental, das er so erhält, vereinigt die Züge der beiden verschiedenen von de Martonne versuchten Auffassungen: Ein breiter alter Talboden soll da Vertiefungen aufweisen, wo die heutige Talsohle sie zeigt, und in diesen Talboden soll nachträglich doch ebenfalls noch präglazial eine fluviatile Rinne eingegraben sein. In diesem Doppelbilde liegt der innere Widerspruch der Distelschen Interpretation: Für die Trogschlüsse gibt er eine doppelte Erklärung; einmal sollen sie glaziale Weiterbildungen der präglazialen Verbiegungen der Trogschultern, das andere Mal die Enden der fluviatilen Rinnen sein. Für die Stufungen des Trogbodens macht die zweite Erklärung die erste illusorisch: Durch die fluviatile Rinne mußten die Verbiegungen der Trogschulter zerschnitten werden; die Sohle der Rinne, der Keim der heutigen Talsohle, konnte ihr Abbild nicht bewahren. Dieser innere Widerspruch geht daraus hervor, daß Distel sich nicht die von de Martonne so ausführlich versuchte Rechenschaft darüber ablegt, inwiefern der Gletscher präglaziale Gefällsbrüche steigern konnte.

Die von Distel vertretenen Unregelmäßigkeiten im Gefälle der Trogschultern halte ich noch nicht für einwandfrei erwiesen. Denn gerade in ihrem Bereich ist, wie Distels Schilderung erkennen läßt, der Verlauf der Trogränder oft unsicher. Vielleicht liegen ober- und unterhalb der kritischen Stellen je die Ränder verschiedener Tröge vor; vielleicht ist ein höherer Trog mit seinen Rändern an den tieferen angestückt, so daß es sich gar nicht um fortlaufende Trogränder handelt. Solche Fälle beobachtete Penck in der Ankogel-Gruppe.

Plausibler erscheint mir mit einer Einschränkung der zweite Erklä-

rungsversuch. Zu ähnlichen Resultaten bin ich im Tessin gelangt. Angesichts der nahezu ausgeglichenen Natur des von mir verfolgten präglazialen Talbodens glaube ich aber diese fluviatilen Rinnen, die die erste Anlage der Trogränder schufen, in eine Zeit nach der ersten Eisbedeckung weisen zu sollen und betrachte als Ursache dieses Einschneidens nicht eine unbewiesene präglaziale Hebung des Alpenkörpers, wie Distel, sondern die unterdessen auf glazialem Wege eingeleitete Stufenbildung.

Ein ganz anderes Bild vom präglazialen Aussehen der Alpen macht sich H. Heß. Auch seine Auffassung beruht auf dem Studium von Gehängeknicken an den Talwänden. Solche sucht er jedoch nach wie vor mehr auf den senkrecht zur Talrichtung vorspringenden Spornen als auf den terrassierten weiten Hängen. Früher baute er seine Studien lediglich auf den mit Hilfe des Kartenmaterials senkrecht zur Talrichtung konstruierten Profilen auf. Neuerdings beruhen seine Darlegungen über das Rhonegebiet und das Ogliotal jedoch auch auf Autopsie; aber auch in den letzteren faßt er mehr Talprofile als räumlich ausgedehnte Terrassenfolgen ins Auge. Auf solche Weise findet Heß regelmäßig einen vierfachen Gehängeknick auf beiden Talseiten. Er verbindet die zusammengehörenden beiderseitigen Knicke eines Profils durch eine Kurve von der Form eines nach unten durchhängenden Seiles und deutet diese als Reste alter Talböden. Die analogen Gehängeknicke verschiedener Profile gestatten es ihm, vier solche ineinander geschachtelte „Tröge", deren Bildung er je einer Eiszeit zuweist, durch zahlreiche Alpentäler hindurch zu verfolgen. Die obere Grenze seines ältesten Troges ist ihm jetzt die Schliffgrenze. Er sucht sie, meist nach Karten, sehr hoch. Außerdem läßt er an der Schliffgrenze die Eintiefungen der Alpentäler beginnen. Die Schliffgrenze ist für ihn zugleich der obere Talrand. Somit betrachtet er als einen Rest der präglazialen Topographie nur das, was über seiner oberen Eisstromgrenze liegt und erhält so als präglaziale Alpenoberfläche ein peneplainartiges Gebilde, in dem nur die großen Haupttäler angedeutet sind.

Ich habe in der „Übertiefung des Tessingebiets" Zweifel an der Richtigkeit der Heßschen Voraussetzungen und Folgerungen geäußert. Auch seine jüngsten Ausführungen, die nachdem erschienen sind, haben meine Stellung nicht geändert. Ich vermag aus ihnen nur zu entnehmen, daß in manchen Profilen der Alpentäler sich ein vierfacher Spornknick oder eine vierfache Terrassierung bemerkbar macht. In anderen Profilen liegen aber bald mehr bald weniger Terrassenniveaus vor; gegen die Verwendbarkeit der Spornknicke sind berechtigte Einsprüche erhoben worden; die Frage, ob manche seiner Knicke nicht durch Gesteinsgrenzen bedingt sind, wird von Heß nach wie vor unerörtert gelassen, auf der linken Seite des Zermatter Tales, das Heß neuerdings beschreibt und abbildet, scheint mir dieser Fall

vorzuliegen; daß die Schliffgrenze die große, von Heß angenommene Höhe hat, ist nur in wenigen Fällen durch Beobachtungen an Ort und Stelle wenigstens mit einiger Sicherheit erwiesen; er betrachtet diese Schliffgrenze als die der ältesten Eiszeit, um so ausgeprägter müßten dann die der jüngeren Eiszeiten sein, von denen aber nichts zu beobachten ist; und selbst angenommen, die Realität der vier von Heß verfolgten Talböden sei erwiesen, so ist mir immerhin noch unerklärt, daß sie vier, je nur durch eine eiszeitliche Vergletscherung ausgehobelte Tröge begrenzen.

Wir überblicken jetzt die verschiedenen Versuche, den Terrassenniveaus der Alpentäler eine andere Deutung zu geben als Penck und Brückner. Als wichtiges, allen gemeinsames Resultat erscheint mir nur die Feststellung, daß in vielen Talabschnitten mehr als die zwei von Penck und Brückner verfolgten Talböden vorliegen. Keine der zahlreichen Theorien scheint mir aber heute so einwandfrei, daß sie berechtigt wäre, das Erbe der Penck-Brücknerschen Auffassung anzutreten.

Gegen Punkt 1 der anfangs gegebenen Penckschen Argumentation ist meines Wissens bisher nichts vorgebracht worden. Wohl aber wendet sich de Martonne gegen Punkt 2. Er weist diesem Einwand sogar die größte Wichtigkeit zu: „Une des plus graves difficultés que rencontre l'hypothèse d'un modelé de maturité préglaciaire est la nature des dépôts pliocènes récents et quaternaires anciens." Er behauptet, die Ablagerungen des jüngsten Pliozäns auf dem französischen Alpenvorland seien grobe Schotter, wie sie unmöglich von Flüssen einer greisenhaften Entwicklung abgelagert sein könnten. Der Penckschen Auffassung, daß diese Schotter von Chambaran kurz vor der Eiszeit von schuttarmen Flüssen umgearbeitet sind, schließt er sich nicht an. Der beste Kenner der Schotterbildungen Südost-Frankreichs, W. Kilian, hat aber jüngst die Penncksche Erklärung voll und ganz zu der seinen gemacht.

Das Bild vom präglazialen Aussehen der Alpen, das sich uns so schließlich als das nach unseren heutigen Kenntnissen wahrscheinlichste herausstellt, weicht von dem, das Penck vor zehn Jahren entwarf, nur unwesentlich ab: die Zentralmassive der Ostalpen waren vielleicht nicht in dem Maße gereift, wie Penck betont. Sie enthielten vielleicht noch manchen steilen Wildbachtrichter und manche noch ungerundete Wasserscheide.

Wenn ich somit an der Penckschen Auffassung im großen und ganzen festhalte, so soll damit nicht in Abrede gestellt sein, daß dieses Bild der Weiterentwicklung fähig ist. Auf dem Gebiete des Taltroges und der alten Talböden liegen noch ungelöste Probleme, die unsere Auffassung im Laufe der Jahre gewiß ändern können.

Literatur.

Andrews, E. C., The geographical significance of floods, with especial reference to glacial action. Proc. Linnean Soc. N. S. Wales. XXXII, 1907, S. 795—834.
—, Corrasion by gravity streams, with applications of the ice flood hypothesis. Journ. and Proc. R. Soc. N. S. Wales. XLIII, 1909, S. 204—330.
Bodmer, A., Terrassen und Thalstufen der Schweiz. Zürich 1880.
Brückner, E., Die Vergletscherung des Salzachgebietes. Geogr. Abh. I, 1, 1886.
—, Die schweizerische Landschaft einst und jetzt. Rektoratsrede. Bern 1900.
—, vgl. Penck.
Chamberlin, Th. C. and R. T., Certain phases of glacial erosion. J. of Geol. XIX, 1911, S. 193—216.
Davis, W. M., The sculpture of mountains by glaciers. Scott. Geogr. Mag. XXII, 1906, S. 81 u. 83.
—, The Alps in the glacial period. Geogr. Journ. XXXIV, 1909, S. 656.
—, Die erklärende Beschreibung der Landformen. Deutsch bearbeitet von A. Rühl. 1912.
—, u. Braun, G., Grundzüge der Physiogeographie. 1911.
Distel, L., Die Formen alpiner Hochtäler, insbesondere im Gebiet der Hohen Tauern und ihre Beziehungen zur Eiszeit. Landesk. Forsch. Geogr. Ges. München. H. 13, 1912.
—, Schliffkehle und Taltrog. Pet. Mitt. 1912. II. S. 328.
v. Drygalski, E., Die Entstehung der Trogtäler zur Eiszeit. Pet. Mitt. 1912, II, S. 1.
Gannett, H., Lake Chelan. Nat. Geogr. Mag. IX, 1898, S. 417 ff.
Gilbert, G. K., Glaciers and Glaciation. Harriman Alaska Expedition. Vol. 3, 1904 (Beobachtungen 1899), insbes. S. 45—70, 104, 170, 209.
Heim, H., Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung. Basel 1878, S. 251 ff, 281 ff.
—, Geologie der Hochalpen zwischen Reuß und Rhein. Beitr. geol. Karte der Schweiz. XXV, 1891, S. 421 ff.
Heß, H., Der Taltrog. Pet. Mitt. 1903, S. 76.
—, Die Gletscher. Braunschweig 1904, S. 363 ff.
—, Probleme der Gletscherkunde. Zeitschr. f. Gletscherk. I, 1906/7, S. 243.
—, Alte Talböden im Rhone-Gebiet. Zeitschr. f. Gletscherk. II, 1908 S. 321 ff.
—, Talbildung in den Alpen. Himmel und Erde. XXI, 1909, S. 537—546.
—, Die präglaziale Alpenoberfläche. Pet. Mitt. 1913, I, S. 281—288.
Hobbs, W. H., The cycle of mountain glaciation. Geogr. Journ. XXXIII, 1909, S. 146—163, 268—284.
—, Characteristics of existing glaciers. New York 1911, S. 25—40.
Johnson, W. D., (Erste Mitteilung über die Bedeutung des Bergschrundes bei der Karbildung nach Beobachtungen aus dem Jahre 1883 vor der Geol. Section of the Sc. Assoc. of the Univ. of California am 27. Sept. 1892.)
—, An unrecognized process in glacial erosion. Science. N. S. IX, 1899, S. 106.
—, The work of glaciers in high mountains. ib. S. 112.
Kilian, W., Sur les „seuils de débordement" glaciaires et sur une phase importante dans la succession des oscillations glaciaires dans les Alpes françaises. Bull. Soc. géol. France. 4e sér. t. X, 1911, S. 33.

Kilian, W., et Gignoux, M., Les niveaux de cailloutis et les terrasses des environs de Saint-Rambert-d'Albon (Drome) et de Beaurepaire (Isère). C. r. Ac. Sc. Paris, t. 151, 1910, S. 1023—6.

—, Les formations fluvioglaciaires du Bas-Dauphiné. Bull. Serv. Carte géol. France, Nr. 129, t. XXI, 1911, S. 25—29.

Lautensach, H., Die Entwicklung der Alpen seit der Tertiärzeit. Geogr. Anz. X, 1909, 4. u. 5. Heft.

—, Die Alpen im Eiszeitalter von A. Penck und E. Brückner. Zeitschr. f. Gletscherk. IV, 1909, S. 1—30.

—, Die Übertiefung des Tessingebiets. Geogr. Abh., N. F., H. 1, 1912.

Machatschek, F., Geomorphologische Studien aus dem norwegischen Hochgebirge. Abh. k. k. Geogr. Ges. Wien. VII. 1908. H. 2.

de Martonne, E., La formation des cirques. Ann. de Géogr. X, 1901, S. 13 ff.

—, Fjords, cirques, vallées alpines et lacs subalpins. ib. S. 289—294.

—, Sur l'inégale répartition de l'érosion glaciaire dans le lit des glaciers alpins. C. r. Ac. Sc. Paris, t. 149, 1909, S. 1413—15.

—, Sur la théorie mécanique de l'érosion glaciaire. ib. t. 150, 1910, S. 135—138.

—, Sur la genèse des formes glaciaires alpines, ib. t. 150, 1910, S. 243—246.

—, L'érosion glaciaire et la formation des vallées alpines. Ann. de Géogr. 1910, S. 289 bis 317; 1911, S. 1—29.

—, Principes de l'analyse morphologique des niveaux d'érosion appliquée aux vallées alpines. C. r. Ac. Sc. Paris. t. 153, 1911, S. 309—311.

—, Résultats de l'analyse morphologique des niveaux d'érosion des vallées de l'Arc et de l'Isère. ib. t. 153, 1911, S. 404—408.

—, Sur la chronologie des thalwegs pliocènes et quaternaires de l'Arc et de l'Isère. ib. t. 153, 1911, S. 509—511.

Nußbaum, F., Die Täler der Schweizer Alpen. Wiss. Mitt. d. Schweiz. alpin. Museums. Bern. 3, 1910.

—, Die Tal- und Bergformen des Visp-Gebietes. Jahrb. Schweiz. Alpenklubs. 46, 1911, S. 228—244.

—, Die Landschaften des Bernischen Mittellandes. Bern 1912.

Penck, A., Die Vergletscherung der deutschen Alpen. 1882.

—, Die Übertiefung der Alpenthäler. Verh. VII. intern. Geogr. Kongr. Berlin 1899, S. 232 ff.

— und E. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1901—9.

—, Aegerters Karte der Ankogel-Hochalmspitzgruppe. Mitt. D. u. Ö. A.-V. 1909, Nr. 22.

—, Schliffkehle und Taltrog. Pet. Mitt. 1912, II, S. 125—127.

—, Die Physiogeographie von Davis und Braun. Zeitschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1911, S. 566 f.

Ramsay, A. C., On the glacial origin of certain lakes in the ice-worn regions in Europe and North America. Quart. J. Geol. Soc. London. XVIII, 1862, S. 185.

—, The excavation of the valleys of the Alps. Phil. Mag. IV. S., XXIV, 1862, S. 377.

—, On the erosion of valleys and lakes. ib. XXVIII, 1864, S. 293.

—, Sir Charles Lyell and the glacial theory of lakebasins. ib. XXIX, 1865.

Richter, E., Geomorphologische Untersuchungen in den Hochalpen. Pet. Mitt. Erg.-Heft 132, 1900.

Rütimeyer, L., Über Thal- und Seebildung. Basel 1869.

Salomon, W., Die Adamello-Gruppe. Abh. k. k. geol. Reichsanstalt. XXXI, H. 2, 1910, S. 464.
v. Staff, H., Zur Morphogenie der Präglaziallandschaft in den Westschweizer Alpen. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 64, 1912, Abh. H. 1.
Tyndall, J., On the conformation of the Alps. Phil. Mag. IV. S., XXIV, 1862, S. 169, IV. S., XXVIII, 1864, S. 255.

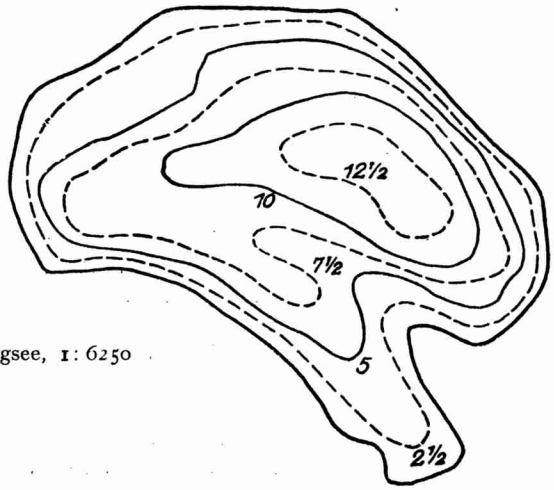
Die Schleswigschen Diluvialseen und ihre Kryptodepressionen.

Von **Dr. G. Wegemann**-Kiel.

I. Allgemeines über die Beobachtungen und deren Verarbeitung.

Schleswig ist im Vergleich mit Holstein oder Lauenburg arm an Seen, besonders in dem Diluvialgebiet. Rechnet man die baltischen Strandseen und die alluvialen Marschseen ab, so verbleiben nur 37 schleswigsche Diluvialseen von mehr als 8 ha Fläche. Strittig bleibt allerdings die Zugehörig-

Abbild. 44.

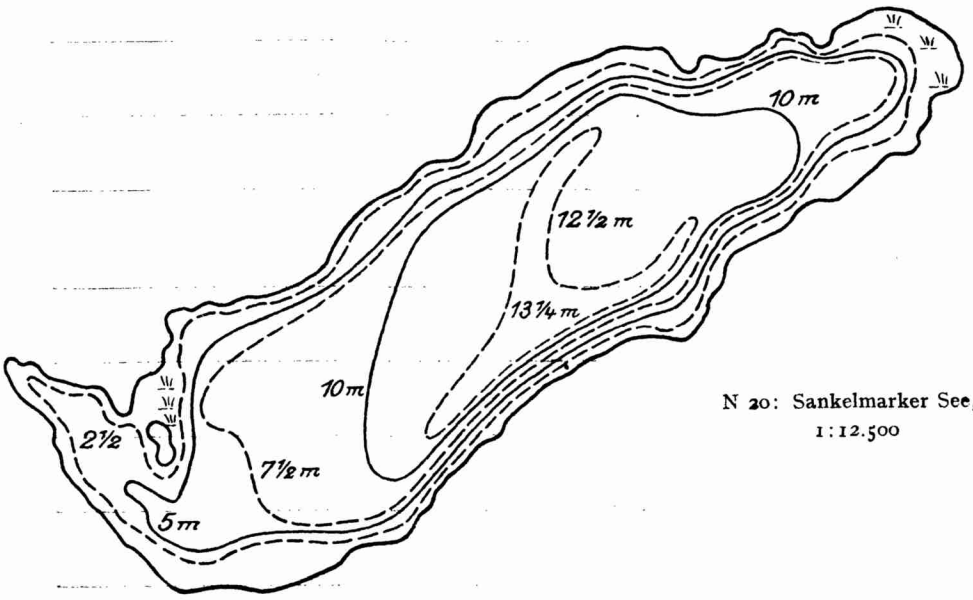


N 5: Rykbergsee, 1:6250

keit mancher küstennaher Seen zur Kategorie der Strandseen. So zeigen z. B. der Bankel-Damm, das Nübel- und Windebyer Noor, der Hemmelmarker See und nicht zum wenigsten die Schlei viel eher den Charakter eines diluvialen Landsees als den eines jungen Strandsees. Die Auslotung der in der Tabelle enthaltenen Seen ist vom Verfasser ins Werk gesetzt, zum größeren Teile unter seiner Leitung geschehen; die übrigen von den

dazu ausgebildeten Geographen, besonders Dr. Woldstedt, Dr. K. Meier-Flensburg, M. Ohle, G. Brede, Dr. Breckwoldt und Dr. Knothe. Über den Haderslebener Damm (Nr. 1) hat der Verfasser dieses bereits in einem Artikel berichtet, der durch eine Tiefenkarte illustriert war (Schleswigsche Grenzpost, Hadersleben, 24. I. 1912), die sechs südschleswigschen Seen (Nr. 25, 28—32), die zur Eider entwässern, haben in der Abhandlung über die Seen des Eider-Gebiets (Petermanns geogr. Mitteil. 1912, IV.) eine Behandlung erfahren; unter Beifügung farbiger Tiefenkarten vom Bisten- (Nr. 30) und Wittensee (Nr. 32). Nr. 2—7 und 10—12 hat Dr. Woldstedt in seiner

Abbild. 45.



N 20: Sankelmarker See, 1:12.500

Dissertation behandelt, doch liegt dieser Teil zurzeit noch nicht im Druck vor. Es sind Karten von Nr. 1—4, 6, 10—12 für die Veröffentlichung geplant.

Die Bestimmung der geloteten Stellen geschah nach der Methode, die Ruderschläge zu zählen und sich nach Landmarken einzupeilen. Es genügte überall das Handlot mit Metereinteilung. Meist wurde alle 10—15 m eine Lotung ausgeführt. Da die absolute Anzahl der Lotungen keine Vorstellung von der Dichte der Lotungen gibt, so enthält die Tabelle in der IV. Kolonne noch die Lotungsdichte, d. h. die Anzahl der Lotungen auf je 100 ha der Seefläche. Für Seen mit einförmigerem Relief werden 100, für die mit verwickelteren Bodenverhältnissen 200 Lotungen auf je 100 ha als genügend angesehen werden können. Bei sehr großen Seen wird man allerdings diese Zahlen selten erreichen, während für kleine meist sehr viel

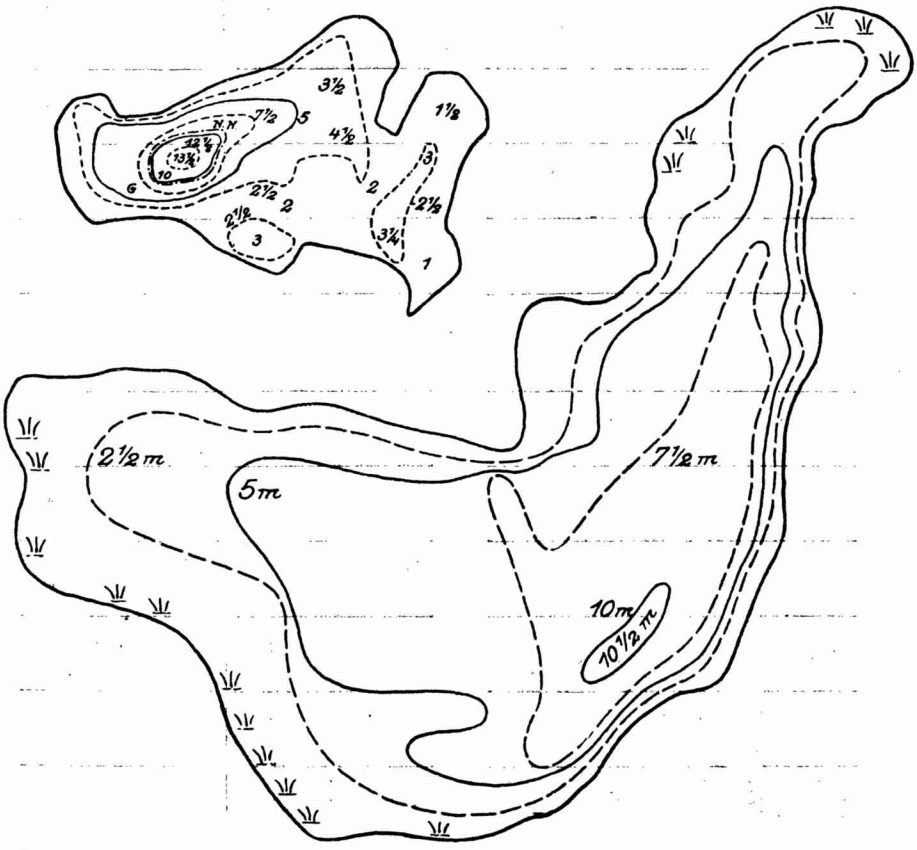
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
Name	Größe	Lotungen: Zahl	Lotungen: Dichte auf	Lage über N. N.	Größte Tiefe	Mittl. Tiefe	Volumen in	Umfang	Kryptodepression: Tiefe	Kryptodepression: Fläche	Kryptodepression: Volumen	Entwässerung Ns = Nordsee Os = Ostsee	No. des Meßtischblattes
	ha		100 ha	m	m	m	1000 cbm	km	m	ha	1000 cbm		
Die Haderslebener Seen													
1. Haderslebener Damm	301,2	710	235	2,2	3,8	2,5	7 720	13	1,5	223	2 440	Os.FördeW-E	38
2. Unter-Jels	49	203	430	35,5	12,3	7,1	3 500	6,2	—	—	—	Ns. N—S	23
3. Mittel-Jels	26	124	470	35,5	7,5	4,0	1 050	2,7	—	—	—	Ns. „	23
4. Ober-Jels	10	61	580	35,6	2,5	1,6	170	1,2	—	—	—	Ns. „	23
5. Rykberg	10,5	98	933	41,0	14,0	6,4	675	1,5	—	—	—	ohne Abfluß	56
6. Witt	8,3	81	976	45,6	12,8	5,1	425	1,2	—	—	—	„ „	56
7. Weybüll	16,1	60	373	25,4	5,5	3,3	535	1,8	—	—	—	Os. W—E	56
8. Stevning Damm	28,6	95	332	18,6	2,0	1,3	370	4,0	—	—	—	Os. NW—SE	38
9. Grarup	9,4	69	733	16,1	4,5	2,6	245	1,5	—	—	—	Os. NW—SE	39
Die Flensburger Seen													
10. Hostrup	253,8	537	212	35,6	8,5	2,5	6 325	11,0	—	—	—	Ns. E—W	98
11. Großer Seegaarder	74,0	334	451	35,4	9,0	3,9	2 875	4,4	—	—	—	Ns. E—W	98
12. Kleiner Seegaarder	12,3	46	374	35,4	3,3	2,4	300	1,2	—	—	—	Ns. E—W	98
13. Aag	11,7	107	915	27,1	8,5	4,1	480	1,6	—	—	—	Os. S—N	76
14. Skov	10,6	113	1065	1,5	7,0	3,8	400	2,2	5,5	9,4	250	ohne Abfluß	77
15. Niehuser	18	97	550	12,2	3,8	3,5	355	1,9	—	—	—	Os. SW—NE	129
16. Krusauer	11	—	—	8,2	2,5	2	225	1,4	—	—	—	Os. NW—SE	129
17. Miang	67	—	—	0,3	0,8	0,5	350	2,2	0,5	50	250	Os. E—W	101
18. Norburger	55	480	875	4,0	10,5	5,9	3 440	6,7	6,5	43	1 250	Os. SE—NW	78
19. Rüder	34,7	231	665	12,0	6,0	3,2	1 110	5,7	—	—	—	Os. SE—NW	130

Eider-Seen													
20. Sankelmarker	64,7	150	232	26,8	13,3	7,4	4 810	4,4	—	—	—	Ns. NE—SW	165
21. Süden	70,3	257	365	31,0	4,5	3,2	2 290	5,9	—	—	—	Ns. NE—SW	166
22. Tress	35,1	267	760	25,7	1,8	1,3	440	4,0	—	—	—	Ns. NE—SW	207
23. Winderatter	47,4	145	306	37,5	3,3	1,9	880	4,8	—	—	—	Ns. NE—SW	166
24. Havetofter	12,2	258	2110	29,7	6,0	3,4	420	1,6	—	—	—	Ns. E—W	207
25. Hohner	127,4	—	—	0,5	2,5	1,3	1 400	5,5	2,0	100	812	Ns. E—W	357
26. Gammellunder	26,3	173	660	16,0	4,0	2,2	630	1,9	—	—	—	Ns. E—W	250
27. Arnholzer	96,1	231	239	19,0	10,5	4,8	4 625	5,0	—	—	—	Ns. E—W	250
28. Fockbeker	34,6	89	258	2,1	2,5	1,3	436	2,6	0,4	6	1	Ns. W—E	358
29. Owschlager	23,0	169	735	3,6	2,5	1,8	307	2,2	—	—	—	Ns. N—S	358
30. Bisten	152,1	314	206	12,8	16,5	7,4	11 300	10,5	3,7	43	874	Ns. NE—SW	359
31. Ramm	1,7	93	5300	50,0	7,0	3,0	53	0,5	—	—	—	ohne Abfluß	301
32. Witten	1033,8	1219	118	4,6	27,0	12,5	129 400	13,6	22,4	813	75 300	Ns. N—S	359
Schlei-Gebiet													
33. Idstedter	38,6	70	181	17,3	2,0	1,3	480	2,8	—	—	—	Os. N—S	251
34. Schleswiger Lang	148,0	346	234	16,3	14,0	7,1	10 490	12,6	—	—	—	Os. SW—NE	251
35. Großer Schnaaper	16	79	510	5,0	20,0	10,0	1 635	1,6	15	12	920	Os. NW—SE	302
36. Kleiner Schnaaper	4,4	60	1717	5,0	6,0	4,7	205	0,8	1	2,6	21	Os. NW—SE	302
37. Bült	20	153	818	9,6	14,0	3,1	615	2,2	4,5	0,7	15	ohne Abfluß	302
38. Söbyer	14	—	—	23,0	—	—	—	1,4	—	—	—	Os. NE—SW	253
39. Koseler Lang	27	132	537	3,3	14,0	5,7	1 540	3,0	10,7	18,5	775	Os. S—N	252
1—39. Summen bzw. Mittel	3010	7651	250	20,0	—	—	202 606	—	—	1402	82 008	—	—
40. Hemmelmarker	85,2	438	546	0,3	7,3	3,3	2 868	4,1	7,0	82	2 615	Os. NW—SE	303
41. Windebyer Noor	421	286	68	0	17,0	6,4	26 600	10,0	17,0	421	26 600	Os. W—E	302
42. Goos	50	114	228	0	1,3	1	500	3,3	1,3	50	500	Os. W—E	303
43. Schlei	5800	—	—	0	15,0	2,6	150 000	—	15,0	5800	150 000	Os. SW—NE	209—10, 251—53
1—43. Summen	9366	9489	—	—	—	—	332 574	—	—	7755	261 723	—	

höhere Werte erlangt werden. Den Gebieten mit größeren Unregelmäßigkeiten ist stets besondere Sorgfalt zugewendet, so daß alle in der Tabelle enthaltenen Seen als gut bekannt gelten können.

Die Arbeitskarten, aus denen später die Daten zur Berechnung des Volumens, der mittleren Tiefe und des Umfangs entnommen wurden, hatten für die größeren Seen einen Maßstab von 1 : 12 500, für die kleineren meist

Abbild. 46.



N 37 (oben): Bültsee, 1:12.500 N 27 (unten): Arnholzersee, 1:12.500

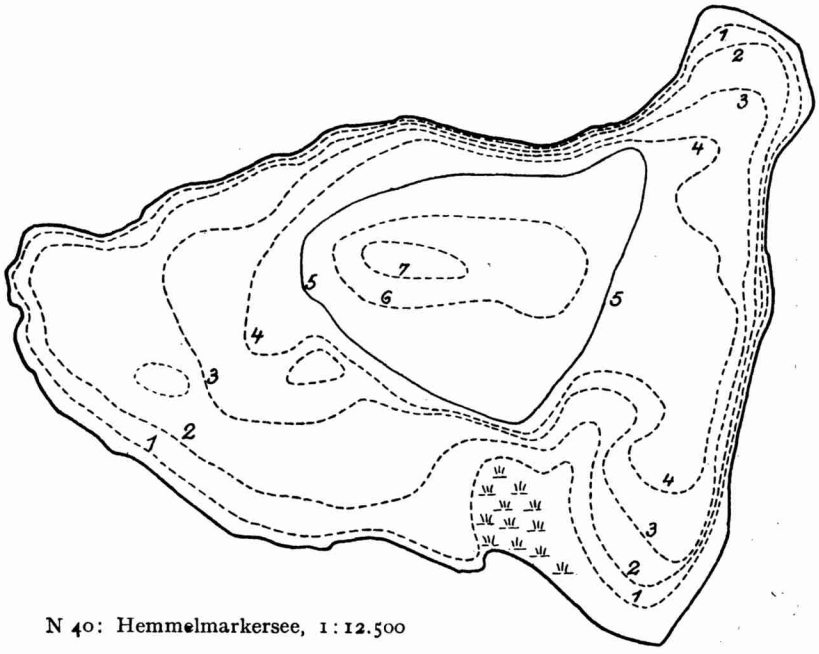
1 : 6250, für die kleinsten noch größeren. Die Isobathen wurden meist von 2½ zu 2½ m entworfen und auf den Seespiegel bezogen. Die dem Meeresspiegel (N N) entsprechende Isobathe ist überall besonders eingezeichnet (— · — · —), um das Kryptodepressionsgebiet hervorzuheben. Die Areale sind meist den Flurbüchern entnommen oder mittels Coradis Polar-Planimeter, die Volumina mit Hilfe der hypsographischen Kurve bestimmt.

II. Lage und Dimensionen der Seen.

A. Regionale Verteilung.

Die Breitenkreise von Flensburg und Schleswig teilen das Diluvialgebiet zwischen Königsau und Eider in drei ungleiche Teile (Nord-, Mittel- und Süd-Schleswig), die sich etwa wie 3 : 2 : 1 verhalten. Auf den nördlichen Abschnitt entfallen 18 (Nr. 1—18), auf den mittleren 10 (Nr. 19—24, 26, 27, 33, 34), der Rest (11 bezw. 15) auf den Süden, so daß man die Verteilung als gleichmäßig bezeichnen kann. Doch zeigt schon ein oberflächlicher Blick auf die Landkarte, daß Neigung zur Gruppenbildung vorhanden

Abbild. 47.

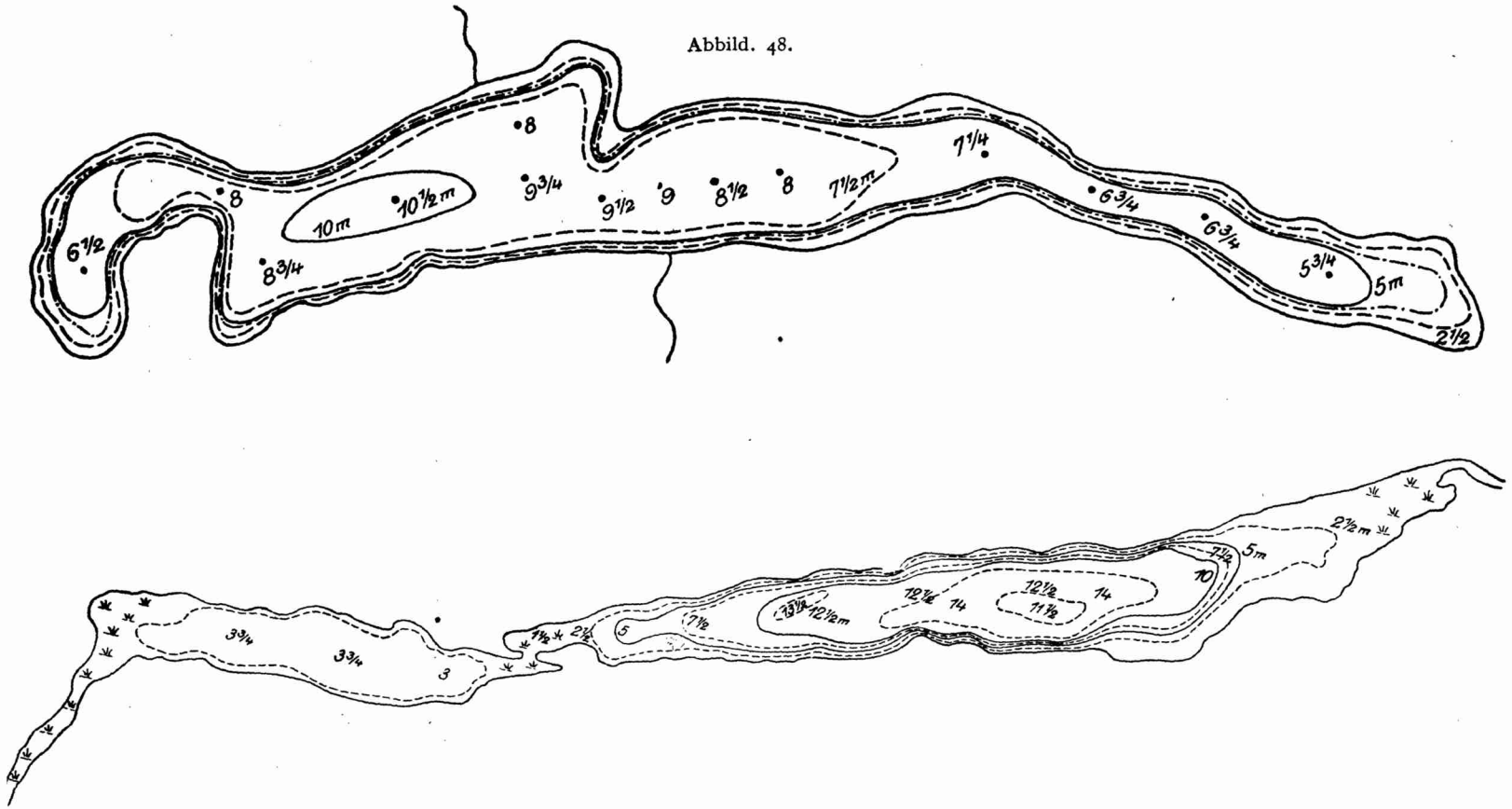


N 40: Hemmelmarkersee, 1 : 12.500

ist. So bilden Nr. 2—4 die Jelser, Nr. 1, 5—9 die Haderslebener Gruppe, der auch die Strandseen Bankeldamm und Schliefsee angehören. Nr. 10—13 können als Apenrader Gruppe bezeichnet werden, Nr. 14, 17 und 18 sind Teile des Alsener Förden-Gebietes, während 15, 16 und 19 zum Flensburger Förden-Gebiete gehören. Von den mittelschleswigschen Seen bilden Nr. 19 bis 24 die Gruppe der Nordangliter, Nr. 26, 27, 33, 34 der Südangliter Seen. Unter den südschleswigschen gehören zusammen Nr. 29—32, die Seen der Hüttner Harde, und Nr. 35—37 und 39—42, die Seen um Eckernförde.

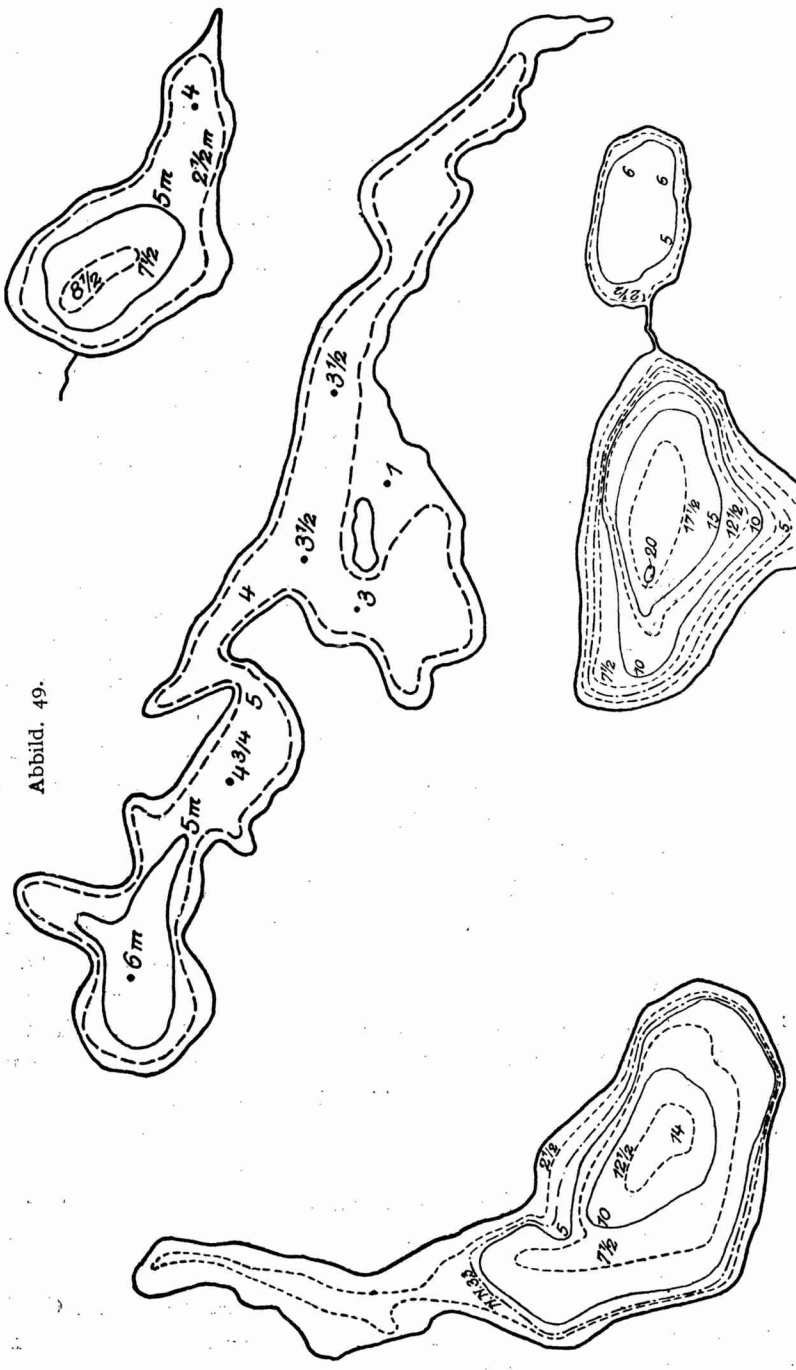
In meridionaler Anordnung sind zu unterscheiden die Seen des Grund-

Abbild. 48.



N 18 (oben); Norburgersee, 1:12.500.

N 34 (unten): Schleswiger Langsee, 1:25.000.



Abbild. 49.

N 39 (links): Koseler Langsee, 1:12.500. — N 19 (Mitte): Rüdersee, 1:12.500. — N 13 (rechts oben): Aagsee, 1:12.500. — N 35/36 (rechts unten): Großer und Kleiner Schnaapersee, 1:12.500.

moränen-, des Endmoränen- und des Sandur-Gebietes. Von der Zugehörigkeit der einzelnen Seen zu diesen Gebieten wird in dem Abschnitt über ihre Entstehung noch zu handeln sein.

In der Tabelle sind vier Hauptgruppen gebildet. Die erste umfaßt die 9 Seen des Kreises Hadersleben, die zweite die 10 Seen in der Umgebung Flensbnrgs und auf Alsen, die dritte die 13 mittel- und südschleswigschen Seen des Eider-Gebiets, während die letzten 11 sich um die Schlei gruppieren.

B. Höhenlage. (s. Tabelle Kolonne V.)

Entsprechend der geringen mittleren Höhe des schleswigschen Diluvialgebietes ist die Höhenlage der Seespiegel durchweg gering (etwa 20 m). Die bedeutendste Meereshöhe haben naturgemäß die Seen, die im Endmoränenzuge bezw. in dem Gebiete der Wasserscheide liegen, die etwa 40—50 m Höhe besitzt. Über 40 m weisen nur 3 kleine auf (Nr. 5, 6 und 31), 30—40 m hoch liegen 8, weniger als 10 m weisen 13 von 39 auf.

C. Größe und Umfang. (s. Tabelle Kolonne II und IX.)

Die Tabelle zeigt, daß es nur einen größeren See in Schleswig gibt, den Wittensee mit $10^1/_3$ qkm (Nr. 32), der aber wiederum nur $^1/_6$ des Schlei-Gebietes an Größe besitzt. Er macht allein $^1/_3$ der gesamten Wasserfläche der schleswigschen Landseen aus. Mehr als 100 ha haben noch 5, zwischen 25 und 100 ha weitere 16. Die Mehrzahl, 18, sind also klein, wodurch der Eindruck der Seenarmut in unserem Gebiet erheblich verstärkt wird.

Der Umfang ist mittels des Uleschen Kurvimeters bestimmt. Es fällt der regelmäßig gestaltete Wittensee durch seinen geringen Umfang auf, verhältnismäßig groß ist er dagegen bei den schmalen Rinnenseen (Nr. 1, 8, 18, 19, 21, 23, 30, 34, 39).

D. Tiefe. (s. Tabelle Kolonne VI und VII.)

Die schleswigschen Seen sind durchweg flach. Nur 2 weisen 20 m und mehr auf, der Wittensee mit 27 m und ein kleiner See bei Eckernförde (Nr. 35). 10—20 m als größte Tiefe wurde in 10 weiteren gefunden; weniger als 5 m zeigen 15 Seen der Tabelle. Entsprechend die mittleren Tiefen. Die beiden tiefsten haben 10 m und mehr, 8 haben zwischen 5 und 10 m.

E. Form und Volumen. (s. Tabelle Kolonne VIII.)

Während der Wittensee nur $^2/_5$ der gesamten Wasserfläche der schleswigschen Landseen ausmacht, enthält er dagegen wegen seiner Größe und bedeutenden mittleren Tiefe $^2/_3$ der gesamten Wassermasse und bleibt nur wenig hinter der sechsmal größeren Schlei zurück. Nur 2 größere bringen es noch auf 10 Mill. cbm, 13 weitere haben noch mehr als 1 Mill. cbm. Beachtenswert sind der große Schnaapersee (Nr. 35), der bei 16 ha Größe $1^2/_3$ Mill. cbm enthält, während der flache Hohner See trotz seiner 127 ha nur $1^2/_5$ Mill. cbm Rauminhalt hat.

Der Form nach sind 17 Rinnenseen: Nr. 1—3, 8, 9, 11—12, 18—23, 27, 30, 34 und 39. Tiefe wassergefüllte Löcher oder Wannen sind folgende 9: Nr. 5—7, 13, 14, 24, 31, 35 und 37 bezw. 38 und 39. Der Rest sind überspülte ebene Gebiete, ausgenommen der Wittensee, der in seinen Süd-, West- und Nordrandgebieten eine Fortsetzung des kuppigen Geländes seiner Umgebung bietet, in seinem Hauptteil aber eine Wanne darstellt.

III. Die Entstehung der Seen und die glazialen Besonderheiten.

Trotzdem mit Ausnahme der Jelser Seen (Nr. 2—4) und des Hohner Sees (Nr. 25) alle schleswigschen Landseen nur wenige Kilometer von der Ostsee-Küste entfernt liegen, entwässern doch die Hälfte zur Nordsee (18), während nur 16 Abfluß zur Ostsee besitzen, wovon ein ehemals abflußloser (Nr. 39) einen künstlichen Abfluß dorthin erhalten hat. 5 sind auch zurzeit noch abflußlos. Von den nordschleswigschen Seen, die zur Nordsee entwässern, liegen die 3 Jelser in der von der Jelsau durchflossenen glazialen Rinne, die ihre Fortsetzung in der Rinne der Grammau hat. In der Fortsetzung der Haderslebener Förde liegen der Haderslebener und Stevening-Damm (Nr. 1 und 8), die beide aufgestaut sind. Die bei Chronisten geäußerte Meinung, daß vor der Aufstauung des Haderslebener Dammes dort ein Wiesengelände gewesen sei, ist jedenfalls irrig und durch die Tatsache veranlaßt, daß zwei auf verschiedenen Seiten gelegene Ortschaften seit alters zu derselben Kirche gehörten. Ich vermute, daß die Aufstauung des alten Landsees 1 m betragen hat, da der Besitz der angrenzenden Orte überall bis zur 1-m-Linie geht. Dann hätte der ursprüngliche Landsee 263 ha Fläche besessen mit $2\frac{3}{4}$ m Tiefe, die allerdings in früheren Zeiten sehr viel größer gewesen sein dürfte. Ebenfalls Reste alter Abflußrinnen sind Nr. 7, 9, 15—19, die in kleinen Bächen zur Ostsee entwässern. Alten Abflußrinnen gehören ferner die durch die Treene (Nr. 20—24 und 27) und Sorge (Nr. 30) zur Eider abfließenden Seen an. Die östliche Fortsetzung der Rinne des Treene-Zuflusses Arensbek mit dem Arenholzer See (Nr. 27) führte ohne Unterbrechung in die Furche des Schleswiger Langsees und seines Schlei-Abflusses, des Oxbeks, die sich durch Südangeln parallel zur Schlei hinzieht. Die meisten der genannten Rinnen besitzen die Richtung der Förden, SW nach NO, ausgenommen der Norburger See (Nr. 18) sowie die Furchen der Seen Nr. 7, 9, 15—19, die die „Kleine-Belt-Richtung" SE nach NW innehaben, ebenso wie der Alsensund, die Alsen- und Augustenburger Förde, die Flensburger Außenförde u. a.

Endmoränen-Stauseen dürften Nr. 10—12 und 32 sein, wenngleich der Hostrupsee (Nr. 10) einem Moorsee des Sandurgebietes gleicht und die tiefe Mulde des Wittensees das Aussehen eines kleinen glazialen Zungen-

beckens besitzt. Echte Moor- und Heideseen sind Nr. 25, 26, 28, 29 und 33, die wie schon so viele Seen des Sandurgebietes in Moore verwandelt worden, früher aber viel größer und tiefer gewesen sind.

Die übrigen 11 meist kleinen Seen sind tiefe Löcher in der Art der zu Tausenden das Moränengebiet bedeckenden Sölle und Kleinseen, mit denen sie wohl auch gleichen Ursprung haben. Abflußlos sind Nr. 5, 6 und 14 in Nord-Schleswig gelegen, und Nr. 31 und 37, von Natur aus und einst wohl 38 und 39 bei Eckernförde, die anderen entwässern meist zur Ostsee, Nr. 13, 35, 36, 38, 39; Nr. 24 zur Eider. Sie, sowie der größte Teil der hier behandelten Seen, liegen im Grundmoränengebiet. Außerhalb desselben liegen die 5 Seen des Sandurgebietes (s. o.) und die den Endmoränenzug durchquerenden Rinnen Nr. 30, 27, 34, 20, eventuell 2—4 und 31.

Von den glazialen Besonderheiten fehlen Gebiete doppelten Abflusses hier ganz, da die Wasserscheide in Schleswig deutlicher und schärfer entwickelt ist wie in Holstein, wo größere Gebiete doppelten Abflusses, bezw. Bifurkationen vorhanden sind, z. B. zur Elbe und Eider entwässern Einfelder See, Dosen-, Großes und Bargstedter Moor; zur Trave und Schwentine Kembser-See; der Selenter See durch die Köhner und Salzauer Mühlenau. Nur eine einzige Bifurkation ist vorhanden, indem der Abfluß von Nr. 9 sich teilt und zwei selbständige Bachsysteme bildet. Dagegen ist die Zahl der abflußlosen Gebiete sehr beträchtlich, wenn auch keins an Umfang die im holsteinischen Eider-Gebiet liegenden erreicht. Die meisten Kleinseen und Sölle gehören dazu oder sind die Kerne solcher Gebiete. Das Meßtischblatt Sieseby (Schwansen) weist allein 660 wassergefüllte Sölle und Kleinseen auf. Da ein Teil dieser Gebiete keinen Wasserkern besitzt, so fällt ihre Betrachtung aus dem Rahmen dieser Abhandlung heraus. Als Ursache dürfte für die meisten schleswigschen sollartigen Löcher Ausstrudelung anzusehen sein, nur sehr wenige dürften Einsturzbildungen sein. Interessant sind diese Seen außerdem dadurch, daß sie zum Teil Kryptodepressionen sind.

Rechnet man die Eider-Seen (Obereider, Audorfer und Schirnauer) zu Holstein, so gibt es im schleswigschen Diluvialgebiet 16 solcher Gebilde (s. Kolonne X—XII) ungerechnet die als Strandseen unberücksichtigten Diluvialgebilde landseeartigen Charakters, wie z. B. der Bankel-Damm, Nübel-Noor, Hemmelmarker See, Windebyer Noor und vor allem die Schlei, die das größte schleswig-holsteinische Kryptodepressionsgebiet darstellt. Sie bilden 2 Gruppen, die nordschleswigsche (Nr. 1, 14, 17, 18), deren Glieder sich als Teile von Fördenrinnen erweisen, und die südschleswigsche (Nr. 25, 28, 30, 32, 35—37, 39—43). Unter den letzteren nehmen die zwischen Windebyer Noor und Schlei liegenden Seen Nr. 35—37 und 39 unser Interesse besonders in Anspruch, als die größten abflußlosen und

zugleich tiefsten Kleinseen Schleswigs und Nr. 35 als der tiefste Evorsionssee Schleswig-Holsteins. Interessanter durch seine eigenartige Fauna und Flora und seine starken Schwankungen des Wasserstandes ist der Bültsee (Nr. 37). Daß durch diese Seen in historischer Zeit eine Verbindung zwischen Schlei und Eckernförde bestanden hat, ist bei der Höhe der Wasserscheide hier (25 m) ausgeschlossen. Würde man sich die Schlei um etwa 4 m gehoben denken, so würde man eine ähnliche Kette von Seen mit Kryptodepressionen erhalten wie sie die Seen Nr. 35—37 und 39 bilden. Immerhin kann bei ihrer Entstehung Einsturz infolge Auslaugung der hier nicht sehr tief liegenden Kreide in Frage kommen. Doch kommt man zur Erklärung der Entstehung der schleswigschen Diluvialseen mit Evorsion und Erosion durch subglaziale Gletscherwässer aus, selbst wenn man die Schlei, die Haderslebener Förde und die landseeartigen Strandseen mit dazurechnen wollte. Um 1—2 m aufgestaut sind Nr. 1, 8, 19, 28, 34—36; eine Senkung des Spiegels haben nachweislich erfahren Nr. 22, 30 und 32. Die Zahl der trockengelegten oder vermoorten Seen ist nicht sicher anzugeben, aber recht beträchtlich.

Die ersten kontinuierlichen hydrographischen Beobachtungen der Internationalen Meeresforschung.

Der Zentralausschuß der Internationalen Meeresforschung hat während der Zeit vom 1.—14. Juni 1911 an zehn über die Nordsee verteilten Stationen kontinuierliche Strömungs-, Salzgehalt- und Temperaturbestimmungen vornehmen lassen, und weiterhin sollen solche Untersuchungen jährlich regelmäßig wiederholt werden. Die Beobachtungen der ersten Kampagne sind im Bulletin Hydrographique pour l'année Juillet 1910—Juin 1911 veröffentlicht und von einem erläuternden Text begleitet. Bereits durch diese einmalige Anwendung der Methode kontinuierlicher Beobachtungen sind sehr wertvolle Aufschlüsse über die Wasserbewegung in der Nordsee erzielt worden, so daß bei mehrfacher Wiederholung sehr bedeutungsvolle Ergebnisse zu erwarten sind.

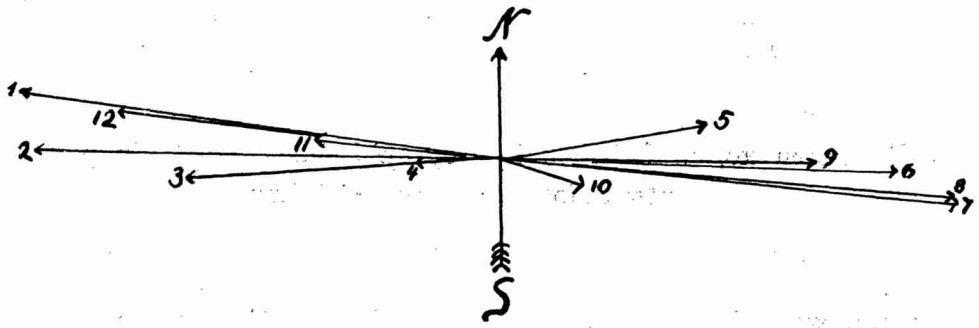
An erster Stelle stehen die sehr interessanten Strommessungen. Mittels der harmonischen Analyse wurden aus dem vierzehntägigen Material die Gezeitenströmungen der Stationen berechnet, die ja bekanntlich für die einzelnen Gebiete der Nordsee sehr verschieden sind. Gemeinsam für alle Stationen ist, daß die Gezeitenströmungen in Form von Drehströmungen auftreten, d. h. die Stromrichtung ändert sich ununterbrochen, so daß die Strömung im Laufe der Gezeitenperiode aus jeder Himmelsrichtung einmal kommt. Gleichzeitig mit diesem Richtungswechsel ändert

sich auch die Geschwindigkeit, und zwar so, daß der Flut und Ebbe entsprechend zwei Strommaxima mit dazwischen liegenden Minima in den 12½ Stunden der Periode auftreten.

Dieses bei allen zehn Stationen und in jeder Tiefe beobachtete Charakteristikum tritt aber für die einzelnen Gebiete sehr verschieden in Erscheinung. Erstens ist die Richtungsänderung bald zyklonisch, bald antizyklonisch. Zweitens ist die mittlere Stromintensität der ganzen Periode sehr verschieden, und drittens sind im Laufe der Periode die Strommaxima und Minima bald sehr stark, bald wenig stark ausgeprägt, so daß das Gesamtbild, das man von der Nordsee bekommt, äußerst kompliziert erscheint.

Diese verwickelten Verhältnisse kommen dadurch zustande, daß die Nordsee ihre Gezeiten vom Atantischen Ozean empfängt. Durch ver-

Abbild. 50.



Die auf Station H für 30 m Tiefe abgeleiteten Strömungen in den einzelnen Gezeitenstunden.

schiedene Zugangsstraßen dringt die atlantische Gezeitenwelle in die Nordsee ein und pflanzt sich in derselben nach verschiedenen Richtungen verschieden schnell fort, da sie in tiefem Wasser schnell, in seichtem aber nur langsam fortschreiten kann. Daher interferieren an einem beliebigen Ort immer mehrere Wellen von verschiedener Richtung, verschiedener Stärke und mit verschiedenen Ankunftszeiten und rufen die oben besprochenen Erscheinungen hervor.

Das seit langem angestrebte Ziel ist es nun, die verwickelten Strömungsverhältnisse dadurch zu entwirren, daß man aus den an einem Punkt beobachteten Interferenzvorgängen die einzelnen interferierenden Wellen eliminiert, um sagen zu können, mit welcher Stärke und aus welcher Richtung eine bestimmte atlantische Teilwelle zum Beobachtungsorte gelangt.

Der Lösung dieser Aufgabe ist man in der vorliegenden Arbeit noch nicht näher getreten. Nur einzelne der gefundenen Verhältnisse werden kurz

angeführt: die große Abnahme der atlantischen Welle vom Norden Schottlands bis zum Skagerak; die starke Zunahme der Stromintensität, sobald eine Welle von tiefem in seichteres Wasser kommt. Ein verschiedenes Verhalten der oberen und unteren Wasserschichten und ebenso der Hauptmond- und Hauptsonnentide im Stromdrehen wurde für manche Stationen ermittelt. Doch ist hierbei wohl einzuwenden, daß die Ergebnisse der harmonischen Analyse für eine so kurze Beobachtungszeit nicht unbedingt verläßlich sind. Als Beweis dafür sei die holländische Station H angeführt (54° 09′ N. — 4° 51′. 4 E.). Als bemerkenswerte Tatsache wird vom Verfasser hier betont, daß das Stromdrehen in 10 m und 20 m Tiefe im Sinne des Uhrzeigers erfolgt, in 30 m Tiefe das Umschwingen aber plötzlich sich entgegengesetzt abspielt. Hier wird also offenbar ein interessanter Gegensatz der Gezeitenströmungen in den oberen und unteren Wasserschichten ermittelt. Dies ist um so erstaunlicher, weil ganz in der Nachbarschaft auf Station H_2 (53° 44′ N. — 3° 28′ E.) viermal, nämlich im Februar, August, November 1905 und im Februar 1906 übereinstimmend von der Oberfläche bis zum Boden ein ganz ideales Stromdrehen im Sinne des Uhrzeigers gefunden worden ist (Publications de Circonstance Nr. 36). Sieht man sich nun daraufhin die wirklich interpolierten Werte an, aus denen, wie es die harmonische Analyse verlangt, für 30 m Tiefe die Gleichung einer Ellipse abgeleitet worden ist, so bemerkt man freilich, daß sie selber gar keinen Schluß darüber zulassen, wie die Richtung sich ändert. In beistehender Figur sind die für die einzelnen Stunden interpolierten Strömungen vom Mittelpunkt aus nach Größe und Richtung aufgetragen.

Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß man aus diesen Werten eine bestimmte Richtungsänderung nicht ableiten darf, und es muß bei Ergebnissen, die durch harmonische Analyse aus einer so kurzen Beobachtungszeit gefunden werden, sehr viel Vorsicht gebraucht werden.

Die Strommessungen der internationalen Meeresforschung bestätigen ferner eine Erscheinung, die bei den Feuerschiffuntersuchungen des Instituts für Meereskunde, Berlin, 1910 gefunden wurden. Sie ergeben nämlich auch, daß die maximale Strömung nicht an der Oberfläche, sondern in einigen Metern Tiefe anzutreffen ist. Die Strömungsvorgänge des Meeres stimmen also darin mit den bekannten Erscheinungen der Flüsse überein, deren größte Stromintensität stets unter der Oberfläche liegt, weil an derselben die Reibung gegen die Luft und besonders die Wellen stets hemmend wirken.

Recht nützlich wäre es gewesen, wenn gleichzeitig mit den Strommessungen auch Pegelbeobachtungen auf allen Stationen gemacht worden wären, einmal, um die Zeitdifferenz zwischen den extremen Wasserständen und den maximalen Strömungen zu bestimmen, zweitens, um die Beziehung

zwischen Tidenhub und Stromintensität zu ermitteln. Auch glaube ich, daß besonders die Auswertung der Restströme für kleinere Intervalle, während welcher bestimmte meteorologische Verhältnisse herrschten, interessante Ergebnisse zeitigen würde. F. Wendicke.

Nachrichten von der Deutschen Neuguinea-Expedition.

VI.

Von Herrn Dr. Behrmann sind weitere Nachrichten bei dem Reichskolonialamt eingelaufen, aus denen wir mit gütiger Erlaubnis der Behörde hier folgendes mitteilen.

Die Vorstöße auf dem Töpferfluß und dem Dörferfluß hatten gelehrt, daß die bisherige Darstellung des Gebirges im Winkel zwischen Sepik und Ramu völlig falsch ist. Es mußte daher wünschenswert erscheinen, über dieses Gebiet nähere Auskunft zu erhalten, zumal ein Vordringen einen Einblick in das bis jetzt völlig unbekannte Gradfeld südlich 5° südl. Breite und westlich 144° östl. Länge versprach. Es wurde deshalb mit einer Expedition auf dem südwestlichen Nebenfluß des Töpferflusses, dem Lehmfluß, angesetzt, der auch diesmal soweit befahren werden konnte, wie es früher der Fall war. Ein Marsch von 8 km durch eine überschwemmte Waldebene und durch Sagosumpf, der meist auf Dämmen kleiner Flüsse überwunden wurde, brachte Dr. Behrmann zu einem dem Hauptgebirge vorgelagerten Berg von 500 m Höhe, der aus altvulkanischem Gestein bestand. Ihn trennte ein unregelmäßiges Hügelland von den Ausläufern des höheren Gebirges. Dieses Hügelland besteht aus wechselndem Gestein, ein Kranz von Kalk mit all seinen charakteristischen Formen der chemischen Verwitterung, wie Höhlen, Erdfälle und Karren, umgibt den Berg, darauf setzen Schiefer und quarzreiche, stark verwitterte Gesteine ein, vornehmlich aber wieder altvulkanisches Material, das auch die Hauptmasse der höheren Berge ausmacht. Der Ostarm des Lehmflusses begrenzt das Hügelland im Osten. Er fließt in wechselndem Lauf als echter Gebirgsfluß in einem weiten Alluvialtal. Auf dem 560 m hohen Regenberg wurde erst der eigentliche Abfall des Hauptgebirges erreicht. Auf ihm wurde eine umfassende Aussicht geschlagen, durch die Behrmann trigonometrische Anschlüsse an die Berge am Sepik sowie an die Vulkaninseln der Küste erhielt. Die Aussicht umfaßte den Abfall der hohen, im Süden liegenden Schraderkette und die vorgelagerte Ebene, aus der die weiten Grassumpfflächen am Töpferfluß hell im dunklen Waldkleid hervorleuchteten.

Der Aufmarsch auf die Schraderkette führte durchweg über einen Grat, der bis 1500 m ansteigt. Nach kurzem Abstieg zu einem Wildbach

kam Behrmann auf den Schraderberg, der eine Höhe von 2000 m besitzt. Eine Aussicht an der Südseite lehrte, daß er nicht der höchste Punkt der Kette ist, sondern daß dieser etwa 5 km weiter im Osten liegt und schätzungsweise 2300 m erreicht. An ihm spaltet sich die Ost—West verlaufende Kette in einen Nordwestast und in einen Westast. Im Süden fällt der Schraderberg steil ab zu einem 1400 m tiefer liegenden Tal, hinter dem sich zuerst Berge bis 1500 m, dann Ketten bis 2000 m und endlich im Süden hohe breite Rücken mit über 3000 m erheben. Diese letzte Kette, die genau im Süden des Schraderberges am höchsten ist, verläuft im allgemeinen in Ost-Westrichtung. Sie hat in den 2000 m hohen Partien scharfe Gipfelformen, steigt dann in breiten Rücken, die mit viel Schutt bedeckt sind, zu den größeren Höhen an. Ganz im Hintergrunde schauten in 100—120 km Entfernung in Südsüdwesten noch zwei Gipfel herüber, die an Höhe der höchsten Kette nicht nachstehen werden; sie sind wieder scharf zerrissen. Im Südwesten dagegen hat das Gebirge andere Formen. Es wird hier zusammenhängender und trägt eine nur leicht gewellte Hochfläche von etwa nur 1800—2000 m Höhe, die mit Steilabsturz im Osten endet. In dieser Partie müssen Schichtgesteine eine große Rolle im Aufbau spielen. Sie traten am Steilabsturz deutlich zutage. Das Tal direkt zu Füßen des Schraderberges, das, von Südosten nach Nordwesten verlaufend, an der Schraderkette in die Ostwestrichtung umbiegt und zum oberen Dörferfluß entwässert, hat nicht dichtes Waldkleid, sondern ist mit Grasflächen besetzt, die sich auch auf die südlichen Berge ausdehnen. Die Gehänge sind stark von Wasserfurchen zerrissen. Es konnte an der südwestlichen Talflanke oft deutliche Gesteinsschichtung mit Streichen von Südost nach Nordwest und mit sanftem Fallen nach Südwest gesehen werden. Dem Tal gab diese Grasbedeckung und ein deutlich ausgeprägtes dreifaches Terrassensystem einen besonderen Charakter. Dem Studium dieser Terrassen und des Schichtgesteins sollte der weitere Vorstoß gelten, er mußte aber vorzeitig abgebrochen werden, weil bei einem nächtlichen Überfall zwei Soldaten verwundet wurden. Es wurde etwa 5° 05′ erreicht. Von der sich feindlich stellenden Bevölkerung wurde weiterhin nichts mehr gesehen.

Die durch den vorzeitigen Abbruch gewonnene Zeit wurde zu einer Durchquerung des Landes bis zur Küste benutzt. Sie wurde von Wolem aus angesetzt, einem der wenigen Punkte, an denen hochwasserfreies Land den Sepik im Norden berührt. Eine Wanderung über kleine, bis zu 60 m hohe Hügel, die aus stark verwittertem Korallenkalk bestanden, und durch versumpfte Talpartien führte nach zwei Tagen zu gut betretenen Eingeborenenpfaden. Der Weg ging zweimal über Alanghöhen, sonst ständig durch Wald. Bald erreichte Behrmann Dörfer mit demselben