

Werk

Titel: Vorträge und Abhandlungen

Ort: Berlin

Jahr: 1912

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1912|LOG_0105

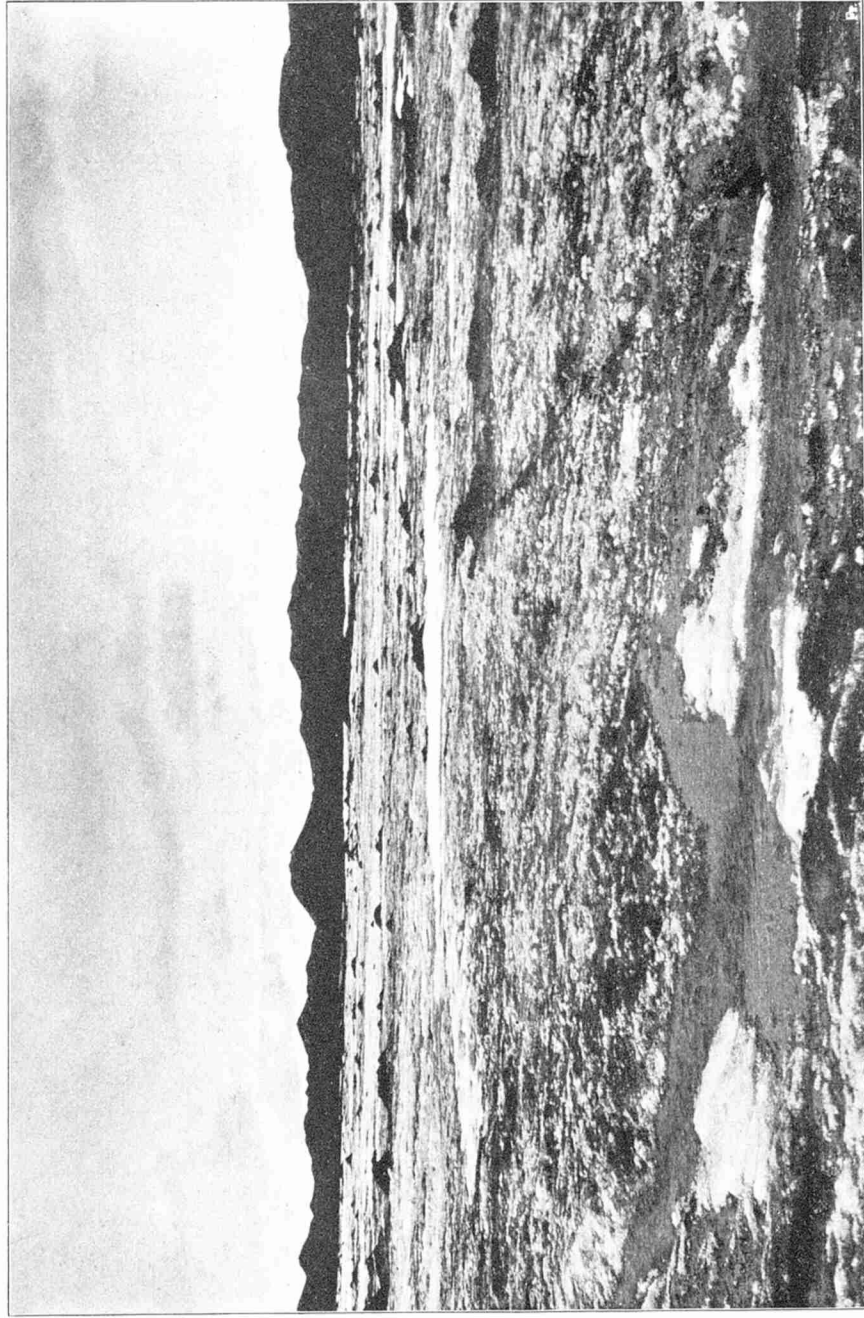
Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin, 1912.

H. Speitmann: Forschungen am Vatnajökull.



Phot.: Verfasser (1910).

Abbild. 23. Endmoränenwall auf dem nördlichen Vatnajökull bei Gaesavötn. (Von Süden gesehen.)

Meine Reise durch Süd-Amerika im Jahre 1910.*)

Von E. Seler.

Mit dem Dampfer der Hamburg-Südamerikanischen Linie waren wir in der Nacht nach *Montevideo* gekommen und fuhren in der Morgenfrühe in dem gelben Wasser des großen Ästuars, das den Namen *Rio de la Plata* führt, aufwärts. Nebel lagerte auf dem Wasser, und in abgemessenen Zwischenräumen tönnten, bald nah, bald fern, die Dampfpfeifen oder heulten die Sirenen uns entgegenkommender oder in gleicher Richtung mit uns laufender Dampfer. Von Zeit zu Zeit hob sich der Nebel, und wir schauten über die lehmgelbe Flut, die nach beiden Seiten kein Land zeigte. Und — ein sonderbarer Anblick — in dieser für das Auge unbegrenzten Wasserfläche lagen Schiffe der verschiedensten Nationen ruhig vor Anker. Darunter, in gleichen Abständen, eine stattliche Reihe von dreizehn argentinischen Kriegsschiffen, die hier aufgestellt waren, die Schiffe der fremden Nationen zu begrüßen, die zu der Jahrhundertfeier der Losreißung Argentiniens von dem spanischen Mutterlande von allen bedeutenden Ländern Europas und Amerikas entsendet worden waren.

Die Hauptstadt Argentiniens imponiert durch ihre Größe und das gewaltige geschäftliche Treiben. Weniger kam, man verzeihe es uns, unser ästhetisches Empfinden zu seinem Recht. Nicht daß etwa Buenos Aires eine häßliche Stadt zu nennen wäre, aber wir sind seit langem gewöhnt, uns mit Liebe in die architektonischen Schönheiten der alten Städte des spanischen Mutterlandes und der älteren Kolonialstädte zu versenken und fanden Ähnliches in *Buenos Aires* nicht, das, wie das ganze Land, Neuland ist, mit allen Vorzügen, aber auch mit den Nachteilen eines solchen. Ausflüge in die benachbarte Pampa zeigten uns Bilder, die an amerikanische Vorstädte und Farmdistrikte erinnerten: Holzhäuschen, mit Wellblech gedeckt, wie sie nur in dem, trotz aller Pamperos, doch milderen Klima möglich sind, wüste Plätze, Stacheldraht, vereinzelt Vieh

*) Vortrag, gehalten in der Allgemeinen Sitzung vom 2. März 1912.
Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin. 1912. Nr. 6.

und die ganze Unordnung schnell entstandener und nicht für langen Gebrauch bestimmter Ansiedelungen.

La Plata, die neugegründete Hauptstadt des Staates Buenos Aires, hat breite Straßen und niedrige Häuser, wie eine Stadt der Pußta, die es ja in der Tat auch ist. Aber neben der Staatsuniversität liegt in einem Haine von Eucalyptusbäumen das Staatsmuseum, das dem in ungenügenden Räumen untergebrachten Nationalmuseum in Buenos Aires mächtig Konkurrenz macht. Der deutschschweizerische Geologe Santiago Roth demonstrierte uns dort die Schilde der vorweltlichen Riesengürteltiere, die der Urmensch, wie er meint, mit einem durch ein Loch des Panzers gezogenen Stricke an seiner Hütte befestigte, wie es heutzutage die Bewohner der Pampas mit den zu Kaninchengröße und weniger herabgesunkenen Nachkommen jener vorweltlichen Riesentiere tun. An das Völkergemisch, in dem hier die Nachkommen der alten Peruaner mit den Nachkommen der alten Römer sich treffen, erinnerte mich die in spanischer Orthographie geschriebene Aufschrift an einem kleinen Pampa-Restaurant: *c a n c h a d e b o c h a* „Hof (peruanisch) für das Boccia-Spiel“, Bekanntlich sind auch die Worte *p a m p a*, *C h a c o* u. s. w. der altperuanischen Sprache entnommen. Wenn aber auch die Pampa, wenigstens in der Nähe der Hauptstadt, wenig Anregung bot, so erfreuten das Herz des alten Naturforschers um so mehr die Sümpfe und Uferwäldungen am Rio de la Plata, wo mannshohes *Eryngium* und großblütige *Sagittaria* die heimischen Formen in vergrößerten Ausgaben vorführten und mit anderen, dem neuen Kontinente eignen Typen sich mischten. Eine der schönsten Erinnerungen aus jener Zeit der Feste und Empfänge ist mir daher eine stille sonntägliche Fahrt durch das Flußgewirr des Rio del Tigre, mit seinen spiegelglatten, von Pappeln, Gesträuch und Schilf eingefassten Kanälen, die uns fast an den heimischen Spreewald erinnerten, nur daß hier hinter dem Baumbestande des Uferrandes mit goldenen Früchten beladene Orangenbäume, Weinlauben und Obstplantagen, von betriebsamen Italienern angelegt, sich zeigten und auf dem breiteren Wasser ein fröhlicher Rudersport mit Motorbooten größeren und kleineren Kalibers in Wettkampf tritt.

Als endlich Kongreß und Zentennarfeier hinter uns lagen, brachen wir, eine kleine Abteilung des Amerikanisten-Kongresses, einer Einladung der bolivianischen Regierung folgend, auf, um die altberühmten Ruinenstätten des bolivianischen Hochlandes uns anzusehen. Es waren, wie es bei großen Kongreßausflügen zumeist der Fall ist, hauptsächlich Deutsche und Deutschsprechende, die sich zu dieser weiteren Tour entschlossen. Uns Deutschen liegt eben die Wanderlust besonders im Blute. Die Kolonne fand sich allerdings erst in Tucuman zusammen, indem die einen den direkten Zug von Buenos Aires dorthin nahmen, während wir, mein Wiener Kollege,

meine Frau, Fräulein Dr. Dillenius und ich, ein paar Tage in Córdoba zu brachten. Wir hatten dadurch Gelegenheit, einen eintägigen Ausflug in die schön bewaldete Sierra von Córdoba zu machen — die der Haupterholungsort der „Porteños“, der Bewohner der Stadt Buenos Aires, in der heißen Sommerszeit ist — und auch ein Stück der Umgegend von Tucuman zu sehen.

Der Weg nach Bolivien geht durch die berühmte *Quebrada von Humahuaca*, ehemals der Wohnsitz streitbarer Stämme, die den Spaniern lange Zeit die Reise von ihren Ansiedelungen im silberreichen Bolivien nach Argentinien und Chile erschwerten, zugleich aber auch eine uralte Völkerstraße, auf der lange vor den Spaniern die Inca-Soldaten ihren Weg nach Chile fanden, und durch die in vorspanischer Zeit altperuanische Kulturelemente sich weithin in die Täler der argentinischen Kordillere und in die Ebenen des Chaco und der argentinischen Pampa verbreiteten.

Jujuy, am unteren Ausgange der Schlucht, liegt 1258 m, *La Quiaca*, am oberen Ende, 3300 m hoch. Diese Höhendifferenz überwindet der Zug in einem Tage. Des Morgens, in Jujuy, sieht man sich von tropischer Vegetation umgeben, bewaldete Kuppen, in der Tiefe schimmernd das lichte Grün der Zuckerrohrfelder und eine Blütenfülle an Hecken und Wegen. So geht das bis Leon (1600 m). Dann folgt auf der rechten Talseite eine gewaltige Fiumara, ein breites trockenes Flußbett voller Stein- und Geröllmassen, das aber zur Zeit der großen Wolkenbrüche — „*vollca*“ nennt sie die Sprache des Landes — voll ausgefüllt wird von tosenden, Schutt und Steine mit sich führenden Fluten. Weiterhin ist eine hohe Talstufe zu überwinden, die der Zug langsam und keuchend in Windungen emporsteigt. Auf der Höhe liegt der Ort *Tumbaya* (2000 m). Schon von Leon ab war die Waldvegetation auf den Hängen der Talseiten zurückgetreten. Von Tumbaya ab dominiert die Farbe des Erdreichs, das nur in spärlicher Weise von Dornbüschen, Kaupen des hohen Kordilleregrases und hohen und niedrigen, säulen- und polsterförmigen Cactaceen überkleidet ist. Über den Quarziten und Grauwacken, die den Untergrund bilden, liegt hier ein mürbes, tonig-sandiges Erdreich in Schichten von gewaltiger Dicke, das in buntesten Farben schillert, wobei aber ein tiefes, prächtiges Rot am meisten hervortritt. Wir haben diese Schichten auch in Bolivien, in den mittleren Höhenlagen, an den Wandungen der tief eingeschnittenen Flußtäler, überall wiedergefunden. Oberhalb des Ortes *Humahuaca* wird das Tal enger, die Landschaft ärmlicher und kahler. Im Talgrunde zieht die alte Karawanenstraße, an der, in nicht sehr langen Abständen, Corrales und Unterkunftshäuser einander folgen. Ihre Wände, wie die Schutzmauern der kleinen Acker-

stückchen daneben, sind aus großen Blöcken gepreßten Lehms erbaut. Sie sind aber jetzt zumeist verlassen, denn die Eisenbahn hat den Lasttierverkehr lahmgelegt oder wenigstens auf einen lokalen Grenzverkehr beschränkt. Es sind die Khechua sprechenden *Susques*¹⁾ und andere Bewohner der argentinischen Puna-region, die immer noch einen, in bescheidenen Grenzen sich haltenden Verkehr mit *Talina* und anderen jenseit der bolivianischen Grenze gelegenen Marktorten unterhalten. Sie bringen dorthin die von ihnen gezüchteten Esel zum Verkauf und handeln dafür *Cocablätter*, *Hüte*, aus Rohr geschnittene Panflöten und die sonderbaren, *charango* genannten, über einem Gürteltierpanzer als Kasten gearbeiteten Gitarren ein — alles Dinge, die sie auf den näher gelegenen argentinischen Märkten *Salta* und *Jujuy* nicht in der Qualität und der Preislage bekommen. — Höher hinauf im Tale verschwinden die buntgefärbten tonig-sandigen Schichten. Massiger Fels, aus kompakten Quarziten, Schiefeln und Grauwacken bestehend, bildet die Talseiten. Schon im Abenddunkel zeigte man uns, hoch oben am Berge, scharf am Himmel sich abhebend, den *Puente del diablo*, eine natürliche Felsbrücke, die 36 m lang und 6 m breit sein soll.

La Quiaca, der letzte Ort Argentinien, liegt schon jenseit der Wasserscheide auf windiger freier Höhe, die mit den Hochflächen des argentinischen Gebiets, der *Puna de Jujuy* und der *Puna de Atacama*, unmittelbar zusammenhängt. Wir fanden es, als wir in der Nacht dort anlangten, empfindlich kalt, aber der Sternenhimmel war unbeschreiblich schön. Der Ort hat eine gewisse Zukunft. Denn die Bahn, die jetzt dort an der bolivianischen Grenze endet, soll einmal bis *Uyuni* weitergebaut werden, also Anschluß an die Bahn erhalten, die von *Antofagasta* an der chilenischen Küste heraufkommt und bis *La Paz* und *Cuzco* sich fortsetzt. Wir wurden hier von einem Kommissar der bolivianischen Regierung, Herrn *Manuel E. Aramayo*, dem Abkömmlinge einer alten, in der Gegend zwischen *La Quiaca* und *Tupiza* erbangesessenen Familie, empfangen und fanden Unterkunft in einem Hause, wo der Inhaber der *Stations-Cantina*, ein Italiener, ein paar Gastzimmer für Fremde bereit hielt. Wir waren froh, daß wir uns schon in *Buenos Aires* mit *Guanaco*-Pelzdecken versehen hatten. Beim Hantieren mit dem Koffer konnte ich ein Schwindelgefühl nicht überwinden. Es war ein leichter Anfall der Bergkrankheit, die man hier *Puna*, in Peru bekanntlich *Soroche* nennt. Unsere Damen hatten in der Nacht stark mit Atemnot zu kämpfen. *Cocablätter*, gekaut, oder besser noch, ein Aufguß davon, sind das beste Heilmittel

¹⁾ Vgl. *Eric Boman*, *Antiquités de la Région Andine de la République Argentine*. Paris 1908. II. S. 402.

dagegen. Man sagte uns, daß das Auftreten der Bergkrankheit durchaus nicht allein von der Höhe abhängig ist, daß es Orte gebe, wo man regelmäßig von der Krankheit befallen werde, und die man deshalb möglichst meide, während man an anderen, höher gelegenen Orten verschont bleibe. Die Eingeborenen scheinen übrigens bis zu einem gewissen Grade dagegen gefeit zu sein. Unser Begleiter, Herr Aramayo, der nicht immer in diesen Bergen gelebt hat, sondern seine Erziehung und wissenschaftliche Ausbildung in Buenos Aires genossen hat, erzählte uns, daß er lange Jahre in einer seiner Familie gehörigen Mine bei dem Orte Esmoraca zugebracht habe, die 5130 m über dem Meere liegt, ohne jemals Beschwerden wegen der Höhe gehabt zu haben.

Ein leichtes, mit acht munteren Maultieren bespanntes Wägelchen nahm uns am anderen Morgen auf und führte uns in schneller Fahrt über die kahlen, mit scharfkantigem Geröll überstreuten Flächen, zwischen dem magere Grasbüschel, jetzt ganz verdorrt, und dornige Wüstenstauden ein kümmerliches Dasein fristeten. Die Luft ist durchsichtig klar, scharf heben sich am Horizonte, bald links, bald rechts, die Linien ferner Gebirge ab. Gelegentlich wird eine Barranca passiert, wo ein dünnes Wasserfädchen, im allgemeinen unserer Wegrichtung folgend, zu Tal rinnt. So schmal das Wasserlein ist, so genügt es doch, um auf ein paar schmalen, in Terrassen angelegten Ackerstückchen ein üppiges Wachstum von Luzerne zu erzeugen, die der Besitzer als Futter an die durchreisenden Esel- und Llama-Karawanen verkauft. Wir passierten bald darauf das zugehörige Hacienda-Gebäude, ein festungsartig geschlossenes Lehm-mauerviereck, das innen die Corrales für das Vieh und die Wohnräume birgt. Allmählich geht es abwärts, die Wasserfäden werden breiter, dafür der Weg aber schlechter. Mühselig müssen die Mäuler die Kutsche über die breiten, aus Flugsand zusammengewehten Rücken schleifen, bis endlich in der Ferne die Lehmhäuser und das aus gleichem Material erbaute Kirchlein eines Dorfes sichtbar werden — es ist M o j o , das erste Dorf an diesem Wege und unsere Frühstücksstation. Die Gehöfte sind auch hier geschlossene Mauervierecke, mit einem Torausgang nach außen. Das Viereck umschließt verschiedene Höfe, einen vorderen, auf den die Zimmer und die Aufbewahrungsräume münden, im allgemeinen fensterlose Räume, die nur durch die Tür ihr Licht erhalten; die hinteren Höfe sind Corrales für das Vieh, die oft noch mit unbedeckten, nur von halbhoher Mauer umgebenen Corralen in Verbindung stehen.

Wir sind seit La Quiaca in echtem Khechua-Gebiet. Die Lebensbedingungen sind nicht mehr so dürrig wie auf der an La Quiaca grenzenden Puna von Jujuy, deren Verhältnisse uns Boman eingehend schildert

hat¹⁾. Es wird hier schon Getreide gebaut. Aber die ganze Lebenshaltung ist doch noch primitiv genug. Dem Gehöfte, in dem wir abgestiegen waren, benachbart, fand ich eine andere Lehmmauereinfriedigung, die mit einem ärmlichen Hause daneben in Verbindung stand, und die fast ganz mit aufgerichteten kleinen Garbenbündeln gefüllt war. Dazwischen standen große Tonkrüge, die mit einer Schüssel oder einem Deckel zugedeckt waren. Ich sollte nicht lange im Zweifel bleiben, was das Ganze bedeutete. Eine Frau kam heraus, breitete ein kleines Schaffell auf der Erde aus, nahm eine Handvoll Garben und, vor dem Schaffell kniend, schlug sie mit einem Stein die Körner aus und füllte mit der Hand die ausgeschlagenen Körner in einen der großen Tonkrüge — also Handdrusch und eine Aufbewahrung des Getreides, wie sie primitiver nicht gedacht werden kann.

Von Mojo ging es stark bergab, die schon etwas stattlicheren Dörfer *Moraya* und *Nazareno* passierend, über einen von Schluchten zerrissenen Abhang auf den Graten zwischen den Barranken. Der hohe Säulenkaktus, den wir in der Quebrada von Humahuaca gesehen hatten, trat hier wieder auf, dazwischen Dornakazien und die *Molle*-Bäume mit ihrem schönen dunkelgrünen, zartgefiederten Laub. Dann kamen wir zum *Rio Grande*, dem südlichen der beiden Quellflüsse des *Pilcomayo*. Er wird auch *Rio Suipacha* genannt, nach einem ärmlichen Indianerdorfe am anderen Ufer, dessen Name aber bei den Eingeborenen einen guten Klang hat, da hier in dem Unabhängigkeitskriege eine kleine Schar Spanier von einer nicht viel größeren Schar von Patrioten in die Flucht geschlagen wurde. Der Fluß fließt in einem breiten offenen Tale. Die Talseiten bestanden wieder aus jenen horizontal geschichteten, lebhaft roten tonig-sandigen Massen, und die Erosion hatte ganze Geisterschlösser aus ihnen herausgearbeitet. Der Fluß wurde ohne Mühe passiert, da er in dieser Jahreszeit nicht viel Wasser führt. Hinter *Suipacha* hatte die Kutsche erst mühselig eine kleine Talsperre zu überwinden, dann fuhren wir im Tale des *Rio Grande* und teilweise in seinem Bette aufwärts. Schon im Abenddunkel bogen wir in das Seitental des *Rio Tupiza* ein, und es war schon völlig Nacht, als wir den *Angosto* des *Rio Tupiza* passierten, eine allerdings kurze Passage, wo hohe Porphyrfelsen das Tal bis auf eine Breite von 10 m einengen.

Tupiza, die Hauptstadt der Provinz *Sur-Chichas*, liegt nach dem Nivellement der Eisenbahntrazierung 2948 m über dem Meere, in einem schönen, von hohen Bergen eingefassten Tale, das allerdings zumeist von dem breiten sandigen Bette des Flusses eingenommen ist. Die Talwände

¹⁾ *Antiquités de la région andine de la République Argentine*. Paris 1908. Vol. II. S. 417—526.

bestehen bei Tupiza selbst aus demselben tonig-sandigen Erdreiche, das bald leuchtend roter Farbe, bald dunkelschwärzlich ist, mit weißlichen Salpeterausblühungen. Weiter abwärts und auch aufwärts treten an den Talseiten wieder die alten Schiefer und Grauwacken auf, die an vielen Stellen Erz enthalten. Unterhalb Tupiza hatte eine Kompagnie, die sich San Juan del Oro nannte, einen Minenbetrieb in größerem Stil einzurichten versucht, ist aber jämmerlich verkracht und hat der Provinz viel Schaden und Verluste verursacht. Sie existiert zur Zeit nur noch auf Ansichtskarten weiter, die der Reklame halber in großen Mengen angefertigt worden waren.

Das Klima von Tupiza ist sehr trocken. Ackerbau ist nur mit Bewässerung möglich. Mit Sorgfalt ist deshalb jedes Stückchen ebenes Land, das man durch Dämme und Schutzbauten dem Berghange und den Wildwassern des Flusses abgewinnen konnte, durch einen, oft von weit oben her abgeleiteten Kanal (*acequia*) bewässert. „Sangrar el rio“, „den Fluß zur Ader lassen“, nennt der Spanier diese Ableitungen. Diese Täler scheinen aber so recht das kongeniale Klima für den *molle* zu sein, den uns schon aus Mexiko, wo er seit alter Zeit eingeführt ist, wohlbekannten „*arbol del Pirû*“ (= *Schinus molle* L.). Ich habe noch nirgends so viele und so stattliche Exemplare wie dort gesehen. In der winterlichen Trockenzeit, wo alles dürr und vertrocknet ist, und tatsächlich keine Blüte, außer in den bewässerten Gärten, zu sehen ist, ist die immergrüne dunkle Farbe seines feingefiederten Laubes doppelt erquickend.

Die Stadt Tupiza zählt nur 2000 Einwohner, aber es ist viel „gente decente“ aus den ältesten spanischen Familien. Etwas oberhalb Tupiza liegt *Oploca*, eine der ersten spanischen Ansiedelungen in diesem Gebiete, und ein Besitz, mit dem der Grafentitel verbunden war. Die *Condese Oploca* sind aber jetzt ausgestorben, und das Gut im Besitze einer Minengesellschaft. Auf den Straßen von Tupiza und auf dem kleinen Markte wimmelt es von Indianern aus den benachbarten Dörfern. Wir sind hier, wie oben schon gesagt, mitten im *Khechua*-Gebiet, die Sprache der Inca wird hier und bis über Uyuni hinaus gesprochen, während in und um La Paz und in der ganzen Titikaka-Region *Aymará* sitzen. Die Kleidung ist keine ursprüngliche mehr. Es ist eine altspanische Tracht, bei den Weibern ein Rock, der oben eng und glatt und unten weit und gefältelt ist. Merkwürdig kontrastieren mit dieser Tracht die von den amerikanischen Schuhhändlern eingeführten und leider von den Mischlingen und selbst den Indianerinnen vielfach angenommenen hochhackigen Damenschuhe. An uralte Zeiten aber erinnert es, wenn man die Weiber überall mit der Spindel in der Hand und auch im Gange spinnen sieht. Die Gespinnstfaser ist in diesen Gegenden natürlich nicht Baumwolle, sondern Wolle von Schafen und Llama. Durch Verwendung der Wolle brauner

und weißer Llama werden, wie in alter Zeit, ganz geschmackvolle doppel-farbige Stricke, Schleudern, Taschen, Kapuzen, Gürtel und Decken gefertigt. Im übrigen ist mit europäischen Farben leuchtend rotgefärbte Schafwolle beliebt, aus der insbesondere die Röcke der Weiber, aber auch Kapuzen und anderes mehr, gewebt werden. Die erste Art der Herstellung farbiger Gewebe ist auch von den Spaniern angenommen worden, die durch Verwendung von Fäden aus verschiedenen braunen und weißen Schattierungen der Wolle des Halsteils von Vicuña sehr feine naturfarbene braun und weiß schattierte Ponchos und Halstücher weben, die ein beliebter Artikel in ganz Argentinien sind.

Von Tupiza führt eine alte Straße einerseits nach Potosi und Sucre, andererseits nach Uyuni und La Paz. Der erstere Weg ist immer ein Saumpfad gewesen, der letztere ist als Karrenweg benutzt worden, auf dem man auch wiederholt versucht hat, Postkutschen gehen zu lassen. Man hat dabei aber immer den Weg von Tupiza über Cotagaita nach Uyuni genommen, der eine scharfe Ecke macht und einen großen Umweg bedeutet. Und auch da war der Dienst sehr unsicher, das Gepäck kam nicht nach, die Wagen versagten. Ein befreundeter Deutscher, der vor einem Jahre von Uyuni herunter kam, um in Buenos Aires sich nach Europa einzuschiffen, mußte, nachdem er die trübsten Erfahrungen gemacht hatte, doch wieder zu Pferd und Maultier greifen. Jetzt war, seit dem 22. Mai, mit Unterstützung der bolivianischen Regierung auf einem neuen Wege über Oro ingenio, Inca cancha, Tambillo ein Postdienst eingerichtet worden, der sich *Empresa Chorollque* nennt, nach dem schönen, 5630 m hohen Berge dieses Namens, an dessen Südseite der Weg vorbeigeht. Diese neue Gesellschaft, die von Uyuni jeden Donnerstag und Sonntag, von La Quiaca jeden Montag und Freitag ihre Wagen abgehen läßt und in drei und einem halben Tage diese ganze Strecke zurücklegt, hatte auch unseren Transport übernommen. Die Vorbedingung für den Betrieb auf diesem neuen Wege war das Vorhandensein einer Anzahl Etablissements, die früher bergbaulichen Zweckes dienten und jetzt als Nachtquartiere und Verpflegungsstationen, als Relais und Fouragedepots dienen sollen. Es war trotzdem kein geringes Unternehmen. Die Hauptschwierigkeit ist die Futterbeschaffung. In diesen Felsen und Wüsteneien wächst kein Gras. Das Futter muß für einen großen Teil des Weges vorausgeschickt werden. Man erzählte uns, daß der Unternehmer für 15 000 Bolivianos das sind 30 000 Frs., Luzerneheu abgeschlossen hätte. Der Fahrpreis für die 66 leguas (das sind über 400 km) lange ganze Strecke beträgt 105 Bolivianas für die Person, Gepäck wird für die ganze Strecke mit 0,53 bolivianischer Münze das Kilo berechnet. Wir waren Gäste der Regierung und hatten nicht nur Fahrt und Quartier und Kost in den Unterkunftshäusern frei, man hatte auch in sehr zuvorkommender

und umsichtiger Weise dafür gesorgt, daß diese eben erst in Betrieb gesetzten Stationen mit allem versehen waren, was der müde Reisende brauchte und wünschen konnte. Es drängt mich, auch an dieser Stelle der bolivianischen Regierung den wärmsten Dank auszusprechen für den glänzenden Empfang und die umsichtige Fürsorge, die sie unserem Häuflein europäischer und argentinischer Gelehrter zuteil werden ließ. — Bis über Oro Ingenio hinaus — einer alten Silberschmelze, die der Minengesellschaft von Chocaya gehört — geht der Weg in dem Tale des Tupiza-Flusses aufwärts, das nach oben immer enger und wilder wird. Dann tritt man aus der Enge heraus in ein flach eingesenktes, breiteres Seitental. Die Landschaft nimmt allmählich den Hochflächencharakter an. In dem durchlöcherten Erdreiche spielen die Viscachas. Aber zugleich tritt der Flugsand auf, der an die armen Zugtiere die höchsten Anforderungen stellt. Die Nacht brach wieder herein. Ein in der Ferne sichtbares Feuer wies uns das Ziel, dem wir uns freilich in dem von Schluchten zerrissenen Terrain nicht in gerader Richtung zu nähern wagen durften, sondern den Wagenspuren folgend, einen scharfen Winkel machend. Es war *Escoriani*, auch eine alte Silberschmelze, derselben Minengesellschaft gehörig. Wir waren hier ein ganz Stück über 4000 m hoch, und unsere Damen hatten stark an der Bergkrankheit zu leiden.

Am anderen Tage ging es auf der kahlen baumlosen Hochfläche weiter. Schon den Tag zuvor hatten wir in den Felsspalten Eis gesehen, und der Kutscher hatte gelacht und gesagt: „Morgen werden die Maultiere Schlittschuh laufen“. Wir kamen in der Tat schon in den frühen Vormittagsstunden dieses Tages an ein breites sandiges Flußbett, das ganz mit Eis bedeckt war. Es ist der Oberlauf eines Fließchens, das dem Rio Blanco, dem Flusse von Cotagaita, dem nördlichen Quellflusse des Rio Pilcomayo, zuströmt. Die Maultiere schlidderten nun freilich nicht, sie brachen mit den Hufen die dünne Eisdecke durch. Am anderen Ufer lag die Station *Allitas*. Und gerade vor uns, jetzt zum ersten Male ganz nahe, hatten wir den schönen Kegel des *Chorollque*. Wir trafen hier eine Karawane, aus einer größeren Zahl von Llama und einigen Eseln bestehend, von zwei Indianern und einem Hunde geleitet. Die Llama werden noch überall auf den Hochflächen gezüchtet. Sie sind der Reichtum des armen Indianers. Sie tragen zwar nicht so viel wie die Esel oder gar die Maultiere, aber dafür brauchen sie kein besonderes Futter; sie sind gewöhnt, auf diesen dünnen, kalten Hochflächen sich das Futter selbst zu suchen und auch im *Marsche* zu äsen. Die meisten hatten in den Ohren oder am Halse bunte Wollfäden. Das ist ein Schmuck, den man ihnen einzieht, wenn im ersten Jahre das Jungvieh durch Einschnitte, die man ihnen in die Ohren macht, gezeichnet wird. Dieses Zeichnen geschieht unter Opfern und Anrufungen an die

Pacha mama, die „Mutter Erde“, und an den Auqui Tata, Auqui Mama „den Herrn Vater, die Frau Mutter“, die göttlich verehrten Seelen der Toten. Boman hat bei den Susques der Puna de Atacama eine ganze Anzahl dieser Gebete aufgezeichnet. Das Ausschmücken mit den Wollfäden nennt man „florear las llamas“. Dazu darf nur „lana cunte“ verwendet werden, das ist Wolle von dem Halsteile der Alpacca, die mit dem Saft einer Pflanze, die in Challapata bei Oruro gefunden wird, roth gefärbt ist, und die die Indianer von den Callahuaya, den wandernden Kräuterhändlern, kaufen.

Bei der Weiterfahrt dieses Tages hatten wir zwei hohe Terrassen zu ersteigen. In steilem Zickzack geht der alte Weg hinauf, in mählicheren Serpentina die neue Fahrstraße. In den Mulden vor diesen Terrassen sahen wir zum erstenmal in größeren Mengen die der Erde angedrückten Polster der hochandinen Pflanzen, *Azorella bryoides* Phil. u. a., yareta im Lande genannt, deren enganeinander gedrückte holzige Stengel, neben taquia „Llamamist“, das Hauptbrennmaterial, auch für die Silberschmelzen in diesen Gegenden, liefern. Nachdem wir die Terrassen erklimmen, wendet sich der Weg nach links und allmählich absteigend kamen wir zunächst nach Tambillo, einem großen Gehöfte, in einer flachen Mulde gelegen, in deren Grunde eine Anzahl Luzernefelder sichtbar wurden, und erreichten, wenn auch erst in der Nacht, ohne weitere Fährlichkeit Ciuas, unser zweites Quartier.

Von Ciuas braucht es bis Uynui noch einen halben Tag. Hier kamen zum erstenmal zur Linken die großen Salzflächen in Sicht, mit hohen Schneebergen dahinter. Die Luftspiegelung zeigte uns diese wie in der Luft schwimmend. Zur Rechten und halb vor uns haben wir eine Bergmasse, an deren Abhänge sich eine weißliche Wolke zeigt. Dort liegt das große Silberbergwerk Pulacayo, die weißliche Wolke ist Rauch. In einer in die Hochfläche eingesenkten Talfurche liegt Amachuma, unsere letzte Station. In der geschützten Senke wachsen die Wüstenstauden üppiger, und etwas Gras mischt sich schüchtern darunter; die Indianer benutzen das, ihre Llamaherden hier rasten und weiden zu lassen. Unsere Maultiere wurden gewechselt, dann schickten wir uns zur letzten Fahrt an. Aber noch ist ein schweres Stück Arbeit von den Tieren zu verrichten, denn wir kommen jetzt in die Dünenregion, die das abflußlose Becken, in dem Uyuni liegt, umwallen. Bergehoch ragen die Sandwälle in die Höhe, und tiefer Sand füllt auch die vom Wasser gerissenen Furchen, durch die die armen Tiere den Wagen schleppen müssen. Da endlich öffnet sich der Blick. Eine weite Ebene liegt vor uns. Im Hintergrunde funkelnde Schneespitzen; davor ein breiter, in reinem Weiß schimmernder Streifen, und ganz vorn eine weite graue, anscheinend vollständig vegetationslose Fläche,

in ihrer Mitte, kaum von dem grauen Erdreich sich abhebend, eine breite Zeile aus Holz gebauter Häuser, von ein paar hohen Schornsteinen überragt. Die Schneespitzen sind die Gruppe des Cerro Moroko und des Cerro Uturunco an der argentinischen, die des Vulkans San Pedro und San Pablo an der chilenischen Grenze. Der weiße Streifen ist der Salzsee, der das Zentrum dieses großen abflußlosen Beckens bildet und viele Leguas weit nach Norden und nach Westen sich zieht. Die breite Häuserreihe ist Uyuni, ein neuer Ort, der der Eisenbahn, die von Antofagasta in Chile heraufführt, seinen Ursprung verdankt, für uns der Anfang des Schienenweges, der uns nach La Paz, nach Tiahuanaco und an den Titikaka-See führen sollte.

Uyuni liegt in 3664 m Seehöhe, auf einer freien Ebene, die vom Winde durchtost wird. Ist die Sonne am Tage auch immer warm, so fällt das Thermometer in den Wintermonaten — das ist die Zeit, wo wir Uyuni passierten — oft bis 20° unter den Gefrierpunkt. Dazu sind die Häuser zum großen Teil aus Holz, und Öfen gibt es nicht. In unseren Gastzimmern war am Morgen das Wasser in den Waschbecken gefroren. Meine Frau war daher recht dankbar, daß ihr von dem Vertreter der Firma Gustavo Hinke y Cia ein einigermaßen heizbares Zimmer zur Verfügung gestellt wurde. Nicht minder unangenehm als die Kälte empfindet man die exzessive Trockenheit der Luft, die Nägel brechen, die Haut reißt, wo man nur irgend ein wenig hart anstößt. Man begreift, daß nur die Rücksicht auf den Erwerb die Menschen an diesem Platze festhält. Wir wurden hier von Herrn Manuel Vicente Ballivian empfangen, der Direktor des Statistischen Amtes, Chef des Agrikultur- und Einwanderungsamtes im Ministerio de Fomento und einer der Hauptvertreter der wissenschaftlichen Welt Boliviens ist. Er sollte uns nach La Paz begleiten, anstelle Aramayos, der nach Tupiza zurückkehren mußte. Uns zu unterhalten, wurden uns, wie gewöhnlich, die Schulen des Orts gezeigt. Und am Abend war eine Conferencia im Saale des Ayuntamiento angesetzt, wo Herr Benjamin Guzman, ein aus Sucre, also dem Khechua-Gebiet, stammender Herr, der eine Zeitlang „educationista“ in Tupiza gewesen war und jetzt das Postamt in Uyuni leitete, uns einen Vortrag über den Khechua-Indianer hielt. Blumenreich, formgewandt, poetisch, schilderte er uns den Khechua-Indianer als das arbeitsame, stillergebene Naturkind, das in der gegenseitigen Begrüßung immer noch die alten Inca-Vorschriften: *ama suya*, *ama quella*, *ama llulla* „stiehlt nicht, sei nicht faul, lüge nicht“ sich zurufe und auch danach handele.

Der nächste Tag war für den Besuch von Pulacayo bestimmt. Das ist ein Bergwerk, das der Compañía Huanchaca de Bolivia — einer sehr kapitalkräftigen Gesellschaft, an der die Pariser Rothschild-Gruppe

beteiligt ist — gehört. Das Bergwerk liegt im Nordosten von Uyuni, auf dem direkten Wege 4 Leguas, das sind 20 km, von Uyuni entfernt. Seit einigen Jahren ist es mit Uyuni durch eine besondere Bahn verbunden, die 32 km lang ist, bei der Station *H u a y l l a s* in 4500 m Seehöhe ihren höchsten Punkt erreicht und von dort nach Pulacayo absteigt. Pulacayo selbst liegt 4112 m hoch, in geschützter Lage, an der Nordostseite eines Berges, an dessen Südwestseite, 16 km von Pulacayo entfernt, *H u a n c h a c a*, das frühere Etablissement, seine Stelle hatte. Pulacayo ist eine ganze Stadt von, glaube ich, 8000 Einwohnern, die die Häuser für die Beamten, Minengebäude, Warenschuppen, Marktplatz, Kirche und Theatersaal und eine Anzahl über verschiedene Höhen verteilter Arbeiterquartiere umfaßt. Ein Stollen geht quer durch den Berg nach dem 16 km entfernten Huanchaca, und von diesem Stollen ist ein Schacht 536 m tief bis zu den eigentlichen Erzlagern niedergesenkt. Da an der Stelle noch 300 m Berg über dem Stollen liegen, befindet sich in Wahrheit die Sohle des Schachts 836 m unter der Oberfläche. Unten herrscht natürlich eine bedeutende Hitze. Das Grubenwasser, von dem in 24 Stunden 7000 Toneladas herausbefördert werden, ist kochend heiß. Früher wurde die Förderung mit Dampfmaschinen betrieben; das war natürlich sehr teuer, denn auf den Kohlen liegt eine unsinnige Fracht, die Eisenbahnverwaltung berechnet sie nach Kilogrammen. An Ort und Stelle steht aber als Brennmaterial nur die oben erwähnte *y a r e t a* und trockener Llamamist zur Verfügung. Man hat daher jetzt alle Maschinen für Förderung, Fortbewegung, Licht und Heizung elektrisch eingerichtet. Die Kraft kommt, 10 000 Volt, 14 km weit von dem Schneeberge *C o r u ñ a* her. Die alten Dampfmaschinen werden aber betriebsfähig erhalten. Bei irgend welcher Störung in dem elektrischen Betriebe könnten in einer halben Stunde die Dampfmaschinen wieder in Gang sein. Das herausbeförderte Erz wird zunächst von Frauen zerkleinert und sortiert, das anhaftende taube Gestein entfernt. Dann werden die Erze zermahlen und durch ein Schlämmverfahren das schwere erzhaltige Pulver von dem leichteren tauben Gesteinsmaterial geschieden. Aus diesem erzhaltigen Pulver wurde in einem anderen Hause durch große Magneten der Schwefelkies herausgezogen. Das übrigbleibende, Silber, Kupfer und Zink enthaltende Bleierz stellt endlich das angereicherte Material dar, dessen Gehalt die Verfrachtung und weitere Verarbeitung lohnt. Die Schwefelkiesmassen, die auch noch Silber enthalten, wurden vorläufig beiseite geworfen. Man beabsichtigt aber, Einrichtungen zu treffen, durch ein nasses Verfahren aus diesen Massen das Silber zu gewinnen. Die Hauptleiter sind Franzosen, eine Art Betriebsdirektor augenscheinlich ein Spanier. Dann sind noch zwei Schweizer da, einer als Buchhalter, der andere in dem Pochwerke beschäftigt. In dem Scheidewerke endlich trafen wir einen

Deutschen namens Meyer, der ein unverfälschtes kölnisches Platt sprach. Er fühlte sich, wie er uns erzählte, sehr wohl da und war mit seiner Stellung zufrieden.

Von Uyuni bis La Paz sind 24 Stunden Eisenbahn. Wir verteilten sie auf zwei Tage und hatten so die Freude, in Oruro einen Abend in angeregter Unterhaltung mit einer Anzahl deutscher Landsleute zu verbringen. Mit besonderer Dankbarkeit empfanden wir es auch, daß wir die Nacht in dem geschützten Hause der Firma Gustavo Hinke y Cia verbringen durften. Oruro liegt 3694 m hoch am Fuße kahler Berge, an denen man überall die Eingänge der Schächte sieht. Im übrigen ist es keine so unebene Stadt, die z. B. gar manches schön geschnittene Portal und manchen zierlichen Erker aus alter spanischer Kolonialzeit aufzuweisen hat. Einen kurzen Besuch konnten wir in der Frühe noch dem Marktplatze abstaten, wo wir einheimische handgearbeitete Spitzen, aus Wolle gestrickte, mit Ohrklappen versehene Zipfelmützen, wie sie die Indianer der Puna noch unter ihrem Hute tragen, und mit blinddarmartigen Anhängen versehene, ebenfalls aus Wolle gestrickte Geldbeutel, sowie gemusterte Gürtel erwarben.

Vom Oruro nordwärts kommt man ins Gebiet der Aymará-Indianer. Die Bahn geht ziemlich nahe den östlichen Bergen. Der Desaguadero, der Ausfluß des Titikaka-Sees, bleibt abseits. Es ist immer dieselbe einförmige Puna, mit dem in Büscheln oder Kaupen wachsenden Kordillerengrasse bestanden und hier in der Hauptsache nur als Weideland gebraucht, nur selten hier und da ein dürftiges Stück Kartoffel- oder Ocalandes aufweisend. Die Dörfer sind weit voneinander entfernt und bestehen aus Lehmhütten und aus von Lehmmauern umgebenen Corralen, die kaum von der allgemeinen gelben Farbe des Erdreichs und des vertrockneten Grases sich abheben. In der Gegend von Patacama (3826 m) fiel es uns auf, daß die den Lehmmauern der Corrale angeklebten Wohnhäuser alle die Form runder Türme hatten. Ich bin geneigt, das als eine archaische Form anzusehen. Auch die Wohnhäuser der Toten, die *chullpa*, haben ja in dem alten Aymará-Gebiet die gleiche Form runder Türme. Ungefähr in derselben Gegend, in Sicasica, bekamen wir die ersten Aymará zu Gesicht, kräftige, sehnige Gestalten, in braunen, wollenen Ponchos, die wollene Zipfelmütze (*chucó*) über das Ohr gezogen, über der sie dann noch den Hut aufsetzen. Alle hatten buntgemusterte Taschen (*chuspa*) umgehängt. In diesen führen sie das *excitans*, die Coca-Blätter, und den Kürbis mit dem Alkali, das zusammen mit den Coca-Blättern gekaut wird, mit sich. In selbstgewebten braunen, wollenen Säcken, die mit zweifarbigen braun und weißen Schnüren aus Llamawolle umbunden waren, brachten diese Leute Kartoffeln und Oca, die mehllhaltigen Knollen von *Oxalis tuberosa*, an die Station.

Erst gegen Abend kamen wir nach Viacha, der Station, wo die Bahn nach Tiahuanaco und dem Titikaka-See sich abzweigt. Hier präsentierten sich uns zum erstenmal in voller Pracht die stolzen Schneeberge, die über dem Hochlande des Titikaka-Sees sich erheben — Quimsa Cruz im Süden der Talspalte des Rio de la Paz und die fast zusammenhängende, aus dem Ilimani (7509 m), dem Mururata (6183 m), dem Huayna Potosi (6184 m) und dem gewaltigen Illampu (7696 m) bestehende Kette, die von der Talspalte des Rio de la Paz bis in die Höhe von Carabuco am Titikaka-See reicht. Nach unbegreiflich langem Aufenthalte in Viacha fuhren wir endlich über die ebene Hochfläche den Schneebergen zu. Die Ebene ist hier nicht mehr bloßes Weideland, sondern in großer Ausdehnung bestellt; der Einfluß des großen Wasserbeckens des Titikaka-Sees scheint sich schon geltend zu machen. Sorgfältig waren die den Pflug hindernden Steine zusammengelesen, die Felder selbst jetzt natürlich abgeerntet und kahl. Es dunkelte, als wir auf den Altos de La Paz, dem 4085 m hochgelegenen Rande der Großen Barranca, in der La Paz liegt, ankamen. Hier werden die Dampflokomotiven durch den elektrischen Betrieb ersetzt. Denn die Hänge sind zu steil, als daß sie mit den schweren Dampflokomotiven befahren werden könnten. In dem letzten Abendlichte hatten wir den unbeschreiblich schönen Blick auf die tiefe Barranca, die in ihrem Grunde und am jenseitigen Hange sich aufbauende Stadt, mit ihren roten Ziegeldächern, den hellblau getünchten Mauern und dem vielen Grün dazwischen, und endlich die alles überragenden Schneeberge, die in der klaren Luft greifbar nahe erschienen.

(Schluß folgt.)

Forschungen am Vatnajökull auf Island und Studien über seine Bedeutung für die Vergletscherung Norddeutschlands.*)

Von Hans Spethmann in Berlin.

Unvergeßlich ist mir der Eindruck, den ich beim ersten Anblick des Vatnajökull empfang. Aus dem Norden kommend, sah ich am südlichen Horizont ein Gebilde gleich einer Wolkenbank stehen und ein fahles, weißlich-gelbliches Licht aussenden, das dem des Mondes ähnelte. Weder zur Rechten noch zur Linken sah ich ein Ende, wohl aber eine scharfe Grenze nach oben. Eis und Himmel berührten sich überall unmittelbar, da keine

*) Aus einem Vortrage in der Fachsitzung vom 20. November, 1911 über „Geomorphologische Untersuchungen im östlichen Innerisland und auf dem Nordrand des Vatnajökull.“

Felsspitze hervorragte, keine Bergwand den Hintergrund deckte. Näherte man sich, so sah man, wie sich dort eine weite, fast ebene Mittelzone des Eises sanft zu einem unteren Rande abböschte.

Der Eisrand zeigt eine zwifache Entwicklung. Im Süden des Vatnajökull ist er aufgelöst in Zungen oder breitet sich als Vorlandvergletscherung aus, nachdem er eine Enge durchmessen hat. Hier verkörpert das Eis einen „Zungenrand“ gegenüber einem „Lappenrand“ an seiner Nordgrenze, wo es sich in wenigen großen, ganz flach gebogenen Lappen dehnt, die nur hier und da eine feinere Zähnelung tragen. Wohl gibt es im einzelnen beiderseits Ausnahmen von dieser Regel, jedoch sind sie ganz untergeordneter Natur; das generelle Bild ist unverkennbar¹⁾.

Die verschiedenen Züge im Norden und Süden der Vergletscherung sind eine Folge des Bodenreliefs, das in beiden Gegenden verschiedenartig gestaltet ist. Im Süden des Vatnajökull sind große Höhen, liegt doch hier der höchste Punkt der Insel, der Oraefajökull mit 2119 m, und mitten in diesen Erhebungen sind zahlreiche und tiefe Einschnitte in Gestalt trogartiger Täler gelegen, so daß die Gegensätze des Reliefs hier zu groß sind als daß das Eis sie verhüllen und überwinden könnte; vielmehr wird letzteres beherrscht von der Skulptur des Bodens. Umgekehrt ist es im Norden. Dort breitet sich eine große Ebene, die nahezu platt wie ein Tisch ist und selbst einer feineren Ziselierung entbehrt. Auf ihr vermag sich der Gletscherkörper gemäß seiner Plastizität frei auszubreiten, gleichsam auszuleben. Hier beherrscht er seinen Untergrund und ist imstande, sich selbst seine Grenze, entsprechend seiner eigenen Kraft zu setzen, während sie ihm im Süden vom Relief diktiert wird. Das sind die Gegensätze zwischen einer „Freien Eisrandform“ und einer „Erzwungenen Eisrandform“.

Die doppelte Randentwicklung des jetzigen Vatnajökull ist ein rezentes Spiegelbild zu der diluvialen Vergletscherung Mitteleuropas. Der Südrand des isländischen Inlandeises verkörpert gegenwärtig Verhältnisse, wie sie vielfach zur Eiszeit im Umland der Alpen walteten: Vorlandvergletscherung, Eisfächer, Gletscherzungen mit großen, vorgelagerten Schotterflächen treffen wir in beiden Gebieten. Der Nordrand des Vatnajökull hingegen dürfte auf der Nordhemisphäre das beste Analogon zur Südzone der nordeuropäischen Vergletscherung zur Schau tragen.

Man hat zwar oft das grönländische Inlandeis als Seitenstück zu den diluvialen Verhältnissen Norddeutschlands herangezogen. So sicher für das Innere der nordeuropäischen Vergletscherung das ungegliederte „Kerngebiet“ vom Eise Grönlands ein ausgezeichnetes Stu-

¹⁾ Vgl. die ähnlichen Unterschiede Sappers am Myrdalsjökull. Bemerkungen über einige südisländische Gletscher. Zeitschr. f. Gletscherkunde, III, Berlin 1909.

dienobjekt darbietet, so wenig dünkt mir ein Vergleich in der „Randentwicklung“¹⁾ beider Eisareale zutreffend zu sein, und die Randentwicklung war doch schließlich maßgebend für das hinterlassene Bodenrelief in dem aufgeschütteten Norddeutschland. Ein großer Teil des grönländischen Inlandeises kalbt ins Meer, was für Norddeutschlands Vereisung am Ufer von Stauseen und vielleicht in der baltischen Depression der Ausnahmefall war; ein anderer Teil des grönländischen Eises wird in Tröge und Fjorde hineingezwängt, während in Norddeutschland die Lage vom Untergrund des Diluviums abhängig war und namentlich die verarmten Sande des Miozän und Pliozän darauf hinzeigen, daß hier das Eis wenigstens bei seiner ersten Invasion in eine spätreife oder alte Landschaft mit sanften und weichen Konturen eindrang, in der ihm nicht der Weg durch die Bodenformen in einer Weise wie am Rande Grönlands vorgeschrieben wurde, vielmehr es sich im großen und ganzen frei wie am Nordrande des Vatnajökull entfalten konnte.

Von diesen Gesichtspunkten aus habe ich ihn zweimal aufgesucht. Er ist vor mir schon mehrfach von Menschen betreten worden, jedoch immer nur gelegentlich für wenige Stunden und nicht zu wissenschaftlichen Spezialstudien. Fast alle diese Reisen fallen in das vergangene und laufende Jahrhundert. So zog 1835 oder 1836 Pjetur Pjetursson aus Hakonarstadir am Nordrand unseres Eises entlang, am 5. August 1839 der ausgezeichnete isländische Kartograph Björn Gunnlaugsson im Verein mit dem späteren Propst Sigurdur Gunnarsson²⁾, welcher letzterer das Gebiet am 4. Juli 1840 mit dem Dänen J. C. Schythe wiedersah³⁾. 1875 kam W. Watts bei seiner Durchquerung des Vatnajökull in seine Nähe⁴⁾, 1880 suchten es vier isländische Bauern auf, unter ihnen Jon Thor kelsson⁵⁾, 1884 durchzog es Thoroddsen⁶⁾. 1907 weilte ich nicht unmittelbar am Nordrand, sondern nur südlich der Dyngjufjöll⁷⁾, 1910 kam im Juli H. Erkes ebenfalls nur

¹⁾ Die Begriffe Kerngebiet und Randentwicklung sind nicht identisch mit Zehr- und Nährgebiet, sondern beziehen sich nur auf die morphologische Gliederung des gesamten Inlandeiskörpers.

²⁾ Th. Thoroddsen, Landfraethissaga Islands, Band IV. Kaupmannahöfn 1904; S. Gunnarsson, Um oraefi Islands. Northanfari 1876, Akureyri.

³⁾ J. C. Schythe. En Fjeldreise i Island i Sommeren 1840. Kröyers Naturhistorisk Tidsskrift, III.

⁴⁾ W. Watts. Across the Vatnajökull. London 1876.

⁵⁾ Jón Stefansson Könnuth jökulfjöll. Nordlingur, V. Jahrgang. Akureyri 1880.

⁶⁾ Th. Thoroddsen. Odáthahraun. Andvari, XI. Reykjavik 1885. Gekürzt später auch in anderen Sprachen erschienen.

⁷⁾ H. Spethmann, Der Nordrand des isländischen Inlandeises Vatnaköjull. Zeitschr. f. Gletscherkunde. III. Berlin 1908.

bis an den Nordrand der Schmelzwasserflächen. Etwas später gelangte ich mit E. Erkes, dem Sohn des soeben genannten Islandforschers, auf den Nordrand des Vatnajökull.

Ich war am 27. Juli 1910 von Svartárkjot zusammen mit Erkes jun. und dem bei schwierigen Reisen bewährten Isländer Sigurdur Sumarlidason aufgebrochen. Außerdem begleiteten mich helfend auf dem Hinritt noch zwei Isländer, unter ihnen Snaebödn, der Sohn des Farmers Thordur von Svartárkjot. Die Karawane bestand nur aus 12 Pferden und beschränkte sich, wie immer, auf das Notwendigste: Zelt, Schlafsäcke, Konserven und Instrumente. Wir ritten zunächst hinunter zum Tal des Skálfandafljot, das wir ungefähr bei der Mündung der Sandá erreichten. Aufwärts folgten wir ihm bis zur Öxnadalsá, in deren Tal wir bei Stapi nachmittags so zeitig zelteten, daß von den umgebenden Höhen noch Ausblick gehalten werden konnte. Am nächsten Morgen ging es früh weiter, zunächst der Öxnadalsá bis zum obersten Quellast folgend, dann zum Westfuß der Trolladyngja. Es war meine Absicht gewesen, von hier aus direkt auf den Berg Kistufell zu halten. Leider stellte sich in kurzer Zeit dichter Nebel ein, so daß wir beim Einschlagen der Route lediglich auf den Kompaß angewiesen waren, der aber in dieser Gegend wegen des eisenreichen basaltischen Gesteins nur ein unsicherer Wegweiser ist. So kam es, daß wir anstatt nach S zu kommen nach SW verschlagen wurden und nach Durchquerung eines Geländes, das uns große technische Schwierigkeiten bei den eiskalten Stürmen, die inzwischen aufgekommen waren, hindernd entgegenstellte, endlich weit später als wie berechnet an den Nordrand des Vatnajökull gelangten. Sofort wurden den erschöpften Pferden die Lasten abgenommen und das Zelt aufgeschlagen, so daß die beiden uns begleitenden Isländer mit allen Tieren zurückkehren konnten mit dem Auftrag, uns in der Frühe des 2. August wieder abzuholen.

Da die Witterung während des zweiten Teiles unseres Rittes infolge des Nebels ganz unsichtig gewesen war, wußte niemand zunächst, wo wir uns am Vatnajökull befanden. Nur einmal zeigte uns ein kurzer Lichtblick den Tugnafellsjökull. Erst das gute Wetter des nächsten Morgen brachte Klärung in die Unsicherheit: wir waren statt am Kistufell ganz in der Nähe von Gaesavötn. Sofort begannen wir nunmehr vom Zelt aus in Gewaltmärschen die Umgebung zu erkunden. Am 29. Juli gingen wir ein großes Stück eiseinwärts, steuerten dann auf Kistufell zu, den wir bestiegen, und kehrten auf dem Eisrande zurück. Am 30. gingen wir nördlich des Eisrandes zum Westfuß des Kistufell, dann zur Spitze von Urdarháls. Von ihr aus sollte es in ziemlich gerader Richtung zurückgehen, aber sich einstellender Nebel zwang uns halbwegs, auf den Nordrand des Vatnajökull zu halten und an ihm entlang das Zelt wieder zu finden. Den 31. Juli

verbrachten wir westlich des Zeltplatzes teils auf dem Eis, teils in seinem Vorland. Am 1. August mußten wir strömenden Regens halber unsere Untersuchungen auf die Umgebung des Zeltes beschränken. In der darauf folgenden Nacht trafen die zurückgekehrten Isländer bereits 12½ Uhr in tiefster Finsternis mit den Pferden wieder ein. Lediglich dem feinen Spürsinn der wackeren Tiere war es zu danken, daß man uns erreicht hatte. Um 2½ Uhr in der Frühe hatten wir schon alles zusammengepackt, so daß der Aufbruch erfolgen konnte. Bereits 12½ Uhr mittags trafen wir auf unserem früheren Zeltplatz im Öxnadal ein, wo wir uns tüchtig ausruhten, um am nächsten Mittag wieder in Svartárkjöt zu sein.

Ungefähr gleichzeitig mit mir weilte, wie erst ein Jahr später bekannt wurde¹⁾, M. Trautz aus Heidelberg gleichfalls am Nordrand des Inlandeises, und zwar weiter östlich in der Gegend der Kverkfjöll. Spezielle Nachrichten über seine Reise liegen von ihm noch nicht vor.

Im Zusammenhang mit der Aufzählung von Forschern am Nordrand des Vatnajökull möchte ich noch an einen Mann erinnern, der zwar nicht in diesem Gebiet Islands geweilt hat, der aber ähnliche Untersuchungen wie der Verfasser dieser Zeilen auf der Insel angestellt hat, nämlich an Konrad Keilhack. Trotzdem bereits fast 30 Jahre seit dem Erscheinen seiner Arbeit über „Vergleichende Beobachtungen an isländischen Gletscher- und norddeutschen Diluvialablagerungen“ verflossen sind²⁾, wird noch gegenwärtig mit Recht auf sie zurückgegriffen, da sie eine Reihe von Tatsachen, die für das Verständnis Norddeutschlands wichtig sind, übermittelt hat.

Die Höhe des westlichen Nordrandes des Vatnajökull beträgt etwa 850—900 m. Das ist ein auffallend hoher Betrag, wenn man den Südrand des Eises in Betracht zieht, wo es an einer Stelle nur wenige Meter Meereshöhe besitzt³⁾. Andererseits ist der Rand des nördlichen Vatnajökull bedeutend tiefer gelegen als das Ende von Gletschern in den Regionen nördlich des Vatnajökull. Auf der Nordostseite der Trolladyngja fand ich 1910 zwei kleine Gletscher in 1400—1540 m Meereshöhe enden; ebenso war der Kraterboden des nach Thoroddsen 1491 m hohen Schildvulkans von aperem Eis erfüllt. In etwa 1200 m Höhe begegnete ich einem kleinen, gleichfalls nach Nordost gekehrten Eisstrom in den westlichen Dyngjuföll. Überhaupt

¹⁾ Diese Zeitschrift, Jg. 1911, S. 663.

²⁾ Jahrbuch d. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt, Berlin 1883.

³⁾ Vgl. meinen Querschnitt in der Zeitschrift für Gletscherkunde III, S. 38; Hobbs, Characteristics of the Inlandice of the Arctic Regions. Proc. Am. Phil. Soc. 1910.

nicht vergletschert ist nach den Beobachtungen Recks (1908) die etwa 1660 m hohe Herdubreith¹⁾.

Wie aus diesen Daten hervorgeht, wächst von der Südküste aus die Höhenlage des Randes vergletschelter Gebiete. Klar spiegelt sich hierin der klimatische Einfluß wieder. Der Südwestwind ist der Bringer der Feuchtigkeit. An der Küste schlägt sich ihr größter Teil nieder, so daß die Niederschläge nördlich der Eisscheide des Vatnajökull beträchtlich geringer sind als südlich. In der Regel herrscht hier im Norden bei Süd- und Südwestwinden klares Wetter. Die Feuchtigkeit bringen hier die Nord- und Nordostwinde, bei denen sich im allgemeinen schlechte Witterung mit Schnee, Regen oder Nebel einstellt. Diese Winde sind zwar schon über ein größeres Stück Land gestrichen, aber sie haben nicht so große und ausgedehnte Höhen zu überwinden gehabt wie die Südwinde. So kommt es einerseits, daß sie mehr Feuchtigkeit als die letzteren bringen, andererseits aber nicht dermaßen viel, um eine ebenso tiefe Eisgrenze wie am Südrande des Vatnajökull zu erzeugen²⁾.

Die Folge der klimatischen Bedingungen ist der völlige Mangel an Vegetation und Fauna; nur an tieferen Stellen in der Nähe von Gaesavötn fand ich einige Saxifragaceae, Flechten und Moose, in einer Lavahöhle begegnete ich dem gebleichten Skelett eines Schafes. Sonst war keine Spur von Leben zu treffen.

Nach Vorausschickung dieser Daten begeben wir uns nunmehr auf das Inlandeis.

Wir stehen auf der nördlichen Randzone des Eises. Nach Süden zu hebt sich seine Oberfläche ganz leicht, nach Norden dagegen böschet sie sich stärker ab bis zu einem vermeintlichen Rande; denn ein langer Wall, den wir in dieser Richtung erblicken, scheint hier das Eis zu begrenzen. Südlich dieses Walles, also vor uns, lagert sich eine flache Schuttregion, und dann erst kommt jenes Areal, auf dem wir stehen und woselbst das nackte Eis zutage tritt.

Das nackte Eis ist von grünblauer Farbe und dicht durchsetzt von korngroßen bis eigroßen Steinchen. Spalten, die einen Einblick in die

¹⁾ H. Reck, Glazialgeologische Studien über die rezenten und diluvialen Gletschergebiete Islands. Zeitschrift für Gletscherkunde, V, 1911.

²⁾ „Auf dem Wege (von der Nord- und Ostküste zum Vatnajökull) verlieren sie den Wasserdampf, und zwar zu einem guten Teil schon sofort, wenn sie auf die Ostküste steigen.“ Reck, der sich sonst in seinem aufgeführten Aufsatz vielfach meinen Darlegungen (Zeitschr. f. Gletscherkunde, III, 1908) angeschlossen hat, meint aus dieser Stelle im Gegensatz zu einer andern herauslesen zu müssen, „es sind die Nordwinde des langen Weges über Land wegen trocken“. Das ist nicht von mir gesagt worden.

innere Struktur gestalten, sind selten und nur so schmal, daß man sie eher Fugen nennen könnte. Sie laufen entweder senkrecht zum Eisrande oder parallel; im letzten Falle ist mehrfach zu bemerken, wie die Eisoberfläche jenes Teiles, der dem Rande zu liegt, bis zu dem Betrage von einem halben Meter gesenkt ist. Man gewinnt den Eindruck, als ob durch Zerrung die Randzone von Grund aus aufgebrochen sei. Mit Ausnahme dieser geringfügigen Ungleichmäßigkeiten ist die Oberfläche überall ganz glatt, so daß sich an Tagen hoher Insolation auf dem aperen Eise eine ausgezeichnete Flächenspülung entwickelt. Der gesamte Gletscherkörper wird gleichmäßig von grauen, eiligen Schmelzwassern dünn überrieselt, die sich nur an wenigen Stellen zu kleinen Bächen sammeln, welche langsam in das Eis ihre oft von Wellenfurchen bedeckten Betten einschneiden.

Die flache Schuttregion mit Höhen bis zu 6—10 m, in der sich hier und da noch nacktes Eis einschaltet, wird bedeckt mit größeren Fetzen eines körnig-erdigen Materiales, das mitunter auch von kleinen Steinen durchsetzt ist. Teilweise ist dieser Schutt flach dem Eise aufgelagert, teilweise ihm aber auch in zahlreichen Hügelchen aufgesetzt, die in ihrer Form den Schutthügelchen der stark mit Oberflächenmoräne bedeckten alpinen Gletscher durchaus ähneln und am Nordrand des Vatnajökull reichlich einen Meter hoch werden. Sie bergen in ihrem Innern einen Eiskern, den ein mehr oder minder dicker Mantel von Schutt umhüllt. Der letztere entspringt der Innenmoräne, dem Auskeilen der Bänderung, die in großem Maßstabe dort aususchmelzen beginnt, wo sich die Eisoberfläche in einem Winkel von etwa 5° abwärts neigt. Ihr Material sammelt sich oben auf dem Eiskörper an, auf dem es mannigfaltig mittels der erwähnten Flächenspülung der Schmelzwasser umgelagert wird. Hat es irgendwo vorübergehend einen Ruhepunkt gefunden und stellen sich alsdann Tage mit geringer Himmelsbedeckung ein, so wird das nackt den Sonnenstrahlen ausgesetzte Eis natürlich mehr und schneller in die Tiefe abgeschmolzen als das schuttbedeckte, das dergestalt als Erhebungen herauspräpariert wird. Auf deren Flanken rutscht mitunter der Schutt etwas herunter, was teilweise noch durch Unterspülung seitens der Schmelzwasser gefördert wird.

Der Wall, der die Schuttregion nach Norden abgrenzt, trug auf der von mir untersuchten Strecke einen einheitlichen Charakter. Nirgends war er durch Unterbrechungen aufgeteilt. Er ist bald nur 100 m breit, bald aber nimmt er auch ein Vielfaches dieser Zahl ein; seine Höhe schwankt zwischen 10 und 40 m. Jedoch nicht immer trägt er eine ausgesprochene Wallform. Westlich des Kistufell war er in die Breite gezogen und hatte an Höhe verloren. Am Kistufell selber setzte er ganz aus, um aber an der Ostseite des Berges um so geschlossener und entwickelter wieder einzusetzen.

Im Relief des Walles heben sich in der Regel eine Reihe von Höhen markant ab. Sie sind keine Rücken und Kuppen mit sanften Formen, wie man vermuten möchte, sondern oft gewahrt man recht scharfe Umrißlinien, und gar nicht selten ist die höchste Erhebung eine ausgesprochene Spitze, hervorgerufen durch die scharfkantige Verschneidung der Seitengehänge. Bei Betrachtung aus der Nähe vergewissert man sich, daß die Schärfe der Gipfformen nur temporär ist und durch ständige Rutschung verursacht wird. Gerade wie bei den kleinen Hügelchen auf der Schuttregion steckt unter den Erhebungen des Walles ein Eiskern, nur ist bei ihm die relative Mächtigkeit des Schuttes gegenüber dem begrabenen Eise weit beträchtlicher. Auch auf ihm schmilzt das Eis zusammen, das auf ihm sitzende erdige Material muß nachgeben und gleitet hinab, teils seitlich, teils in kleine Einbruchstrichter von 30—50 cm Tiefe und Durchmesser, die von Pfützen erfüllt sind. So ergibt sich, daß die Schärfe der Formen nur dem Jugendstadium eigen ist und sich beim gänzlichen Schwinden des Eises in sanfte Formen wandeln muß. Die innere Struktur bei diesem Reifestadium ist regellos und als Folge mannigfacher Umlagerung natürlich nicht mehr die primäre. Hauptsächlich waren es kiesige Massen, aber größere Steine und Blöcke fanden sich gleichfalls, wenn auch in untergeordnetem Maße und mit auffallend wenig Glättung und Schrammung.

Übersteigen wir den Wall, so nehmen wir mit Überraschung wahr, daß wir nicht am Eisrande stehen, sondern daß der letztere weiter nördlich gelegen ist. Mit einer Böschung von 15° (beim Kistufell) bis zu 35° (östlich des Zeltplatzes) dacht sich der Eiskörper schnell in 80—150 m tieferes Gelände ab, um dort sanft auszuklingen. Nur an einer Stelle, an der ein Hügel einspringend am Rande gelegen war, brach er jäh in einer senkrechten Wand ab, die sich durch seitlich kommende Erdwärme und Schutz gegen Norden erhalten dürfte. Aber auch hier lag der lange Wall mehrere hundert Meter einwärts des Eisrandes.

Überall nördlich des Walles war die Oberfläche des Vatnajökull aus Firn zusammengefügt, mit Ausnahme ganz kleiner Partien in unmittelbarer Nähe des Walles, die aber so winzig waren, daß sie keine weiteren Schlüsse zuließen. Lediglich an der soeben angeführten Stelle mit der senkrechten Wand vermochte ich festzustellen, daß nördlich des Walles wirklich noch Eis vorhanden war. Eine ausgezeichnete Bänderung war aufgeschlossen, überlagert von mehreren Metern Firn. Neben dieser Firnbedeckung trug die Zone nördlich des Walles einen zweiten ausgesprochenen Gegensatz zu der Zone südlich des Walles. Sie entbehrte gänzlich des oberflächlich rinnenden Wassers. Nur hin und wieder kroch der feine Schutt des Walles langsam in schmalen Zungen am Gehänge hinab, unterstützt von etwas Feuchtigkeit, die bei dem Zusammenschmelzen der Eiskerne

des Walles frei geworden war und die die Mitte der Schlammströme einnahm. Es waren die feinsten Partikelchen des Schuttes, die die Isländer an andern Gletschern der Insel treffend mit Kaffeesatz verglichen und kurz als Kaffeearde bezeichnen.

Sofort drängt sich die Frage auf: Wo bleiben die gewaltigen Schmelzwassermengen, die auf dem Eise südlich des Walles an Tagen hoher Insolation frei werden? Dicht bevor sie den Wall erreichen, verschwinden sie oberirdisch in den erwähnten Gletscherspalten. Sie stürzen mit weithin hörbarem Getöse in die Tiefe, nachdem sie sich vorher zu kleinen Strömen vereinigt haben, und wildtosend und schäumend sah ich sie verschwinden in Spalten, deren Wände von wunderbaren Strudellöchern besetzt waren.

Natürlich muß dieses Wasser irgendwo am Gletscherende zutage treten, nachdem es unterirdisch den Wall gequert hat. Kehren wir zum Eisrande zurück, so sehen wir es dort in der Tat hervorquellen. Freilich sah ich es nicht überall an dem von mir besuchten Nordrande des Vatnajökull. Vor einem großen Teil breiten sich junge Lavafelder, die jegliche Feuchtigkeit verschlucken und erst in weiter Entfernung im Norden und Nordwesten wieder zutage treten lassen. Wo aber die frischen Magmaergüsse fehlen oder in der Tiefe abgedichtet sind, da brechen die Schmelzwasser mit ungeheurer Kraft unmittelbar am Rande des Eiskörpers wieder hervor; sie schießen förmlich aus kleinen Gletschertoren heraus, so gewaltig ist der Druck, unter dem sie gestanden haben. Bald aber erlahmt die Kraft des Wassers, es dehnt sich flächenhaft aus, pendelt zur Rechten und zur Linken charakterlos hin und her und fällt seine Sinkstoffe aus, stetig das Bild verändernd. So wird jenes Gebilde aufgeschüttet, das der Isländer als „Sandur“ bezeichnet.

Beschäftigen wir uns nach der Darstellung der wichtigeren Beobachtungen mit der Struktur des nördlichen Vatnajökull, so ist klar, daß bei dem fast gänzlichen Mangel an tieferen Aufschlüssen eine Interpretation kombinatorisch ausfallen muß, doch faßt die folgende Erklärung, die einer Anregung von Geheimrat Penck entwurzelt, die verschiedenen Erscheinungen befriedigend zusammen. Die vor dem Walle liegende Eismasse ist tot. Dafür spricht neben der Firnbedeckung auch die erwähnte hohe Wand am Eisrand, die sich unter den obwaltenden Verhältnissen an einem lebendigen Gletscherende wohl kaum derart entwickeln könnte. Auf die tote Eismasse schiebt sich der Rand des lebenden Gletschers, dessen Grundmoräne als Endmoräne an der Grenze zwischen totem und lebendem Eis zutage tritt. Nach dieser Auslegung wäre das wallartige Gebilde als eine Endmoräne zu bezeichnen, an die es ja in der Tat trotz seiner Besonderheiten ungemein erinnert. Sohin gelangen wir zu dem bedeutsamen Er-

gebnis, daß am Nordrand des Vatnajökull Eisrand und Endmoräne in großem Umfange nicht zusammenfallen.

Denken wir uns nunmehr das Eis bei weiterem Rückgang des Gletschers geschmolzen, so wird der Moränenwall zu rundlichen Formen zusammensacken und sich als Wall über seine Umgebung abheben; denn so viel Schuttmaterial enthält er sicherlich. Aber durch diesen Moränenwall werden sich Rinnen bis in den Sandur ziehen, die die stark arbeitenden Schmelzwasser bei ihrem Wege unter dem Eise angelegt haben müssen. Dieser Entwicklungsgang wirft Licht auf die Entstehung gewisser Rinnen, die sich in Norddeutschland durch die Endmoräne hindurchziehen und erst im Sandur enden. Schon oft ist die Frage diskutiert worden: Warum setzen diese Rinnen nicht in der Grenzzone der Endmoräne aus, sondern ganz unerwartet an irgend einer Stelle im Sandur? Nehmen wir einen ähnlichen Zustand wie ich ihn am Vatnajökull fand an, so läßt sich dieses Durchgreifen der Rinnen durch die Endmoräne, die „Durchrinnung der Endmoräne“, zum Teil erklären. Und in der Tat liegt es außerordentlich nahe, tote Eismassen auch hier und da für die Gestaltung des norddeutschen Reliefs anzunehmen; hat doch der Rückgang des Eises ihm seine wesentlichsten Züge aufgeprägt.

Man könnte freilich einwenden, daß die Rinnen in Norddeutschland weit größer sind als ich sie am Vatnajökull fand. Aber man wolle bedenken, daß man für die diluviale Vergletscherung mit ganz andern Maßstäben zu rechnen hat als wie sie unser isländisches Eis jetzt bietet, so daß auch Komplikationen, wie ein Abschnüren der Rinnen in einzelne Becken, die durch Schwellen getrennt werden, sich durch mehrfache kleine Etappenrückgänge des Eisrandes erklären lassen. Als ein wichtiges Gegenargument gegen meinen Vergleich möchte hingegen der Umstand erscheinen, daß am Vatnajökull die Rinnen in Grundmoräne eingeschnitten werden, während sie in Norddeutschland im Sandur liegen. Allein, sie werden in die Grundmoräne einer toten Eismasse eingeschnitten; schmilzt diese zusammen, so wird ihre Innenmoräne von den Schmelzwässern des lebenden Eises ausgestreut und die Grundmoräne dünn von fluvioglazialen Schutt bedeckt.

Vor dem Inlandeise breitet sich in der Regel der Sandur. Unter der Form „Sandr“ ist dieser Begriff schon seit den achtziger Jahren des abgelaufenen Jahrhunderts in die morphologische, namentlich glazialmorphologische Literatur eingeführt. Seit dem Erscheinen der isländischen Generalstabskarten für das Südland der Insel hat sich jedoch eine kleine Verwirrung in der Schreibung des Wortes eingestellt, und man begegnet neben einem Sandr einem Sandar, Sander und Sandur. Auch die Plural-

formen Sandrn und Sandrs sind anzutreffen. Ich habe an anderer Stelle auseinandergesetzt, daß gegenwärtig allein die Form „Der Sandur“ korrekt ist¹⁾, und daß die Form „Sandr“, die jetzt ganz ungebräuchlich ist, nicht etwa wie Sandr ausgesprochen wurde, sondern genau so wie Sandur. Aus diesen Gründen habe ich seit 1908 der Schreibart Sandur den Vorzug gegeben, eine Schreibung, die sich vielfach auch in der guten isländischen Reiseliteratur findet, wie bei Zirkel und Herrmann. H. Erkes führt gleichfalls in seinem isländischen Sprachführer nur die Form Sandur²⁾ an, ebenso das Wörterbuch von Zoëga³⁾. Übrigens sei bemerkt, daß, wie bei vielen Ausdrücken, die der Sprache eines Volkes entnommen in die wissenschaftliche Nomenklatur übergegangen sind, sandur auf Island keineswegs ein so scharf umrissener Begriff ist, wie man vielfach annimmt. Sandur wird nämlich auf Island mitunter jede größere Ansammlung sandigen Materials genannt, die ohne Vegetation ist oder nur spärlich von Pflanzen bestanden ist, z. B. sandige Flächen, die an Lavaströmen zusammengeweht werden.

An dem von mir untersuchten Nordrand des Vatnajökull waren große Sandur nicht entwickelt, wohl aber östlich des Kistufell, über die ich aber nur aus der Entfernung, vom Kistufell und von der Vadalda aus einen Überblick genoß. Ferner bieten die prächtigen isländischen Generalstabskarten im Maßstab 1 : 50 000 eine Reihe wichtigen Detailmaterials, ebenso finden sich in den Reisewerken dankenswerte Beobachtungen niedergelegt.

Der Sandur ist der Schuttkegel einer größeren Eismasse. Bisweilen ist er so groß, daß eine Anzahl von Phänomenen, die auf kleinen Schuttkegeln nicht bestehen können, zur größeren Entwicklung gelangen, so daß die Kegelnatur fast verloren geht. Entsprechend seinem Kegelbau böschet sich der Sandur ständig von seinem Eisrand ab. Dieser Böschungswinkel beträgt beispielsweise am Südrand des Vatnajökull, berechnet auf den Blättern 77 und 78 etwa 4,5 m auf 1 km oder 15'. Submarin ist er hier in der Fortsetzung fast gar nicht zu erkennen; auf den Seekarten zeigen die Isobathen keine Ausbiegung.

Der Aufbau des Schuttkegels erfolgt in erster Linie durch die abströmenden Schmelzwasser. Ich habe am Norden des Vatnajökull denselben Eindruck gewonnen, den auch die Karten vom Südrand verzeichnen, jenen, daß die meisten Gletscherwasser am Rande eines Lobus oder im Winkel der Verschneidung zweier austreten. Östlich des Kistufell und bei den Kverkfjöll brach die größte Wasserfülle hervor. Am Tage wächst

¹⁾ H. Spethmann, Sandar, Sander, Sandur oder Sandr? Centralblatt f. Min., Geol. und Pal. Stuttgart 1911.

²⁾ H. Erkes, Deutsch-Neu-Isländischer Sprachführer. Dortmund 1906.

³⁾ G. T. Zoëga, Islenszk-ensk orthabock, Reykjavik 1904.

die Wassermasse stetig, um ihren Hochstand am Abend zu erreichen; dann setzt bis zum nächsten Morgen, bei dem Niedrigwasser erreicht wird, Fallen ein.

Bei großen Schmelzwassermengen, wie sie Gletscherläufe oder Tage mit hoher Insolation bescheren, steht der größte Teil des Sandur unter Wasser. Nur ältere Moränenreste überragen dann als trockene Inseln das überschwemmte Areal (teilweise Sandgigur geheißen). Doch das sind Ausnahmefälle; in der Regel sammelt sich das hervorquellende Wasser bald in Gerinnen. Zwar sind in der Nähe des Gletschers gern kleine Areale vorhanden, die sich einer ausgezeichneten Flächenspülung erfreuen, indem das Wasser dort charakterlos hin- und herpendelt, bald hier etwas aufbauend, dort ein wenig abtragend, bald hier ebenes Gebiet überschwemmend, bald Inseln trockenen Landes zurücklassend; aber in einiger Entfernung vom Nordrande verschwinden diese Flächen, ein Teil des Wassers versickert, ein anderer vereinigt sich zu Bächen und Flüssen. Von den letzteren kann man drei Arten auf einem Sandur unterscheiden, erstens solche, die den Sandur durchfließen, zweitens solche, die im Sandur versickern, und schließlich solche, die im Sandur entspringen.

Der ersten Gruppe fällt die Haupttätigkeit beim Aufschütten des Sandur zu. In milchgrauen Fluten werden kopfgroße Gerölle bis herab zu den feinsten Sinkstoffen fortgeführt. Im allgemeinen wird naturgemäß das grobe Material eher ausgefällt als das feine, jedoch gibt es mancherlei Ausnahmen. Häufen sich eine Anzahl Gerölle im strömenden Wasser an irgend einer Stelle an, so wächst die Anreicherung gar bald stromaufwärts durch Absatz weiteren groben Materials, stromabwärts aber fügt sich feineres sandiges Material an. Sehr oft ereignet es sich bei einem etwas ungestümen Verlauf dieses Prozesses, daß der Fluß sein Bett stark verengt oder ganz verbaut, so daß er seitwärts ausbricht und sich ein neues Bett in der Nähe gräbt. Auch hoher Wasserstand verursacht bei den geringen Niveauunterschieden gleichfalls weithin Überschwemmungen, ohne daß aber dabei das alte Bett verlassen wird, sondern indem sich neben dem Fluß ein größerer seichter See bildet. Ein solcher entstand in den Tagen meiner Anwesenheit am Nordrand des Vatnajökull zwischen Zeltplatz und Kistufell, der mich zu großen Umwegen nötigte, und während man von seinem Ufer aus das Gedonner der mit grobem Schutt beladenen Schmelzwasser auf dem Eiskörper hörte, schlug sich hier in unmittelbarer Nähe die feinste Tonablagerung in Ruhe nieder. Am Rande des Sees kündeten in der Frühe feine Ufermarken die Abnahme des Wasserstandes während der Nacht an. Diese traten besonders schön hervor, weil ganz kleine Bimsteinbrocken, die unter dem Vatnajökull zum Vorschein kamen, in Unmengen sich in Isohypsen randlich absetzten¹).

Eine weit schwächere Tätigkeit entfalten jene Gerinne, die im Sandur versiegen. Sie sind zu schwach, um ihn in der Regel ganz zu durchheilen, versickern und helfen mit, das Grundwasser zu speisen, dessen Hauptlieferant der unmittelbare Eisrand ist. Denn schon hier verschwindet ein gut Teil des frei gewordenen Wassers in dem durchlässigen Boden, so daß dieser oft bis zur Oberfläche durchtränkt ist. Außerdem steuert der Niederschlag, der auf die trockenen Flächen eines Sandur fällt und in die Tiefe geht, noch einen bescheidenen Beitrag bei. Dieses Grundwasser tritt an gewissen Orten der unteren Sandurabdachung wieder zutage. Die Lage dieser Stellen hängt bei dem leicht durchlässigen Material von der Erosionsbasis des Wassers ab. Bildet das Meer die Grenze des Sandur, so von dem Eintritt in dasselbe; ähnliches gilt, wenn der Sandur in eine größere Wasserfläche endet, wie in ein fast bis oben hin mit Feuchtigkeit angefülltes Urstromtal.

Teilweise tritt das Grundwasser in solchen Mengen zutage, daß es die dritte Gruppe von Flüssen auf dem Sandur in Erscheinung ruft, jene, die auf der Sandurfläche entstehen. Sie können eine ganz beträchtliche Wasserfülle erreichen, aber ihnen fehlt der Gletscherdetritus, so daß sie klareres Wasser führen, wenn sie auch viele Schwebestoffe aus dem sandigen Boden mit sich tragen.

Auf den nicht immer unter Wasser stehenden Flächen eines Sandur sucht eine spärliche Vegetation bodenständig zu werden, doch erst in jenen Gebieten, die sicher gegen die jährlichen Hochwasser geschützt sind, vermag sie dauernd Fuß zu fassen, gesetzt, daß die klimatischen Bedingungen es gestatten. Am Nordrand des Vatnajökull erlauben sie es nicht, wohl aber am Südrand, wo sogar trotz der Nähe der Gletscherwasser Landwirtschaft auf der Pflanzendecke mit Erfolg getrieben wird. Auf vielen sonst günstigen Stellen des Sandur kommt es jedoch nicht zur Niederlassung von Pflanzen, weil der Wind das lose Material zu oft verweht und zu bescheidenen Dünen anhäuft. Im Winter und Frühjahr kann er auf dem trockenen Gebiet, das dann, soweit es schneefrei ist, seine größte Ausdehnung besitzt, am intensivsten seine Tätigkeit entfalten.

Sandur bilden sich dort, wo sich der Schutt einer Eismasse frei entfalten kann, sei es, daß sich eine Ebene vor ihm ausbreitet, sei es, daß er sich selbst eine solche durch Erstückung der Reliefunterschiede schafft. Trifft dies nicht zu, sondern wird der Schutt in Täler gelenkt, so können sich in diesen Urstromtäler entwickeln. Solche sind am Nordrand des Vatnajökull nicht vorhanden, wohl aber bot mir der Oberlauf der Jökulsá

¹⁾ Auch westlich des Zeltplatzes wurde viel Bimstein von den Schmelzwässern unter dem Vatnajökull hervorgebracht.

einige Vergleichsmomente, die hier im Verein mit Studien auf der schönen Darstellung des Markarfljot auf der isländischen Generalstabkarte (vgl. die Blätter Eyafjalla jökull und Seljaland, aufgenommen 1907, erschienen 1908) wiedergegeben seien.

Man kann in der talartigen Zusammenfassung der Schmelzwasser fünf verschiedene Gebiete unterscheiden. Zunächst die Fläche der Hauptwasserader, deren Tätigkeit jenen Flüssen gleicht, die den Sandur durch messen. Auch bei ihr ereignet es sich ab und zu, daß sie ihr Bett abdämmt und kleine in sich geschlossene Seebecken anlegt, deren Wasser sich durch Absatz der Sinkstoffe bald klärt. Das Abschnüren solcher Wasseransammlungen geschieht namentlich dort, wo das Gefälle geringer wird und die Ader hin und her zu pendeln beginnt. Neben der Hauptader pflegen zweitens zahlreiche Nebenarme im Urstromtal zu existieren, Abzweigungen vom Hauptarm, die sich bald mit ihm wieder vereinigen. Sie funktionieren hauptsächlich bei höherem Wasserstande, und oft kommt es vor, daß die ganze Wassermasse sich gabelt und verästelt, so daß man keine der Gerinne als Hauptwasserader zu bezeichnen vermag. Zwischen dem Hauptarm und den Nebenarmen, vielfach aber seitlich noch weiter greifend, legen sich drittens Flächen, die voll Wasser gesogen sind und auf denen bei Niedrigwasser Wasserlachen stehen. Bei Hochwasser sind sie gänzlich überschwemmt. Zu dieser Gruppe gehören auch die Sandbänke in der Hauptader und ihren Nebenarmen. Auf ihnen entwickeln sich schon Ansätze zu der vierten Flächenart, zu den in der Regel ständig trockenen Gebieten, die zu beiden Seiten der Entwässerungszone liegen; nur bei sehr großen Gabelungen stellen sie sich auch zwischen den Gerinnen ein. Schließlich entsteht auf jenen Flächen, die ganz trocken liegen, die fünfte Flächenart, jenes Areal, das von einer Pflanzendecke überzogen wird.

Vergeblich habe ich an dem mir bekannt gewordenen Nordrand des Vatnajökull nach Söllen Ausschau gehalten, ein scharfer Gegensatz zum Südrand des Vatnajökull, von dem sie in letzter Zeit mehrfach beschrieben sind. Die Berichte verschiedener Forscher ermöglichen es, einen kurzen Einblick in Veränderungen an ihnen zu tun. Die dortigen Sölle verdanken ihre Entstehung einem Gletscherlauf, der sich Ende Mai 1903 ereignete und wahrscheinlich durch vulkanische Wärmeentwicklung verursacht wurde. Oberleutnant J. P. Koch von der dänischen Landesaufnahme erlebte das Schauspiel und hat darüber in seinem Bericht über die schwierige Mappierung des östlichen Südländes einige beachtenswerte Mitteilungen niedergelegt¹⁾. Am 25. Mai brach plötzlich eine enorme Wassermasse aus dem

¹⁾ J. P. Koch, Fra Generalstabens topografiske Afdelings Virksomhed paa Island. Geografisk Tidsskrift, Band 18, Kopenhagen 1905.

Rande eines Striches Vorlandvergletscherung am Südrand des Vatnajökull, aus dem Skeidarárjökull, hervor, die am nächsten Tage so ungeheuer war, daß Eisblöcke bis zur Größe eines einstöckigen Hauses von dem Gletscher losgerissen und sicherlich bis 12 km weit über den südlich anstoßenden Sandur geschleppt wurden. Im September des gleichen Jahres war die eisbesäte Fläche mit großen trichterförmigen Vertiefungen besetzt, an deren Grund die großen Eisklumpen umher lagen. Im April des nächsten Jahres war das Eis vollkommen dort geschmolzen, wo es auf der oberen Fläche gelegen hatte. Wo sich, wie Koch beobachtete, die Stücke jedoch so weit in das lose Erdreich eingebohrt hatten, daß sie nicht über das umgebende Gelände herausgeragt hatten und deshalb bald vom Sandflug bedeckt waren, da war die Schmelzung noch lange nicht vollzogen. Verschwindet das Eis hier ganz, so bleibt ein oft mehrere Meter tiefes Loch übrig, das von einer leicht zusammengefügt Sandmasse zugedeckt wird. Im Sommer des gleichen Jahres fand P. Hermann ein ähnliches Bild auf dem Skeidarársandur vor¹⁾. Teils waren die Löcher noch von Eis erfüllt, dessen kaltes Schmelzwasser den umgebenden Sand und Lehm durchtränkte, teils war das Eis schon verschwunden, so daß die Trichter erfüllt waren von Wasser wundervoller dunkelblauer Färbung, während der Boden silberhell durchschimmerte.

Weiter östlich am Breidamerkursandur machte Hermann einige Beobachtungen, die lehrreich für die Beurteilung der Entstehung der Sölle sind (l. c. p. 145). Am Rande des dortigen Gletschers sah er, wie von den hervorbrechenden Schmelzwässern große, mit Schutt durchsetzte Eisstücke vorwärts und rückwärts geschleudert wurden, bis sie vom Strome gefaßt nach dem Meere geführt wurden; die größten Eisklumpen standen hier und da auf dem Boden fest, bis auch sie abgelöst und fortgeschwemmt wurden. Und an einer andern Stelle heißt es (l. c. p. 147): „Am Ende des Gletschers befanden sich wieder die schon mehrfach erwähnten trichterförmigen Gletscherlöcher, doch stammen diese wohl aus sehr alter Zeit, da sie rings mit uraltem, verwittertem, gelbweißem Moose bewachsen waren.“

In jüngster Zeit hat dann M. Ebeling noch Notizen über die Sölle am Skeidarársandur veröffentlicht²⁾. Er fand augenscheinlich in den Trichtern noch Eisstücke vor, da er darauf aufmerksam macht, daß es offenbar jahrelang dauert, bis das Eis schmilzt. Die Füllung der Trichter geschieht, wie er genauer beschreibt, auch durch Grundwasser.

¹⁾ P. Hermann, *Inland in Vergangenheit und Gegenwart*, Bd. II, S. 126. Leipzig 1907.

²⁾ M. Ebeling, *Eine Reise durch das isländische Südländ*. *Zeitschr. d. Ges. f. Erdk.* Berlin 1910, S. 377.

Aus den vorstehenden Beobachtungen geht mit Sicherheit hervor, daß am Südrand des Vatnajökull vorhandene Sölle Einsturz- und Druckphänomenen ihre Entstehung danken können. Vom Gletscher losgelöste Eisblöcke, die z. T. unter Schutt begraben werden, schmelzen zusammen und rufen Hohlformen hervor. Die Ursache der Ablösung der Eisblöcke ist zum Teil zwar vulkanischer Natur, infolge eines durch eine Eruption veranlaßten Jökellöb, so daß ein vollständiger Vergleich mit norddeutschen Verhältnissen nicht zulässig ist, zum Teil aber frei von vulkanischem Einfluß, wie aus den Beobachtungen Hermanns am Breidamerkursandur erhellt, und wie namentlich Thoroddsen des mehrfachen betont. Er macht nachdrücklich darauf aufmerksam¹⁾, daß bei dem Gletscherlauf der Skeidará im Eise zwar ein großer Einschnitt entstanden sei, daß aber die herausgeworfenen Eisstücke einen weit größeren Raum als dieses eingerissene Loch beanspruchen, so daß viele von ihnen unter dem Gletscherkörper losgerissen sein müßten. Es liegt die Vermutung nahe, daß sich unter dem Eise große Wassermassen aufgestaut haben, und in der Tat fand man nach dem Gletscherlauf von 1892 oben auf dem Eis Spuren eines großen Schmelzwassersees. Ich selbst sah südlich des Endmoränenwalles auf dem nördlichen Vatnajökull einen kleinen schuttgedämmten See gelber Farbe. Es braucht also wahrscheinlich selbst am Skeidarárjökull nicht jeder Gletscherlauf auf vulkanischen Ursprung zurückzugehen, sondern wird unter die Kategorie der gewöhnlichen Gletscherausbrüche fallen, wie solche von Südisland, namentlich von der Jökulsá á Solheimasandi, bekannt sind. Der Ausgang des Gletscherbaches verstopft sich hier des öfteren, das Schmelzwasser wird unter dem Eiskörper aufgedämmt, der letztere berstet und Moräne und Eisstücke werden fortgetragen, Verhältnisse, wie man sie sich gerade so in dem vulkanfreien Norddeutschland vorzustellen hat. Sie gehen also auf katastrophale Vorgänge zurück, deren nicht allzu häufiges Auftreten sich mit dem nicht allzu häufigen Vorkommen von Söllen im Sandur deckt.

Zu dieser Art von Söllen gehören auch solche, die sich in der Endmoräne beim Schmelzen des Eises unter dem Schutt bilden. Ich erwähnte bereits die dortigen kleinen temporären Einsturztrichter. Daß diese Formen auch stationär bleiben können durch Entstehen beim Abschmelzen des letzten begrabenen Eises, so daß eine nachträgliche Zerstörung durch beträchtliches Zusammensacken des Moränenschuttes ausgeschlossen ist, kann wohl kaum bezweifelt werden, jedoch kann ich es durch Beobachtungen nicht belegen²⁾.

¹⁾ Th. Thoroddsen, *Rejse i Vester-Skaptafells Syssel paa Island i Sommeren 1893*. Geografisk Tidsskrift Bd. 12. Kopenhagen 1894.

²⁾ Nach Abschluß dieses Manuskriptes sah ich am 24. Mai 1912 unter Führung von A. Penck in den Würmmoränen, die zwischen Isartal und Starn-

Ich möchte die vorstehenden Sölle teils als „Einsturzsölle“ bezeichnen, sofern sie durch Einsturz einer über ihnen gelegenen Erdmasse entstanden sind, teils als „Aussparsölle“, sofern ein Eisblock bei dem Wachsen des Sandur eine Vertiefung aussparte, teils als „Eindruckssölle“, sofern lose Eisblöcke Hohlformen in den weichen Boden eines Sandur gedrückt haben. Diesen drei Gruppen steht die der „Strudelsölle“ gegenüber. Analog der Entstehung der Gletscherhöpfe werden die Schmelzwasser auch fähig sein, Sölle auszustrudeln; doch scheint dieser Fall seltener zu sein.

Mit welcher Gruppe von Söllen man es zu tun hat, wird sich nachträglich nach ihrer Entstehung nur schwer und immer nur von Fall zu Fall entscheiden lassen. Man kann zwar deduktiv folgern, daß bei Einsturzsöllen im Querschnitt ein Nachsacken der seitlichen Schichten im Gegensatz zu Strudelsöllen zu erkennen sein muß. Indessen, schon während der Bildung werden sich mancherlei Komplikationen einstellen. In einer frisch ausgestrudelten Hohlform sacken die Wände infolge einseitiger Entziehung der Widerlager nach, und so ähnelt der Aufbau der Strudelsölle dem eines Einsturzsolles. Im allgemeinen wird man aber wohl sagen können, Einsturzsölle überwiegen im Sandurgebiet und vielleicht in der Endmoränenzone, Strudelsölle im Grundmoränengebiet, Eindruckssölle und Aussparsölle treten in beiden auf.

Die Formen der Sölle können sehr schnell in tote Formen übergehen. In den Einsturzöllen sammelt sich schon während des Schmelzens des Eisblockes Schlamm, Lehm und Saugsand, und kaum ist der Eisblock geschmolzen, so sind die Hohlformen langsamer Auffüllung ausgesetzt¹⁾.

Sind die Sölle und Urstromtäler nur punktuelle und lineare Gebilde auf dem Sandur, so entwickelt sich auf den freibleibenden Flächen ein regionales Phänomen, das trotz mancherlei Abweichungen prinzipiell mit der Bildung des Lösses am Südrand der skandinavischen Vergletscherung verwandt ist. Ich machte bereits darauf aufmerksam, daß am Nordrand des Vatnajökull junge Magmaergüsse liegen, die jegliches Wasser verschlucken. Das ist in noch viel größerem Maßstabe im nördlichen Vorland des Vatnajökull bis fast zum Mückensee-Distrikt der Fall. Das Odádahraun, das

berger See in der Richtung von Zell nach Farchach gelegen sind, vielfach Vertiefungen, die ganz unvermittelt der Endmoränenlandschaft eingesetzt waren und oft auffallend steile Formen trugen. Sie machten den Eindruck von Einsturzöllen; es schien, als ob unter einem größeren Teil der Endmoränenzone eine Eismasse begraben war, bei deren Zusammenschmelzen Hohlräume entstanden, über denen sich Einstürze ereigneten.

¹⁾ Th. Thoroddsen, *Rejse i Vester-Skaptafells Syssel paa Island 1893*.
Geografisk Tidsskrift, Bd. 12, Kopenhagen 1894.

sich hier breitet, ist eine der größten rezenten Lavaflächen der Erde, wenn es auch nicht ganz so groß sein dürfte wie es angegeben wird¹⁾. Überall fällt auf diesem großen Lavafeld der atmosphärische Niederschlag wie auf ein Sieb, jedes Gewässer, das sich ihm nähert, versickert. In der Tiefe sammelt sich das Wasser zu ausgedehnten Grundwasserhorizonten, die erst am Rande der Lavaregion wieder zutage treten. Dort dehnen sich große versumpfte Areale, dort breitet sich eine Anzahl beständiger Seen aus, die oberirdisch gar keinen Zufluß besitzen, wohl aber einen starken Abfluß; brodelnd quillt das Wasser an ihrem Rande hervor. Dort entspringt eine Reihe von Flüssen gleich in ihrer ganzen Wasserfülle. Nur selten kann man auch in den Lavafeldern den Grundwasserhorizont wahrnehmen. An einzelnen Stellen ist die Lavoerfläche eingebrochen; am Grunde der Vertiefungen quillt an der einen Seite ein Teil des Wassers hervor, es durchmißt den Boden und verschwindet auf der anderen Seite, eine Erscheinung, die der Hydrographie der Poljen verkarsteter Gebiete verwandt ist und die man als „Hydrographisches Fenster“ bezeichnen kann. Die Folge der fast ständigen Trockenheit der Lavoerfläche ist, daß all der feine Verwitterungsschutt, der sich im Laufe der Zeit absondert, nicht vom Wasser fortgeführt, sondern eine Beute des Windes wird. Man kann am Nordrand des Vatnajökull ein ausgesprochenes Deflationsgebiet erkennen, das über die Lavaflächen in die diluvialen Grundmoränengebiete hinübergreift und das von einer Inflationszone eingefaßt wird. Die letztere zieht sich vom Gebiet des mittleren Skálfandafljot über Svartárvatn zum Mückensee-Distrikt. Natürlich gibt es in der Deflationszone auch Anhäufungen äolisch umgelagerten Materials, aber sie sind nicht perennierend, sondern befinden sich in ständiger Neubildung. Sonst tritt überall in ihr der nackte Fels zutage, den keine Verwitterungskrume deckt. Vielfach erkennt man an ihm Windschliff, der die Rauheiten der Lavoerfläche poliert hat, so regelmäßig, daß man danach die herrschende Windrichtung bestimmen kann. Liegen einzelne Blöcke isoliert, wie in den Grundmoränenflächen, auf deren Oberfläche jedes feinerdige Partikelchen fortgeführt ist, so erblickt das Auge in Fülle die schönsten Drei- und Mehrkanter, die auf den geglätteten Flächen einen stumpfen grauen Lacküberzug tragen.

Anders das Bild in der Inflationszone. Selten ist der anstehende Fels zu sehen, alles wird von feinem Material verhüllt. Über dieses hat sich vielfach eine Vegetationsdecke gebreitet, die einen schweren Kampf zu führen hat, um sich dauernden Bestehens zu erfreuen. Ein Eingangsloch zum Bau eines Polarfuchses kann genügen, um dem Wind hinreichend

¹⁾ Gegenüber Thoroddsens Annahme fand ich frei von jungen Ergüssen das obere Öxnadalságebiet, größere Flächen südlich Sellandafjall und Bláfjall.

Angriffspunkte zum Abschälen des gesamten Vegetations-Überzuges zu gewähren, zu welchem letzterem Prozeß im späten Mittelalter und auch noch in der Neuzeit bedauerlicherweise unverständige Menschen durch Herausreißen der Salix- und Betulasträuchlein arg mitgeholfen haben. Von neuem wird derart das schon abgelagerte Material wieder umgelagert und über eine benachbarte Vegetationsdecke gebreitet, doch sind diese nachträglichen Umlagerungen im Inflationsgebiet in der Regel regional von untergeordnetem Ausmaß. Nur die Schnelligkeit, mit der sie sich vollziehen, ist groß, und aus einem Beispiele vom Ostufer des Svatárvatn, gerade an der Grenze zwischen Deflations- und Inflationszone, möge erhellen, in wie kurzer Zeit sich der Vorgang abwickeln kann. Dort wurde Ende der vierziger Jahre des vorigen Jahrhunderts die alte Farm Svartárkjot aufgegeben und weiter nach Westen verlegt, da sie dem Anstürmen des äolischen Materials nicht mehr zu widerstehen vermochte. Sie wurde völlig verschüttet, und eine Vegetationsdecke spannte sich über ihr aus. In den ersten Jahren des laufenden Jahrhunderts war diese wieder abgeschält worden, und um den Betrag von 2—3 m wurde der einst aufgeschichtete Boden erniedrigt. 1910 war diese Abtragung gerade soweit fortgeschritten, daß Teile der früheren Farm Svartárkjot bloßgelegt wurden.

Der Prozeß der Umlagerung und Fortführung des Materials vollzieht sich in zwei Arten. Einmal in Gestalt von Windhosen. Feines Bodenmaterial wird aufgewirbelt und in lebhafter Drehung schnell in größere Höhen geführt; bis in über 1000 m Höhe innerhalb von fünf Minuten konnte ich 1910 schätzen. Dabei eilt das ganze Gebilde über die Ebene, um sich aber schon nach kurzer Zeit in ein Nichts wiederaufzulösen. Mögen sich an sonnigen Tagen auch mehrere Hundert solcher Windhosen einstellen, so ist ihre Wirkung doch relativ gering gegenüber dem Transport, den die Sand- und Staubschauer ausüben. Auf weiten Flächen wird vom Wind der Boden aufgewirbelt, er raucht förmlich, und rötlich schimmert matt die Sonne hindurch. In die Höhe geführt, wandert die ganze Masse gleich einem Regenschauer, vor sich die Luft rein und klar, hinter sich sie verschwommen zurücklassend. Erst ein energischer Regen vermag dem Himmel seine nordische Reinheit und Klarheit und Herbheit wiederzugeben.

Das Material ist teils staubig, teils feinsandig, so daß es bald einem Löss, bald einem Feinsande ähnelt. Dementsprechend schlägt es sich teils ungeschichtet nieder, so daß kleine, bis 4 m hohe steilwandige Schluchten eingerissen werden, teils aber zeigt es eine feine Schichtung, in die Windmulden eingelegt werden. Ich habe Proben des Materials wie auch von sekundären Verwitterungserscheinungen, die sich ganz regelmäßig an ihm einstellen, mitgebracht, sie harren aber noch der genauen Untersuchung. Deshalb möchte ich das Material vorläufig, um den unsicheren Begriff

Löss im Gegensatz zu meinen früheren Ausführungen einstweilen hier zu umgehen¹⁾, mit dem isländischen Worte dafür bezeichnen. Der Isländer nennt es „M o h e l l a“ (spr. moheddla). Sind in ihrer Existenzbedingung zweifellos durchgreifende Unterschiede mit der Existenzbedingung des Lösses am Südrand der norddeutschen Vergletscherung vorhanden, so dürfte der Vorgang der Ablagerung doch verwandt sein mit der Bildung des Lösses daselbst.

Die im Vorstehenden mitgeteilten Beobachtungen über mein Arbeitsgebiet am Vatnajökull mußten bisweilen noch lückenhaft ausfallen, die daraus gezogenen Schlüsse mitunter problematisch. Das hat seinen Grund darin, daß es für mich zuerst eine Route ausfindig zu machen hieß, um durch eine Pferdekarawane das Material für eine kleine Station zum Nordrand des Eises hinzuschaffen. Denn nur durch eine solche und nicht durch ein schnelles Hindurchreiten durch das Gebiet läßt sich meines Erachtens den angeschnittenen Fragen wirklich ernsthaft näher treten. Dankbar gedenke ich bei dieser Gelegenheit jener Männer, die mir die Mittel zu meiner Reise im Jahre 1910 verschafften, von der der Vatnajökull nur einen kleinen Bruchteil bildet. Es waren die Herren Prof. G. Boehm-Freiburg, Sanitätsrat Cahnheim-Dresden, Prof. Deecke-Freiburg, Herr Erkes-Köln, Geheimrat Harries-Kiel, Geheimrat Krümmel-Marburg, Geheimrat Rinne-Leipzig, Prof. Struck-Lübeck, Geographische Gesellschaft Lübeck und Firma Zeiß-Jena.

Nachdem nun durch Trautz und die vorstehend beschriebene Reise gezeigt ist, wie man an zwei Stellen des Nordrandes des Vatnajökull ohne größere Schwierigkeiten auf das Eis gelangen kann, dürfte hoffentlich die Zeit nicht mehr allzu fern sein, daß diesem wichtigen vergletscherten Gebiet in Studien während eines längeren Zeitraumes und über ein größeres Stück des Randes hin nachgegangen wird als man es bislang vermochte; denn hier liegt der Schlüssel für viele Probleme Norddeutschlands!

Der Tarumai-Ausbruch in Japan 1909.

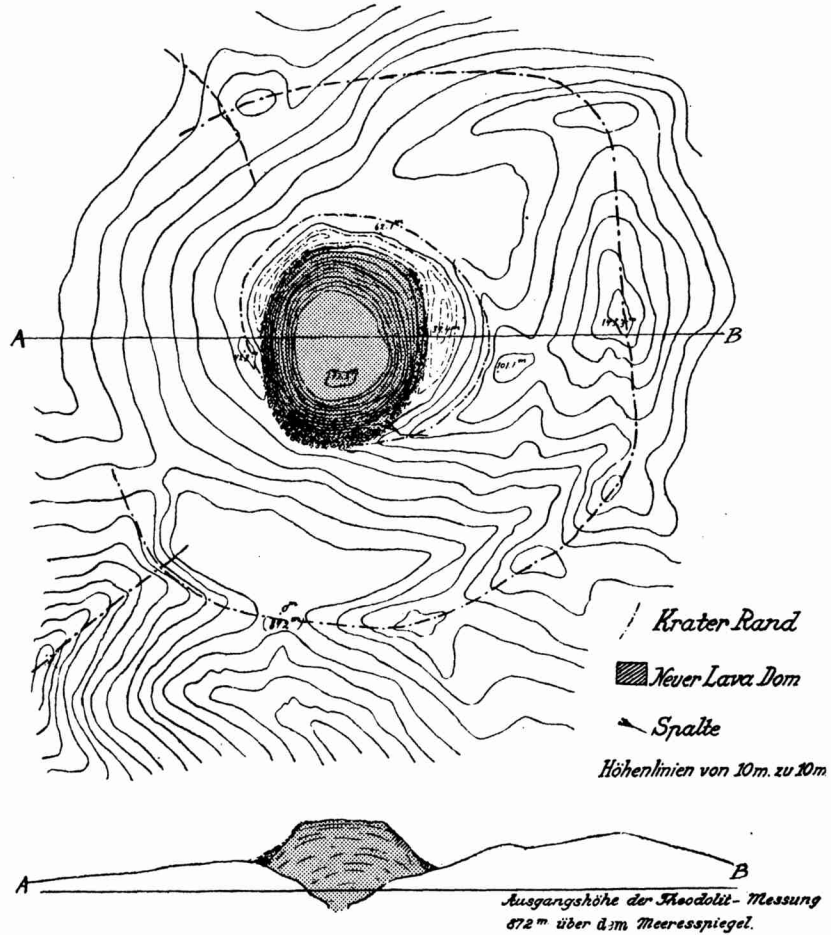
Bericht von Dr. Ôinoue, mit eigenen Beobachtungen und Bemerkungen von H. Simotomai.

Die vulkanische Tätigkeit des Tarumai auf der japanischen Insel Hokkaidô (Yeso) im Frühling 1909 hat wegen der dabei erfolgten typischen Quellschneebildung in weiteren Kreisen das lebhafteste Interesse erweckt.

¹⁾ S p e t h m a n n, Zeitschr. f. Gletscherkunde, III, 1909, p. 41 und Reck, Ebda, V, 1911, p. 282.

Publikationen¹⁾ über diese merkwürdigen Ereignisse liegen von verschiedenen Autoren vor, am genauesten ist der Hergang in der Mitteilung von Dr. Ôinoue geschildert. Ôinoue hat zu verschiedener Zeit den Schauplatz der

Abbild, 24.



Der Gipfel des Tarumai nach der Eruption 1909. Maßstab 1 : 20 000.

vulkanischen Tätigkeit besucht und kurz nach der Quellkuppenbildung durch Theodolitmessung die Dimensionen des Kraters und der neugebildeten Kuppe genau bestimmt. Ihm habe ich auch den beigegebenen Kraterplan zu verdanken.

¹⁾ J. Ôinoue, Mitteil. über den Tarumai-Ausbruch. Abhandlg. d. Erdbeben-Komitees zu Tôkyô. Nr. 64. 1909.

Nach dem Ausbruch habe ich selbst zweimal den Ort besucht; auf Grund meiner eigenen Beobachtungen und des Berichtes von Ôinoue mögen hier einige Bemerkungen über den Tarumai-Ausbruch gegeben werden.

Um dieses Ereignis besser beurteilen zu können, vergegenwärtige man sich die Topographie des Tarumai-Gebietes. Der Vulkan erhebt sich an der Westseite der mittleren Senkungszone der Insel Hokkaidô, unter $42^{\circ} 42'$ n. Br. und $141^{\circ} 23'$ ö. L.; im Osten ruht er in unmittelbarer Nähe der Küste des Pazifischen Ozeans auf einer ca. 30 m über den Meeresspiegel sich erhebenden marinen Terrasse, deren Bildung im Diluvium erfolgte. Im Nordwesten steht er dagegen in Verbindung mit dem Hu-uppushi-Nuppurri, einem erloschenen Vulkan, und im Westen mit der großen Vulkangruppe der Shiraoui. Ein bemerkenswerter See, namens Shikots¹⁾, der seine Entstehung vulkanischer Tätigkeit verdankt, liegt zwischen dem Tarumai und dem Eeniwa, einem anderen tätigen Vulkan, der sich 12 km nordnordwestlich von jenem befindet. Der Tarumai ist ein Tuffvulkan, und nirgendwo am Kegel kann man Lavabänke nachweisen, obwohl auf dem Gipfel am Kraterrande Agglomerate und Schlacken auftreten. Nach Prof. Kotô hat er von allen japanischen Vulkanen in früherer Zeit die größte Menge von Bimsstein ausgeworfen. Der Vulkan besitzt einen Doppelkrater; der äußere Kraterand — oder besser die Somma-Umwallung — ist nicht ganz ringförmig geschlossen, die östlichen und südlichen Teile sind jedoch in typischer Form erhalten. An der nordwestlichen Seite des Vulkans kann man einen nach Westen offenen Eruptionskrater konstatieren, dessen Südostseite bei der Bildung der Somma-Umwallung zum Teil weggeblasen wurde. In der Mitte der Somma-Umwallung ist ein ganz unbedeutender Zentralkegel erkennbar. Über ihn und die Tätigkeit des Tarumai überhaupt schreibt Ôinoue:

„Vor der Eruption hatte der Zentralkegel einen verhältnismäßig großen Krater von der Form einer Ellipse, deren größter Durchmesser (etwa in der Richtung von NW nach SO verlaufend) 673 m, deren kleinster Durchmesser 545 m lang war. Der Kraterschlund des Zentralkegels war im oberen Teil bis zu einer Tiefe von 20 m trichterförmig, wobei die Neigung

D. Satô, Mitteil. über den Tarumai-Ausbruch. Abhandl. kais. japan. Geolog. Landesanstalt. Nr. 14. 1909.

J. Friedlaender, Über einige japanische Vulkane. Mitteil. der Deutschen Ges. für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. Bd. XII, S. 129—134.

S. Kôzu, Preliminary, notes on some igneous rocks of Japan. The Journ. of Geol. XIX, Nr. 7, S. 632—644, 1911.

¹⁾ Sein längster Durchmesser beträgt 14 km, der kürzeste mißt 6 km; seine Tiefe beträgt nach Kotô über 400 m nahe dem Ostufer, sein tiefster Teil ist jedoch noch nicht ausgelotet worden.

der Innenwandungen etwa 30° betrug, dann nahm er die Form eines 65 m tiefen Trog an, dessen oberster Durchmesser 400 m und dessen Bodendurchmesser 60 m betrug. Auf dem Kraterboden befanden sich ungefähr 20 Solfataren, denen immerfort Gas entströmte.

Ausbrüche des Tarumai in geschichtlicher Zeit sind nur wenige bekannt, weil die Kolonisation der Japaner in der Umgegend erst seit ein paar hundert Jahren bedeutend geworden ist. Während der letzten 40 Jahre ereigneten sich folgende Ausbrüche:

Im Januar 1872 verschwand der uhrglasförmige Lavadom ganz, welcher bis zu dieser Zeit in der Mitte des Zentralkraters sich befunden und ungefähr 10 m über den Kraterrand sich erhoben hatte; damals erst entstand der Krater, der bis zu der letzten Eruption auf dem Zentralkegel sichtbar war.

Am 8. und 18. Februar 1874 hörte man gewaltiges Getöse von Tarumai her, und Erdbeben wurden während einer Explosion verspürt, die vulkanischen Schutt zum Auswurf brachte.

Am 5. November 1883 erfolgte ein schwacher Ausbruch.

Am 4. Januar 1885 wurde bei einer Explosion Asche bis zu einer Entfernung von 40 km nach Satporo, der Hauptstadt der Insel, herausgeschleudert.

Am 8. Oktober 1887 wurden durch eine Explosion Lapilli und Asche emporgeworfen.

Am 17. August 1894 kam bei einer Explosion Asche aus dem Krater, dabei wurde eine schwarze Rauchsäule wahrgenommen.

Seit dieser Explosion war der Tarumai sehr ruhig, man hörte nichts von einem neuen Ausbruch, doch entstieg dem Krater beständig etwas Rauch.

Vom Januar 1909 ab haben die Bewohner der Umgegend zuweilen Spuren vulkanischer Tätigkeit beobachtet.

Am 11. Januar in der Nacht bemerkte man auf dem Berge einen Feuerschein, den man noch niemals in den letzten Jahren gesehen hatte.

Am 22. Januar wurde nachts vulkanische Asche ausgeworfen. Am 6. Februar um 9 Uhr vormittags hörte man ein gewaltiges Getöse und zugleich bemerkte man eine Rauchsäule, welche viel größer als die bisher sichtbare war. Am 10. Februar um 3 Uhr früh hörte man zweimaliges Getöse, auf den östlichen und südlichen Abhängen des Berges war Aschenregen erkennbar. Am 18. Februar um 1 Uhr nachmittags war stärkerer Rauch wie bisher zu sehen. Am 3. März um 11 Uhr vormittags, 3 Uhr und 4 Uhr nachmittags erdonnerte der Vulkan. Am 14. März um 1 Uhr früh war ein kleines Erdbeben zu verspüren. Am 30. März von 6 Uhr früh ab vernahm man in der Gegend mehreremal rollendes Getöse, das etwa eine Stunde dauerte. Um 7 Uhr 20 Minuten stieg plötzlich unter gewaltigem

Getöse eine riesige Rauchsäule bis zu einer Höhe von etwa 7,6 km auf¹⁾. 7 (20 ?) Minuten später fand eine zweite Explosion statt, die jedoch nicht so heftig war wie die erste. Bei diesen beiden Ausbrüchen wurde vulkanische Asche meistens leewärts des damals herrschenden Nordwestwindes herausgeschleudert. Die Auswürflinge bestanden nicht nur aus dem Schutt früherer Ausbrüche, sondern auch aus Lavablöcken, die aus der Tiefe emporgeschleudert wurden. Es waren Asche, Lapilli und Brotkrustbomben, die zuweilen 2 m im Durchmesser maßen. Die Ausdehnung der Aschenregen betrug schätzungsweise 85 qkm. Als ich fünf Tage nach dieser Explosion den Krater besuchte, bemerkte ich im nördlichen Teil des Kraterbodens eine Vertiefung, der hellbrauner Rauch entstieg. Sie war nur 12 m tief und 15 m breit, um sie herum lagen neue Auswürflinge. Wahrscheinlich war dies die Öffnung, aus der die letzten gewaltigen mit Asche vermischten Rauchmassen hervorgequollen waren.

Am 12. April um 11 Uhr 40 Minuten nachts begann ganz plötzlich wieder eine heftige Explosion. Man sah auf dem Gipfel zuerst sich kreuzende Blitze, dann folgten unter Feuerschein schwarze Rauchsäulen, und es wurden Asche, Lapilli und Blöcke, diesmal nach Nordosten, herausgeschleudert; der Aschenregen war noch in Satporo bemerkbar. Das Volumen der Rauchsäulen bei diesem Ausbruch wurde ungefähr auf das Zehnfache, das Volumen der Auswürflinge auf das Zwanzigfache wie bei der Explosion am 30. März geschätzt. Merkwürdigerweise sind bei diesem Ausbruch ebenso wie bei der Explosion am 30. März einzelne Anorthit-Krystalle²⁾ ausgeworfen worden. Das diese Explosion begleitende Erdbeben war sehr unbedeutend, doch waren in dem 20 km nach Südosten entfernten Dorf Tomakomai Erdstöße zu verspüren. Dagegen war die durch die Explosion verursachte atmosphärische Störung ziemlich stark; so wurden noch 20 km weit westlich Fensterscheiben eingedrückt, im Nordosten konnte dies noch auf 63 km Entfernung (in Iwamisawa) beobachtet werden. Über die Umgestaltung des Kraterschlundes durch diese Explosion wußte niemand näheres zu berichten.“

Am 16. April um 6 Uhr abends hörte man heftiges Rollen, und eine große Rauchsäule stieg empor. Am folgenden Vormittag erdröhnte der Vulkan, gleichzeitig steigerte sich die Rauchentwicklung allmählich, und erst mit Beginn der Nacht nahm sie wieder ab; nachts bemerkte man einen Feuerschein, aber von einem Lavadom auf dem Gipfel war nichts zu sehen. Am 18. April gab es auf der Nordseite des Vulkans einen Aschenregen.

¹⁾ Im Gegensatz zu dieser Höhenschätzung Ôinoues erscheint mir die Angabe Satôs richtiger zu sein, nach dem die Rauchsäule nur 3 km über den Gipfel sich erhob.

²⁾ Genaue Nachricht hierüber gibt Kôzu im *Journal of Geology*.

Nach dieser Explosion war bis zum Mittag des 19. April das Wetter ganz trübe und daher der obere Teil des Vulkans mit dichten Wolken bedeckt, doch bemerkte man gegen 9 Uhr vormittags, als der Wolkenschleier zeitweilig unterbrochen wurde, eine dunkle Rauchsäule. Am 19. April abends erblickten die Bewohner am Südfuße des Vulkans zu ihrem großen Erstaunen aus der Ferne eine kleine neue Erhebung auf dem Krater, das erste Anzeichen des neuen Lavadoms. Am nächsten Morgen erkannten die Leute am nördlichen Fuße den neuen Dom auf dem Gipfel; gegen 10 Uhr vormittags begann ein unterirdisches Rollen, das am 21. April um 5 Uhr morgens an Heftigkeit zunahm und bis gegen 3 Uhr nachmittags dauerte. An diesem Tage konnte man von dem 14 km südlich gelegenen Dorfe Shiraoi aus deutlich den neuen Dom und in der Nacht Feuerschein wahrnehmen. Am 22. April verminderte sich die Rauchmenge, in der Nacht bemerkte man wieder Feuerschein¹⁾. Am folgenden Tage besuchte Ôinoue den Vulkan; an Stelle des Kraterschlundes erblickte er zu seinem großen Erstaunen ganz frische spratzige Lava, welche den ganzen Kraterschlund füllte und darüber eine kraterlose Kuppe bildete. Die Oberfläche der Kuppe war nicht glatt, sondern außerordentlich zackig und zerrissen und hatte zahllose kleine Spalten und Löcher, aus denen Gas herausströmte. An Stellen, wo erstarrte Lavablöcke von dem Dom herabgestürzt waren, war noch glutrote Lava zu sehen. Diese Lavaglut und ihr Reflex an den Wolken waren offenbar die Ursache des nächtlichen Feuerscheins. Die Form des Doms war nicht ganz regelmäßig; auf der Südwestseite war er infolge des Abstürzens der festwerdenden Lava steiler als auf den anderen Seiten. Ôinoue glaubt, daß dieses schnellere Erstarren im Südwesten wohl auf die Wirkung der im Frühling hier herrschenden Südwestwinde zurückgeführt werden kann. Auf keiner Seite der Kuppe war zu erkennen, wo der Lavaström entlangeflossen war. Die ununterbrochene Abbröckelung an der Seite des Domes, die zeitweilige Erschütterung und die Rauchmassen, die überall dem Dom entquollen, verboten näher an den Dom heranzutreten. Auf der Umwallung des Zentralkraters und an dem nördlichen und südlichen Fuße des Domes bemerkte Ôinoue mehrere Spalten, die in der Richtung von N 50°—80° W einander parallel liefen. Aus der längsten von ihnen, die 70 m lang und $\frac{1}{3}$ m breit war, kam ein wenig Dampf heraus. Die Spalten sind wahrscheinlich erst bei der gewaltigen Explosion am 12. April entstanden, da sie am 4. April noch nicht vorhanden waren. Am 1. und 2. Mai hat Ôinoue die Dimensionen des Domes gemessen. Die Höhe des Domes betrug

¹⁾ Die bisherige Schilderung der Ereignisse beruht außer auf den Beobachtungen Ôinoues meist auf dem Tagebuch des Herrn Inspektors Haruta der Streichholz-Fabrik am Südostfuße des Vulkans. Ôinoue und Satô stimmen in der Darstellung der Ereignisse überein.

134 m über dem Kraterrand, sodaß der Vulkan nunmehr 40 m höher als früher war; seine Basis war kreisförmig und hatte einen Durchmesser von 420 m. Das Volumen der Lava, welche dabei die frühere Krateröffnung (nach meiner planimetrischen Berechnung) gefüllt und den Dom gebildet hatte, betrug etwa 15 Millionen Kubikmeter und schien ihm schätzungsweise ungefähr um $\frac{1}{4}$ größer als bei seinem ersten Besuch am 23. April. Später hat Ôimoue durch Vergleichung der beiden am 23. April und am 2. Mai von fast derselben Stelle aufgenommenen Photographien des Domes konstatiert, daß sein Volumen wirklich in der Weise zugenommen hat, wie seine Schätzung ergeben hatte. Oben war der sonst gut gerundete Dom abgeplattet, die südliche Partie erhob sich merkwürdigerweise über den Domgipfel wie ein kleines Abbild der Felsnadeln des Mt. Pelée oder des Bogoslof. Diesmal war nicht mehr so oft glühende Lava zu bemerken, und die abgestürzten Blöcke erkaltender Lava bildeten am Fuße des Domes bereits Schuttkegel. Die Entgasung und die Abbröckelung an dem Dom war so wie früher. Als wir, Prof. Jagger aus Amerika, Prof. Satô, Dr. Ôinoue und ich am 9. Mai gemeinsam den Schauplatz besuchten, konnten wir leider wegen des Nebels nicht die ganze Form des Domes übersehen, aber wir konnten doch die Abbröckelung und das Abstürzen der Lava wahrnehmen, welche beständig auf allen Seiten, besonders aber auf der Südwestseite der Kuppe von statten ging. Die größten Blöcke, die auf der Westseite sich befanden, maßen über 100 cbm; sie waren noch ziemlich heiß und mögen auf der Oberfläche eine Temperatur von ca. 30° gehabt haben. An solchen Lavablöcken konnte man verschiedenfarbige Schichten bemerken; auch waren die Korngröße und die Mineralzusammensetzung in den einzelnen Schichten nicht gleich.

Prof. Jagger maß dabei mit dem „Thermoscouple“ am südlichen Fuße des Domes folgende Temperaturen:

1. Lufttemperatur am Dom 0° C.
2. Gastemperatur in einer Solfatara von 0,25 m Durchmesser
inmitten der Lavablöcke 430° C.
3. Gastemperatur in einem Hohlraum neben der Solfatara
zwischen den Lavablöcken 390° C.
4. Temperatur eines Lavablocks am Boden einer 0,6 m tiefen
Lücke zwischen Lavablöcken 450° C.
5. Temperatur eines Lavablocks am Boden einer 0,3 m tiefen
kleinen Lücke zwischen Lavablöcken 457° C.
6. Temperatur eines Lavablocks am Boden einer 1,3 m tiefen
kleinen Lücke von 0,16 m im Durchmesser 398° C.
7. Temperatur eines Lavablocks am Boden einer 0,3 m tiefen
Lücke, welche sich in einer größeren Solfatara von 2 m
Durchmesser befand, 200° C.

Am 15. Mai um 2 Uhr nachmittags bemerkten die Bewohner der Umgebung des Vulkans abermals eine Explosion, bei der weißer Rauch am südlichen Fuße der Kuppe herausdrang und ein wenig Asche herausgeschleudert wurde.

Am 5. Juli fand sich, als ich mit Herrn Friedlaender den Ort besuchte, eine gewaltige Spalte auf dem Rande des Zentralkraters an derselben Stelle, wo die größte der früher erwähnten Spalten lag, und gerade in der Partie, wo am 15. Mai weißer Rauch herausgestiegen war. Sie hat sich offenbar bei der letzten Explosion gebildet. Sie war teilweise 2,5 m bis 8 m breit, etwa 20 m tief und ihre ganze Länge betrug über 100 m, aber der Hauptteil, aus dem der Rauch gequollen war, war nur 20 m lang. Nur Schlamm und Tuff, aber keine Lava wurde herausgeschleudert. An der Leeseite lag eine wenig mächtige Schicht der außerordentlich feinen Asche, die der Rauch mit sich geführt hatte. Wir vermochten den Dom bis zu einer Höhe von 100 m über seinem Fuß hinaufzusteigen; im obersten Teil aber war der Abhang äußerst steil, die Lava noch ziemlich heiß und zum Abstürzen geneigt, so daß wir nicht weiter vordringen konnten. Die Lava zeigte in diesem oberen Teil des Domes verschiedene Färbung und Mineralzusammensetzung, die Schichtungsrichtung war der Oberfläche des Domes fast parallel. Die ganze Gestalt des Domes war so, wie sie Ôinoue geschildert hatte.

An den Solfataren, welche meistens um den Dom herum an der Grenze zwischen dem Talus und Lavahang sich befanden, und stark nach Schwefel riechende Gase austießen, bemerkten wir weiße chlorhaltige Stalaktiten.

Mitte Oktober, als ich mit Studenten der Satporo-Universität den Shikots-See besuchte, konnte ich von dem Fuße des Tarumai aus keine neue Veränderung des Domes wahrnehmen, und die Studenten, die den Dom besuchten, haben mir auch keine neue Beobachtungen mitteilen können.

Im Winter 1909 sah man auf dem Abhang des Domes schon teilweise Schnee; die Gestalt des Domes ist in den drei Jahren seit der letzten Eruption fast unverändert geblieben.

Es sei mir nun gestattet, diesem Tatsachenbericht einige Bemerkungen hinzuzufügen.

Was diese vulkanische Tätigkeit verursacht hat, ist ungewiß; es wäre möglich, daß eine Kontaktexplosion die Veranlassung für das Aufsteigen der Lava abgegeben hat. Von diesem Gedanken ausgehend hat Ôinoue die Schwankung des Wasserstandes des Shikots-Sees seit 1906 genau untersucht; doch konnte er keine Verminderung des Seewassers vor der Eruption nachweisen. Denkbar ist auch, daß das aus einer Entfernung von 13 km von unten her eindringende Meerwasser die seit 1896 ruhende vulkanische Tätigkeit neu erweckt hat. Allerdings scheint mir nicht wahrscheinlich,

daß die ersten Äußerungen der vulkanischen Tätigkeit durch Kontaktexplosionen hervorgebracht waren, deren Ursache die plötzliche Verwandlung eindringender unterirdischen Wassermassen in Dampf ist¹⁾; denn die Vorzeichen des Ausbruches nahmen seit Januar 1909 allmählich zu.

Für die Entstehung der Gasmassen bei den gewaltigen Explosionen am 30. März und am 12. April sind zwei Möglichkeiten denkbar: sie können entweder dem aufsteigenden Schmelzflusse entweichen oder dadurch entstanden sein, daß der aufsteigende Schmelzfluß eine bestimmte wasserführende Schicht durchbrach. Jedenfalls wurde der alte Vulkanschlott durch die Explosion am 30. März zum Teil für den aufsteigenden Lavaerguß geöffnet.

Das dieser Explosion vorhergehende unterirdische Rollen dauerte ziemlich lange; wahrscheinlich deshalb, weil der Herkunftsort des Gases oder des aufsteigenden Schmelzflusses ziemlich tief lag. Merkwürdig ist die Wirbelform der Rauchsäule, die dabei emporstieg. Die Entstehung solcher wirbelförmigen Rauchsäule ist noch nicht klar, obwohl bei manchen vulkanischen Ausbrüchen dieselbe Erscheinung beobachtet worden ist. Ein sehr ähnliches Beispiel bietet die Rauchsäule bei der Explosion des Vesuvs im April 1906²⁾.

Diese Wirbelform der Rauchsäule kann verschiedene Ursachen haben, sie kann entweder durch eine schon unterirdisch gekrümmte Gestalt des Vulkanschlottes oder durch die herrschenden Windverhältnisse oder von diesen beiden Faktoren gleichzeitig verursacht sein. Sehr unwahrscheinlich ist die Annahme eines gekrümmten Vulkanschlottes bei derartigen gewaltigen Explosionen. Mir scheint die Ursache der Wirbelform der Rauchsäule nur in den herrschenden Luftbewegungen in verschiedenen Schichten der Atmosphäre zu suchen zu sein³⁾. Bei ähnlichen Wirbelbewegungen, z. B. Wasserhosen, Tromben und Tornados, schreiben die meisten Beobachter übereinstimmend dem Wirbel eine aufsteigende und zugleich drehende Bewegung zu. Wenn daher zu einer vulkanischen Explosion noch drehende Luftbewegung hinzutritt, dann ist es möglich, daß eine solche Wirbelform der Rauchsäule entsteht.

Was den Ausbruch des Tarumai nun anbetrifft, so läßt sich aus der ganzen Gestalt der Rauchsäule auf der Photographie konstatieren, daß der Wind bei der Explosion unmittelbar über dem Krater von Norden

¹⁾ W. Branca. Das Vulkanische Vorries. S. 33. 1903.

²⁾ Sabatini L' eruzione vesuviana dell aprile 1906. Bollet. del R. Comitato geol. d'Italia Serie IV. vol. VII. 1906. Fig. 24 a, Lacroix: La Montagne Pelée II. 9. 92. 1906. Fig. 296.

³⁾ vergleiche: A. Wegener. Über turbulente Bewegung in der Atmosphäre. Meteorol. Zeitschrift 1912, Bd. 2.

und in den höheren Luftschichten von Westen wehte¹⁾. Durch diese verschiedene Luftbewegung wurde offenbar die rasch aufsteigende Rauchsäule in Drehung versetzt und die Wirbelbewegung verursacht.

Die Explosion am 12. April erfolgte — ganz abweichend von der am 30. März — plötzlich, ohne daß vorhergehendes Donnern wahrgenommen wurde. Dies erklärt sich dadurch, daß das Gas mit der Lava bereits nach oben gestiegen war.

Wann und wie die Lava aufgestiegen ist, hat niemand direkt beobachtet, doch lassen sich aus den bekannten Tatsachen gewisse Schlüsse ziehen.

Am 4. April hat Ôinoue keine Spur des Lavaergusses auf dem Kraterboden bemerkt, aber es mag sein, daß die Lava schon vor dem 12. April den Kraterboden erreichte²⁾ und durch die Explosion an diesem Tage in Form von Lapilli herausgeschleudert worden ist. Aber die Explosionsprodukte — ebenso wie am 30. März graue Lapilli und Asche — weichen von der neuen Dom-Lava ab. Mir scheint, daß der Feuerschein, der am Abend des 17. April bemerkbar war, ein Anzeichen dafür ist, daß damals der glühende Lavaerguß begann. Diese Annahme deckt sich mit der oben wiedergegebenen Vermutung Ôinoues über die Entstehung des Feuerscheines, und es hat auch wirklich gegen Ausgang April, als der Feuerschein abnahm, die Oberfläche des Domes allmählich zu erkalten begonnen.

Die Werte für die Volumenvermehrung des Domes und die Abplattung seines oberen Teiles, die Ôinoue am 1. Mai durch Schätzung an Ort und Stelle ermittelt hat, haben sich bei einer genauen Nachprüfung an Hand der Photographien, die Ôinoue (am 23. April) und Satô (am 11. Mai) von fast derselben Stelle aufgenommen haben, als zutreffend erwiesen.

Die Hypothese Ôinoues, die die Vermehrung des Volumens der Entwicklung der Spalte so wie den Brotkrust-Bomben zuschreibt, während er die Lavamasse des Domes als konstant annimmt, ist unhaltbar, weil ja jene Spalten bei der im Inneren noch glühenden Lavakuppe eine rein oberflächliche Erscheinung waren, die keine so große Wirkung hervorbringen konnten. Mir scheint es, daß der Lavaerguß noch allmählich nach dem 23. April sich weiter fortgesetzt hat, der Zuwachs also diesem Vorgang zu verdanken ist. Die Abplattung des Domes könnte man durch eine auf

¹⁾ Satô freilich hat über die damals herrschenden Winde folgende Mitteilung gemacht: „Nach Toyokura, einem Meteorologen im Meteor. Observatorium zu Satporo, der nach der Explosion die Gegend besucht hat, wehte der Wind zu Beginn der Explosion von NW und drehte dann bald nach N um“. Nach dieser Angabe also wäre die Drehung nach rechts erfolgt, während ich die entgegengesetzte Drehung annehme.

²⁾ Das ist Friedlaenders Annahme.

die peripherischen Teile beschränkte Hebung der Lava zu erklären versuchen. Nur läßt sich mit dieser Hypothese die Tatsache schwer vereinbaren, daß am 23. April der Domgipfel etwas höher als am 11. Mai war¹⁾.

Um die Abplattung zu erklären, schließe ich mich daher der von Friedlaender aufgestellten Kernsenkungs-Hypothese an, welche auf Stübel's Theorie von der Caldera-Formation monogener Vulkane zurückgeht¹⁾. Wenn man aber die Kernsenkung für den Abplattungsprozeß annimmt, muß der Lavaerguß schon vorher aufgehört und von neuem die Senkung des Domkerns angefangen haben. Somit kann man vermuten, daß der Lavaerguß Mitte April angefangen und bis gegen Ende desselben Monats gedauert hat und daß gleichzeitig die Kernsenkung des Domes begonnen hat. Die Erhebung auf dem Dom, welche erst am 1. Mai deutlich erkennbar wurde, hatte eine zackige Oberfläche und ist daher weder mit den Felsnadeln (Les aiguilles) des Vulkan Pelée noch mit denjenigen (The Parrotbeak) auf dem Metcalf Cone auf der Bogoslof-Insel zu vergleichen. Es ist wahrscheinlich, daß sie die embryonale Form einer Felsnadel ist, die durch den letzten als Reaktion der Kernsenkung erfolgten Lavaerguß sich gebildet hat.

Die Form des Domes war nicht ganz symmetrisch, sondern auf der Südseite steiler und etwas höher als auf der Nordseite. Diese Steilheit hat Ôinoue der Abbröckelung an der Luvseite zugeschrieben. Die unsymmetrische Form scheint mir aber auch dadurch erklärbar, daß sich die Lava zu Anfang einseitig von dem südlichen Teil des Kraterbodens ergossen und an den Kraterrand angelehnt hat, bis sie schließlich nach völliger Ausfüllung des Kraters die jetzige Gestalt des Domes hervorgebracht hat. Aus demselben Grunde liegen auch die Hauptfumarolen und die letzte Explosionsspalte, die mit dem glutflüssigen Teil des Domes in nächster Verbindung stehen müssen, auf der südlichen Seite des Domes. Die Schlieren, die zur Domoberfläche parallel laufen, berechtigen zu der Vermutung, daß der Lavaerguß allmählich den Dom von innen her aufgebaut hat (vgl. das Profil auf Abbild. 24).

Die Lava des Domes ist nicht ganz homogen, die chemische Analyse weist mehr oder weniger verschiedene Resultate auf, je nachdem es sich um oberflächliche oder innere Teile handelt; der Hauptsache nach besteht die Lava aus Pyroxen-Andesit. Interessant ist es, daß der bei der chemischen Analyse sich ergebende Silikatgehalt in der Lava des Tarumai-Domes

¹⁾ Ich nehme auf Grund verschiedener Bilder an, daß die Höhe des Domes seit dem 1. Mai unverändert geblieben ist.

²⁾ A. Stübel, Über die genetische Verschiedenheit vulkanischer Berge 1903, S. 8 u. s. w.

ziemlich genau übereinstimmt mit dem der Lava des Mont-Pelée-Domes¹⁾.

Überblicken wir die einzelnen Phasen der ganzen letzten Tätigkeitsperiode des Tarumai, so können wir drei Stadien deutlich unterscheiden:

1. Ein Anfangsstadium der Explosion;
2. ein Hauptstadium der Eruption;
3. ein letztes Stadium der Explosion.

Das erste Stadium fing schon im Januar an und endete kurz nach der größten Explosion am 12. April. Inzwischen hatte die aufsteigende Lava den Weg für ihren Erguß fertig eröffnet. Das zweite Stadium fing spätestens am 17. April an und endete Ende April. Damit begann das dritte Stadium; das Hauptereignis war die Explosion²⁾ am 15. Mai, bei der eine Spalte gebildet wurde. Durch diese Spalte haben die Gase, welche der unterirdischen erkaltenden Schmelzmasse entströmten, ihren Ausgang gefunden; der Dom aber bleibt weiterhin ungestört durch die endogenen Kräfte, wenn auch freilich schon die äußeren Kräfte ihr Zerstörungswerk an ihm begonnen haben.

In jeder Hinsicht führte die letzte Eruption zu einer Quellkuppenbildung, wie sie von Reyer experimentell erzeugt worden ist. Der Tarumai bietet damit das vierte genau studierte Beispiel einer Quellkuppenbildung im 19. Jahrhundert³⁾.

Wir haben noch nicht die Bildung einer typischen Quellkuppe, als deren Beispiel der „Puy Sarcoui“ gilt, in der Natur beobachten können, aber unter den bis jetzt bekannten Quellkuppenbildungen steht die des Tarumai diesem Normaltypus am nächsten⁴⁾.

¹⁾ Im Folgenden ist das durchschnittliche Ergebnis der von Satô angegebenen chemischen Analysen mit dem der Mont-Pelée Lava, welches von Lacroix angegeben worden ist, zusammengestellt:

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	
Tarumai Lava	61,25	0,4	16,74	3,24	5,78	0,44	
Pelée Lava	61,88	0,31	18,30	1,97	4,32	—	
	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S	Summa
Tarumai Lava	3,07	7,55	0,96	0,56	0,21	0,08	100,36
Pelée Lava	2,74	6,32	3,17	1,09	0,09	—	100,35

²⁾ Auf Bogoslof war der dementsprechende letzte Akt eine viel heftigere Explosion, die die Kuppe völlig in die Luft geblasen hat.

³⁾ Auf Santorin im Jahre 1866—1867; am Mont-Pelée im Jahre 1902—1903; auf Bogoslof im Jahre 1906—1907. Vgl. hierzu Jagger, The evolution of Bogoslof Vulcano. Bull. Americ. geogr. Soc. Vol. XL. 1908. No. 7.

⁴⁾ Während des Druckes meiner Abhandlung hat J. Friedlaender im Juniheft von Pet. Mitt. einen Aufsatz über Japanische Vulkane mit Quellkuppenbildung veröffentlicht, der durch seine Bildbeilagen, besonders die vom Tarumai, wertvoll ist.

Nachklänge zum Matavanú-Ausbruch (Savaii).

Aus Briefen von Pater Mennel und Dr. W. Grevel zusammengestellt
von **Karl Sapper**.

Über einige Beobachtungen, die am Matavanú teils vor teils nach seinem (in dieser Zeitschrift, Jahrgang 1911, S. 701 ff. behandelten) Erlöschen gemacht worden sind, berichten mir zwei kürzlich eingelaufene Briefe, deren Inhalt ich im folgenden, ohne Kommentar und ohne einen Versuch weiterer Auswertung, als Beitrag zur Kenntnis der tatsächlichen Erscheinungen kurz wiedergebe.¹⁾ Der erste dieser Briefe, vom 22. Januar 1912, stammt von Pater Mennel und enthält den Inhalt eines im letzten Sommer an mich abgeschickten, aber verloren gegangenen Schreibens, der zweite ist von Herrn Dr. Grevel geschrieben und enthält seine im letzten Jahre gemachten Beobachtungen und eingeholten Erkundigungen. Beide Herren haben, wie die letzten Jahrgänge dieser Zeitschrift zeigen, seit der Entstehung des neuen Vulkans regelmäßig über die Vorgänge am Vulkan berichtet und dadurch die Möglichkeit gegeben, sich ein — freilich naturgemäß nur lückenhaftes — Bild der Lebensäußerungen desselben zu machen. Sie haben sich dadurch den aufrichtigen Dank der Vulkanologen verdient.

Pater Mennel berichtet zunächst über einen Besuch des Vulkans in der Mitte des April 1911. Einen halben Kilometer lang klappte vor dem Feuerberg „ein langer, breiter und ziemlich tiefer Graben, hervorgerufen durch den Einsturz des Gewölbes am Lavakanal. An der Nordostseite des Berges keine Veränderung. Aber der Süden hat sich merkbar gesenkt mit Abrutschungen am Gipfel: es hatte sich hier sogar ein Viertel [der Umrandung] losgerissen, war aber an einer tieferen Stelle aufgehalten worden. Ebenso hat sich die Westseite über der inneren Basis gesenkt und ist auf der äußeren nordwestlichen Basis stark von Sprüngen durchzogen. Eine senkrechte Schlucht, schräg, mit Einsinken des vorderen Teiles, hat diese Seite wie zerteilt; außerdem ist hier eine horizontale Teilung vorhanden an der Vorderpartie, die dem Ausgangskanal entspricht.

¹⁾ Die „Samoanische Zeitung“, der früher so viele interessante Mitteilungen über den Vulkan zu entnehmen waren, hat seit der Notiz vom 21. Mai 1910 (s. diese Ztschr. 1911, S. 178) nur noch beiläufige Angaben über denselben gebracht, so im Jahrgang 1911 in der Nummer vom 26. August (Rückgang der Tätigkeit) und in der vom 4. Nov. (Erlöschen des Vulkans). Die Bücherei der Deutschen Kolonialgesellschaft hatte es mir ermöglicht, die Jahrgänge 1910 und 1911 sowie die Nrn. 1—14 von 1912 durchzusehen, wofür ich ihr auch an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen möchte.

Dank dem herrschenden WNW-Wind, der die Dämpfe nach Osten treibt, ist der Besuch der Nordwestseite endlich sehr leicht gemacht, denn gewöhnlich vergiften die ungesunden Emanationen jene Seite.

„Die (Lava-) Quelle, immer an derselben Stelle im SSO, fließt schwach, folglich auch der Strom im Krater. Doch ist das eigentlich kein Strom mehr, sondern eine schwärzliche Fläche, wenig dicht, von langsamer Bewegung, mit glühenden Zickzacks. Allein beim Passieren von Klippen oder Untiefen wallt die Lava auf, glänzend vom Feuer, besonders bei Nacht; dann beleuchtet sie ihre aufsteigenden Dämpfe wie eine Feuersäule. Zuweilen stellt sich ein Aufwallen und Anschwellen der zusammengeschiebten Lava ein. Zum ersten Male zeigen sich in der Nacht grüne Feuer an drei oder vier verschiedenen Stellen. — In der Ferne, gegen das Meer zu und nahe Malaeola, schwimmt der Lavastrom seit einiger Zeit an der Oberfläche, ohne das Meer zu erreichen, infolge des Nachlassens der Quelle.“

Am 22. Juli hat dann Dr. Grevel den Krater von der Südseite her bestiegen, nachdem er die Nacht vorher in dem etwa 5 Minuten entfernten, von der Regierung errichteten Rasthause zugebracht hatte. „Das Bild“, schreibt er, „das sich mir diesmal bot, war wieder ein wesentlich anderes. Der Lavaspiegel war einige (5—10?) Meter gestiegen, die „Ufer“ verschwunden, das Innere machte wieder den Eindruck eines Sees. Letzterer war mit ca. 5 m im Durchmesser haltenden Schollen bedeckt. Das Ganze sah aus wie ein Treibeisfeld. Zwischen den einzelnen Schollen war glühende flüssige Lava sichtbar, die somit ein Netzwerk bildete, dessen Maschen durch die Schollen ausgefüllt wurden. Letztere waren dunkel, aber nicht eigentlich schwarz. Sie waren in ständiger, langsamer, aber ganz unregelmäßiger Bewegung, eine Strömung nach einer bestimmten Richtung war nicht zu erkennen, ein Abfluß *n i c h t* vorhanden. An drei ziemlich kleinen Stellen (ca. 10—20 m im Durchmesser), deren größte sich im Südosten (?) befand, waren Tümpel von flüssiger Lava, die sich in siedender Bewegung befand. Die daraus emporsteigenden kleinen Lavafontnen hatten, meiner Schätzung nach, eine Höhe von nur wenigen Fuß. Die kleineren Tümpel befanden sich im Nordosten und Süden bzw. Südsüdwesten (Himmelsrichtungen immer unsicher!). Alle Tümpel machten nicht den Eindruck von Lava-, sondern von Gasquellen.

„Interessant war mir, daß auch diesmal mein Begleiter (ein anderer als beim letzten Male) seine Verwunderung über die große Höhe und den riesigen Umfang des Berges äußerte; auch er war seit Jahren nicht mehr dort gewesen. Da ich diesmal einen etwas anderen Weg zum Krater einschlug, fand ich einen mir noch unbekanntem kleinen Nebenkrater (ONO), vermutlich ein früheres Luftloch des Lavatunnels. Die ganze nähere Um-

gebung und eine große Strecke bergab war mit einer außerordentlich dünnen (wenige Millimeter bis Zentimeter) Glasur relativ frischer Lava überzogen, ebenso das Innere, an dessen Grunde sich nur noch eine kleine Öffnung befand. Das Entstehen dieser Glasur ist wohl zweifellos darauf zurückzuführen, daß nach einer vorübergehenden Verstopfung des Abflusses die im Krater angesammelte Lava plötzlich mit großer Gewalt in den Kanal stürzte, wobei ein Teil durch die damals bereits vorhandene Öffnung hinausgeschleudert wurde. Der ganze Vorgang kann nur Sekunden gedauert haben. Weniger erklärlich scheint mir eine andere Form von Nebenkratern. Ein sehr großer dieser Art befindet sich zwischen dem letzten jetzt noch tätigen Luftloch des Tunnels und dem Krater (beiläufig bemerkt, fast eine Stunde Weg). Hier ist der steil abfallende Rand von einem wie von Menschenhänden aus großen, scharfkantigen Blöcken errichteten Ringwall umgeben. Die Blöcke liegen hart am Rande des Kessels, keine Spur von flüssiger Lava ist gleichzeitig ausgetreten. Es bleibt also nur übrig, die Erscheinung als Wirkung eines Gasdruckes zu erklären, aber es ist mir rätselhaft, wie es kommt, daß die Blöcke sämtlich genau am Rande liegen geblieben sind.

„Bemerkenswert ist noch, daß der Ausfluß der Lava ins Meer, wie ich von Augenzeugen, die die Stelle im Boot passierten, weiß, am 21. Juli stockte, und daß derselbe am 24. noch nicht wieder begonnen hatte: ein Offizier und der Arzt eines englischen Kriegsschiffes versicherten mir, daß am Lavafeld keine Spur von Ausfluß oder auch nur Dampf zu sehen sei. . . .

„Die Rauchentwicklung des Kraters war am Tage vor der Besteigung sehr schwach, doch wurde ich, da ich, um zur Schutzhütte zu gelangen, genötigt war, unterm Winde am Krater vorbei zu gehen, durch Schwefeldämpfe sehr belästigt. In der Nacht konnte man in regelmäßigen Zwischenräumen neben dem stets vorhandenen leichten Rauch ein heftiges Ausstoßen von Dämpfen beobachten. Am Tage des Aufstiegs kam aus dem Krater kein Rauch, dagegen stieg aus einer Spalte ein leichtes Wölkchen auf.

„Einbrüche der Kraterwände fanden, während ich dort war, nicht statt, ebensowenig waren irgendwelche Geräusche zu hören.

„Im Südosten des Kraterfußes befand sich früher eine 1906—1907 entstandene gewaltige, blasenartige Auftreibung des Lavaplateaus. Jetzt ist dort ein wüstes Trümmerfeld, durchzogen von tiefen und breiten Spalten, die überall ausgedehnte Hohlräume erkennen lassen. Abgesehen von der Decke des Lavatunnels war das Plateau nirgends mehr heiß, und nirgends zeigten sich Dämpfe. Alle obigen Angaben beziehen sich immer auf die Süd- und Ostseite, da ich auch diesmal leider keine Umgehung des Kraters ausführen konnte.“

Kurz nach Dr. Grevel, vom 25.—27. Juli, besuchte Pater Menel wieder den Vulkan. Er schreibt: „Wir stellten die fortschreitende, sehr ausgesprochene Schwäche der Lavaflut fest, eine Schwäche, die der Agonie nahe ist! Der Matavanú ist paralysiert! — Die Quelle im Südosten ist versteckt durch die Abbröckelung des Berges; abgesehen von vorübergehendem Wiederaufleben scheint sie jetzt durch die Wirbelfontäne im Ostnordosten ersetzt, auf die schon früher hingewiesen worden war.¹⁾ Es gibt noch mehrere andere, aber selten tätige und unbedeutende, vorübergehende Wirbel. Nur diese Fontäne in der Mitte der Ostseite wirbelt beständig, mit Crescendo und Decrescendo, wie eine Lampe, die am Erlöschen ist und dann wieder aufflackert. Sie gibt der Lavaflut die gegenwärtige Bewegung, man möchte sagen, vielfältige Radii vektore, ausgehend von einem gemeinsamen Mittelpunkt, um sich in Fächerform von Osten nach Westen hin auszubreiten, und entgegenarbeitend dem früheren Strom (von Süden nach Norden). Daher zweifellos die Erhebungen und Verschweißungen, die ich schon im April bemerkt hatte. In der Nacht war der Widerschein sehr schwach; um den Berg zu umwandern, wird es bald nötig, Laternen zu benutzen. Welch ein Unterschied gegenüber dem Anfang vor sechs Jahren! Damals erhellte das Licht des Vulkans die Gegend bis ans Meer, auf vier bis fünf Stunden Entfernung. — An der Südseite ist auf dem Grund im Innern eine beträchtliche Vertiefung vorhanden, die jedoch nicht hindert, daß das Massiv noch recht solid auf seinen Grundlagen erscheint. In der Tat konnten wir ohne Gefahr noch Unklugheit recht lange auf dem Südostzipfel, oberhalb der Quelle, manövrieren. Es handelte sich darum, die Tiefe des Vulkans an dieser Stelle zu messen. Es war nicht leicht angesichts dazwischen befindlicher Vorsprünge und der intensiven Luftbewegung im Krater . . . Nach zwei unglücklichen Versuchen gelang der dritte vollständig. Ein runder, schwerer Stein wurde fest mit der Schnur verbunden; ich ließ die Schnur lebhaft gleiten wie über eine Rolle, am Ende einer langen Stange, die über das Innere des Kraters vorgeschoben worden war. Das Gewicht erreichte diesmal den Grund, nahe der Quelle selbst, ohne vorgängige Entzündung der Schnur. Das Problem war gelöst: 80 m Tiefe. — Eine neue Rutschung ist noch am Nordostausgang des Kraters erfolgt, wodurch der Kanal noch mehr verstopft wurde. Übrigens ist der einzige gegenwärtige „Ausgang“, im Nordwesten, ausgefüllt, am Grund vereinheitlicht; die Flut verliert sich nicht mehr in einem Abgrund, sondern sie fließt hier im Niveau in den Tunnel.

„Auf dem Lavafeld, gegen Lealatlé, sieht man bei Nacht Feuerflächen

¹⁾ S. diese Ztschr. 1911, S. 178 (29. März 1910).

wie unbeweglich daliegen. Infolgedessen bildete sich ein hügeliges Gelände zwischen Malaeola und Manga, welches das Passieren der Reisenden etwas erschwert. Andererseits hat sich gegen Toapaipai eine riesige Lavafläche ergossen, dort alles eingeebnet und eine Reihe von Hügelchen verdeckt; dies erleichtert den ersten Teil der Reise, wenn man von Saleaula nach Lealatele geht.“

Als am Ende des Monats durch einen von jagenden Samoanern verursachten Waldbrand das Gerücht von einem starken Auffrischen der vulkanischen Tätigkeit entstanden war, bestieg am 31. Juli Herr Hellbauer, der Dr. Grevel am 22. Juli begleitet hatte, abermals den Krater. Dr. Grevel teilt mir über seine Beobachtungen mit: „Der Lavaspiegel war bedeutend gefallen. Der ziemlich flache, aus Sand und Geröll bestehende Strand lag wieder frei; doch bildete er nicht mehr die Ufer des Lava-Sees, dieser lag mehrere Meter tiefer; vom Strande an fielen die Wände des Kraters senkrecht ab und zeigten im Gegensatz zu dem übrigen Kraterinnern eine tiefschwarze Farbe (Lavaglasur?). Der See war durch eine Einschnürung in zwei ungleiche Teile geteilt. Er war bedeckt mit einer zusammenhängenden, schwarzen festen Kruste, die von glühenden Rändern eingefast war. Schollen waren nicht mehr vorhanden. An zwei (nicht mehr an drei!) Stellen zeigten sich von Zeit zu Zeit ganz kleine, sehr schwach wallende, glühende Tümpel, in deren Umgebung die Lava faltig zusammengeschoben wurde, die sich aber sehr bald wieder schlossen. Die Hauptmasse der Lava war ohne Bewegung, eine Strömung war nicht vorhanden, ebensowenig ein Ab- oder Zufluß.

„Feuerschein und Rauchentwicklung sind sehr schwach. Der Ausfluß in die See stockt seit Wochen. Trotzdem fällt die Lava im Krater. Da sie sich bereits jetzt erheblich tiefer befindet, als die Umgebung des Kraters, ist anzunehmen, daß sie in das Erdinnere zurücksinkt, vermutlich durch Kanäle, deren Mündungen durch die Feuertümpel bezeichnet wurden; ob diese Kanäle mit den ursprünglichen drei Ausbruchsstellen identisch sind, ist natürlich unmöglich zu entscheiden, doch kommt es mir unwahrscheinlich vor, daß diese sich nicht durch Wegschmelzen des zwischen ihnen liegenden Gesteins vereinigt haben sollten.“

In einem später geschriebenen Teil seines Berichts schreibt dann Dr. Grevel: „Am 15. August teilte mir Herr Postmeister Traub mit, daß der Vulkan so gut wie erloschen sei. Er habe im Krater nur einige glühende Risse in der festen, schwarzen Decke gesehen. Diese seien so unbedeutend gewesen, daß in der Nacht über dem Krater Dunkelheit herrschte. Als ich aber am 18. abends mit Herrn Traub nach Apia fuhr, lag wieder ein heller Feuerschein über dem Krater.“¹⁾ Das war aber auch

¹⁾ Am 19. August besuchten einige Touristen den Krater. Die Samoanische Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin. 1912. Nr. 6.

das letzte Mal; als ich am 31. August zurückkehrte, war alles dunkel, auch Rauch entstieg dem eigentlichen Krater nicht mehr, wohl aber, wenn auch in ganz geringer Menge, einem benachbarten Loche.

„Am 1. September besuchte ein Herr Ausfeld den Krater. Er teilte mir am folgenden Tage mit, daß sich im Grunde des Kraters zwei erstarrte Lava-Seen befänden, die durch einen schmalen Kanal verbunden seien. Es wäre nirgends die kleinste glühende Stelle sichtbar gewesen, ebensowenig sei dem Krater Rauch entstiegen. . . .

„Von Samoanern erfuhr ich, daß der englische Missionar Niel in der ersten Hälfte des September in den Krater herabgestiegen sei und dort eine halbe Stunde verweilt habe. Er habe eingehend die Zufluß- und Abflußöffnungen untersucht und habe geäußert, daß weitere Lava nicht mehr zu erwarten sei, dagegen hielte er es für wahrscheinlich, daß große Schlammeruptionen in Aussicht ständen. . . . Ich habe diese Angaben lediglich aus dem Munde von Samoanern und kann keinerlei Verantwortung dafür übernehmen.“

„Am 4. November (also nach dem in dieser Zeitschrift 1911, S. 701 ff. beschriebenen Ausflug des Paters Mennel) wurde der Krater von einem Herrn Schramm besucht. Er berichtete über noch nicht erstarrte Stellen der Lava im Krater, wo sich von Zeit zu Zeit glühende Blasen bildeten, auch wurden zeitweise ziemlich bedeutende Rauchmassen ausgestoßen.

„Am 19. November“, berichtet dann Dr. Grevel weiter, „besuchte ich selbst den Krater. Zuerst stiegen wir von der Ostseite auf. Der östliche Teil gehört eigentlich nicht mehr zu dem ursprünglichen Krater, da er erst später durch Einsturz eines Stückes des Lavatunnels entstanden ist. Dementsprechend ist die Tiefe hier gering und beträgt etwa 50 m. Der Abstieg in das Innere scheint sehr leicht zu sein, wurde aber nicht versucht, da wir kein Seil hatten.

„Später machten wir einen Aufstieg im Süden. Von beiden Punkten aus war von dem Lava-See nichts mehr zu sehen, ebensowenig von einem senkrechten Abfall der letzten 20 m. Der ganze Boden des Kraters war mit Geröll bedeckt, wenigstens soweit wir sehen konnten. Der östliche Teil¹⁾ hat immer noch eine Tiefe von gegen 100 m. In der äußersten Ostecke ziemlich starke Rauchentwicklung. Im ganzen östlichen Drittel ging fast beständig ein Hagel von Geröll nieder. Sehr bedeutende Abstürze des Südrandes stehen bevor.

sche Zeitung 1911, No. 34 berichtete aber nur kurz: (Der Vulkan) „hat seit einiger Zeit seine Tätigkeit eingeschränkt und bietet nicht mehr den großartigen Anblick wie bis vor kurzem“.

¹⁾ Offenbar der Südseite der Umwallung. Sapper.

„Etwa in $\frac{4}{9}$ der Höhe des heutigen Berges glaube ich in einer deutlich sichtbaren Marke das frühere Niveau des Lavafeldes zu erkennen. Da gerade von der Südseite des Kraters zahllose photographische Aufnahmen existieren (es befindet sich dort wenige Minuten vom Fuß des Kraters die einzige Wasserstelle und daher auch der Lagerplatz sämtlicher Besucher), wenigstens von Mitte 1906 ab, würde es nicht schwer sein, etwa tatsächlich stattgehabte Veränderungen mit Sicherheit nachzuweisen.

„Etwa 4 km Ostnordost vom Krater steigt Dampf aus dem Kanal; der Boden ist dort auf eine Strecke von ca. 50 m sehr heiß und mit gelben Ausblühungen bedeckt. Ich trat dort dicht an einen senkrecht in den Lavatunnel herabgehenden Schacht, dessen unterer Teil teilweise eingestürzt war. In der hier ganz ungewöhnlich starken Lavadecke zeigte sich die Öffnung eines ca. 1 m im Durchmesser haltenden Kanals, aus dem in relativ sehr später Zeit ganz dünnflüssige Lava in sehr geringer Menge ausgeflossen war. Sie hatte den Boden des Kanals und einen Teil der Schachtwandung glasiert und sowohl an letzterer wie auf den am Boden liegenden Trümmern dünne Zapfen gebildet.

„Bemerken möchte ich noch, daß sich am Rande des Lavastroms, wenige Minuten oberhalb der Stelle, wo der Weg aus dem Busch tritt, ein unzweifelhafter Beweis findet, daß auch der untere Teil des Lavafeldes sich beträchtlich gesenkt hat. Dort fielen die Wände des früheren Tales senkrecht ab, und als daher, nach dem Abfließen der flüssig gebliebenen Lava, der schweren festen Decke die Unterstützung von unten fehlte, brach die äußerste auf dem alten Boden liegende Kante ab. Sie klebt noch jetzt auf dem früheren Waldboden, sich ganz unverkennbar, wie die Reste einer schwarzen Mauer, von ihm abhebend. Das Lavafeld liegt ca. 5 m tiefer.

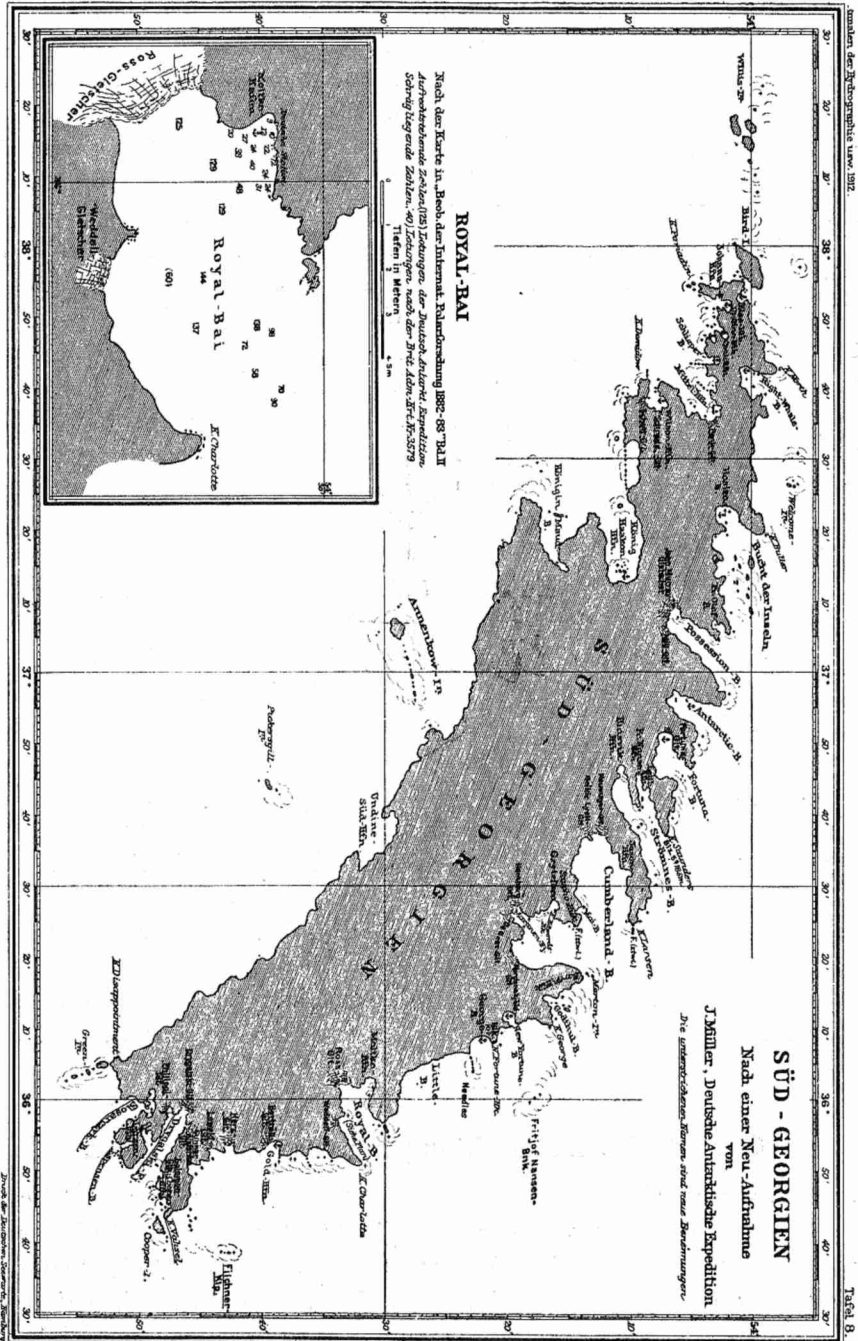
„Leider ist es mir nicht möglich gewesen, bisher das Innere des Kraters zu besichtigen, noch auch eine gründliche Umgehung des Kraters auszuführen. Vom Norden kann ich nur sagen, daß dort an mehreren Stellen Rauch aufsteigt und zwar gewöhnlich mehr als aus dem Krater selbst.“ —

Geologische Beobachtungen über Süd-Georgien.

Von Dr. Fritz Heim, Geologen der Deutschen Antarktischen Expedition¹⁾.

Unsere Kenntnis von der Geologie Süd-Georgiens verdanken wir den Arbeiten der deutschen Überwinterungsstation 1882/1883 und der schwedischen Südpolar-Expedition 1902. Die Sammlungen beider sind an

¹⁾ Das Manuskript der Arbeit wurde mir zusammen mit einigen Belegstücken von Herrn Dr. Heim zur Drucklegung übersendet. W. Salomon (Heidelberg).



Abbild. 25 1)

1) Das Cliché ist eine Wiedergabe von J. Müllers Karte in den Annal. d. Hydr. u. Marit. Met. 1912, Taf. 8. Für die freundliche Gestaltung der Reproduktion sei hiermit der Schriftleitung der Annalen verbindlichst gedankt. D. R.

drei verschiedenen Stellen der Nordküste der Insel zusammengebracht die der Deutschen aus der Royal-Bay, die der Schweden ebenfalls von dort, außerdem aber noch von dem Cumberland-Fjord und der Possession-Bay.

In der Royal-Bay finden sich mit N W-S E Streichen und südlichem Fallen kristalline Gesteine, hauptsächlich phyllitische Schiefer und Tuffe (?) unbekanntes Alters. Die schön gefalteten Gesteine der weiter nordwestlich gelegenen Cumberland-Bay sind ebenfalls Schiefer und Tuffe, in welcher letzteren Gunnar Andersson den Abdruck einer Muschel fand (*Posidonomya*), die den Schichten ein jungpaläozoisches oder altmesozoisches Alter zuweist.

Nach unseren Beobachtungen scheint die ganze Nordostküste Süd-Georgiens mit Ausnahme der Royal-Bay und eines Teils der Cumberland-Bay nur aus wechsellagernden, schwarzgrauen bis blaugrauen Schiefern und grünlichen Tuffen aufgebaut zu sein. Im nordwestlichen Teil der Possession-Bay, im Prinz Olaf-Hafen, fand Herr Dr. König ein schlecht erhaltenes Bruchstück eines Ammoniten, den ich seiner Form und der noch erkennbaren Berippung nach für mesozoisch halte. Sollte meine Annahme sich bestätigen, so hätten wir daher das Alter jener ziemlich weit östlich der Cumberland-Bay gelegenen Schiefer und Tuffe ebenfalls als mesozoisch anzusehen¹⁾.

Die Gesteine der Royal-Bay machen einen ganz anderen Eindruck als alle sonst von mir auf der Nordküste gesehenen Gesteine, auch als die in Buchten östlich von der Royal-Bay gesammelten. Leider konnten wir nirgends mehr auch nur die Spur einer Versteinerung entdecken.

Ein klares, tektonisches Bild der Insel können wir uns nach den relativ spärlichen Beobachtungen auch jetzt noch nicht machen. Jedenfalls aber

¹⁾ Bei der schlechten Erhaltung des Fossils, bei dem man aber immerhin starke transversale Berippung mit Knotenbildung und einen kiellosen Externteil feststellen kann, wagte ich ebenfalls keine sichere Bestimmung, bat aber auch Herrn Prof. Pompeckj in Göttingen um eine genauere Untersuchung. Dieser schrieb mir wörtlich das Folgende: „Exakte Bestimmung ist ausgeschlossen. Ich würde das Ding für einen *Acanthoceratiden* halten, das scheint mir das möglichste. An dem einen Ende sind undeutliche Lobenreste zu sehen. Man könnte danach die Teilung eines Externsattels à la *Acanthoceras* annehmen und auch entsprechende weitere Sattelbildung. Soviel ich mir auch den Kopf zerbreche, ich kann nichts Sicheres sagen. Ich vermute aber eben *Acanthoceratide* und Kreide.“ Das Gestein, in dem der Ammonit liegt, ist ein sehr dichter, harter, bei 70 facher Vergrößerung nur zum kleinsten Teile auflösbarer Schiefer, der zahlreiche äußerst kleine Mineralsplittchen von eckiger Form erkennen läßt. Eine genauere Beschreibung dieses und der anderen Gesteine sowie die genaue Untersuchung und Abbildung des Ammoniten wird Herr Dr. Heim nach seiner Rückkehr liefern.

ist Süd-Georgien ein Faltengebirge. Das allgemeine Streichen der Falten dürfte wohl mit der Streichrichtung der Insel zusammenfallen, also N W-S E sein. Die Falten sind nach Nord übergelegt, die Schichtkomplexe, in denen Faltungen nicht zu erkennen waren, fallen meist südlich. Die Erwartung, an der Südküste der Insel vielleicht andere jüngere Gesteine anzutreffen, erfüllte sich nicht. Auch hier zeigt sich die gleiche Einförmigkeit mit einander wechsellagernder Tuffe und Schiefer, die alle an den von uns besuchten Stellen eine unverkennbare Ähnlichkeit mit jenen des Olaf-Hafens haben. Allerdings konnten wir an der Südküste östlich vom Haakon-Hafen keine Landung mehr ausführen, und es könnten gerade hier, wo sich das Gebirge zu den höchsten wilden Erhebungen auftürmt, bei andauerndem südlichem Einfallen wohl noch jüngere Gesteinskomplexe vorhanden sein.

Nur einmal an der Südküste fanden sich abweichende Gesteine in einem Bachbette des Northharbours. Ein grobkörniger, rötlicher Granit, ein größerer Block roten quarzitischen Sandsteins und ein roter toniger Sandstein lagen hier dicht beieinander. So sehr verlockend die Annahme ist, daß diese Stücke aus dem Innern herausgeschafft worden seien, muß doch hervorgehoben werden, daß diese drei Stücke dicht bei einander im Strandbereich lagen und weiterhin auch ähnliche nicht gefunden wurden.

Von besonderem Interesse ist die Entdeckung altvulkanischer Gesteine am Südostzipfel der Insel. Von der Novisilski-Bucht um die Südspitze herum bis zum Drygalski-Fjord ragt das Gebirge massiger, unmittelbarer, finsterer als anderswo aus dem Meere zu schroffen Höhen auf. Basische Felsmassen bedingen die plötzliche landschaftliche Änderung. Hoch oben liegen mächtige, hellere Gesteinskomplexe mit den dunkleren in Wechselagerung, vielleicht gibt die eine oder andere Probe aus dem Moränenmaterial Aufschluß über die Natur auch jener Gesteine. Am Strande des Larsen-Fjords (Larsen-Hafens) fanden sich außerdem vereinzelt Gerölle grobkristallinischen Gesteins von dioritischem Habitus und am Slosarczyk-Fjord bis hoch hinauf überall in den Moränen zahlreiche Blöcke von sauren Gesteinen von granitischem Typus. Könnte man bei ersteren noch an Verfrachtung durch gestrandete Eisberge denken, so ist es bei letzteren außer Zweifel, daß sie aus dem Hinterlande jener Fjorde durch die Gletscher herausgeschafft worden sind. Unsere Zeit erlaubte hier so wenig wie anderwärts auf der Insel ein Vordringen ins Innere; für alpin geschulte, wohl ausgerüstete und über die nötige Zeit verfügende Forscher wäre es durchaus nicht ausgeschlossen.

In welcher Weise und wo diese Gesteine und die Schiefer aneinander grenzen, konnte nicht festgestellt werden. An der Südküste scheint der Gesteinswechsel ziemlich genau an der Novisilski-Bucht einzutreten. An der Südostküste ist der Drygalski-Fjord sicher von alteruptiven Massen

umgeben, wohingegen in der Cooper-Bay bereits quarzitischer Schiefer und Tuffe anstehen mit WNW-ESE Streichen bei bald südlichem bald nördlichem Fallen. Es ist wahrscheinlich, daß nach einer dem genannten Streichen entsprechenden Richtung die geologische Grenzlinie zu ziehen ist.

Von verschiedenen Seiten wurde darauf hingewiesen, daß bis jetzt die Gesteinsfunde von Süd-Georgien nicht genügten, um die Zugehörigkeit Süd-Georgiens zum Faltengebirge der Anden und Antarkt-Anden zu beweisen. Auch jetzt wäre es noch gewagt auf die makroskopischen Befunde und die flüchtigen Bestimmungen hin zustimmende Ansichten zu äußern. Doch ist das Vorkommen gefalteter, mesozoischer schwarzer Schiefer, Tuffe und basischer Eruptivgesteine¹⁾ und (wahrscheinlich auch) dazugehöriger Tiefengesteine in Süd-Georgien und Graham-Land, dem geologischen „Spiegelbild“ der patagonischen Cordilleren, auffallend. Die definitive Untersuchung dürfte wohl entscheidende Beiträge zu dieser interessanten Frage des Reiter Arctowski-Bogens liefern. Diesen Ausführungen, die nur den Wert eines vorläufigen Berichtes haben, seien Bemerkungen über einige andere Beobachtungen beigelegt.

In einigen Seemeilen von der Nord- und Südküste konnte eine Art schwellenartiger Erhebung auf dem Schelfe gelotet werden, die an der Nordküste einen parallelen Verlauf mit letzterer zu nehmen scheint. Ob es sich — was ich nicht glaube — um dem allgemeinen Streichen parallele Gebirgszüge handelt, oder ob, worauf Dr. Barlow hinwies, wir Teile eines Gürtels von Endmoränen einer früheren Vergletscherung vor uns haben, könnten nur weitere Lotungen und Versuche, mit Zangen oder Dredschen Proben zu erlangen, entscheiden. Die Schwierigkeiten, die mit einer solchen Vorstellung verbunden sind, ließen sich durch die Annahme überwinden, daß ein Vorland um Süd-Georgien ziemlich weit ins Meer hinaus gereicht habe. Dafür spricht außer dem Vorhandensein eines flachen Schelfes an manchen Stellen, wo sich heute noch weit hinaus eine Vorlandvereisung halten könnte, das Vorkommen mancher Inselchen und Riffe und das vielfache Auftreten eines etwa 50—80 m hohen Vorlandes an allen den Stellen, wo keine Fjorde sind. Bei Royal-Bay wurde 1882/83 diesem Vorland der Name Hochplateau gegeben. Gegen das Meer bricht es überall so steil und schroff ab, seine Aufarbeitung durch die Brandung ist durch stehengebliebene Reste (Riffe, Needles, Inseln) so deutlich, daß eine frühere beträchtlichere Ausdehnung gut angenommen werden kann.

¹⁾ Unter den bisher von dem Verfasser übersandten Gesteinsproben befinden sich ein Biotit-führender Aplit aus der Moräne des Drygalski-Fjordes, ein Tuff von Huisvik sowie eine große Anzahl wahrscheinlich auch an der Südostseite der Insel gesammelter Proben von diabas- und melaphyrartigen Gesteinen, ein sehr dichter Schiefer und eigentümliche Quarz-Epidotgesteine. W. Salomon.

Daß dieses Hochplateau früher einmal vom Eis eingenommen war, ja, daß die ganze Insel vollkommen vom Eise bedeckt gewesen sein muß, beweisen überall Moränen jeder Art, Gletscherschliffe, Kare, Seen, Berg- und Talformen. Neigt das Schiefergestein auch bei den Temperatur- und Witterungsverhältnissen zu starker mechanischer Aufarbeitung, so sind alle Züge einer glazialen Landschaft doch überall prachtvoll deutlich. Am schönsten wohl zeigen sie sich in dem Gebiet der alten Eruptivmassen an der Südostspitze. Das Gestein ist hier nach Lagerungsform und Charakter viel widerstandsfähiger als sonst auf der Insel; und alle Formen glazialer Bearbeitung sind hier vollständig rein erhalten, insbesondere sind die steilen Wände der Fjorde wie poliert. Bereits G. A n d e r s s o n hat auf die Großartigkeit der glazialen Erscheinungen hingewiesen und zwei größere Stadien der Vergletscherung, welche Eiszeiten entsprechen, erkannt. Die erstere arbeitete die Fjorde aus, die zweite lieferte Endmoränen, deren typischste in der Cumberland-Bay den Moränen-Fjord absperrt. Wahrscheinlich gehören letzterem Stadium auch die Moränen vieler der unmittelbar über dem Meer liegenden, jetzt gletscherfreien Zirkustäler an.

Zur Fjordfrage dürfte Süd-Georgien bei eingehendem Studium hübsche Beiträge liefern. Bei den verschiedenen Tiefen, die 250 m kaum übersteigen, scheint mir für die Entstehung der Fjorde die Annahme einer Versenkung unter das Meer durchaus nicht notwendig. Die gewaltigen Gletscher, die an jenen Stellen von allen Hängen, Karen und Tälern zusammenkamen, ihre Massen und Kräfte hier konzentrierten, mögen wohl ausgereicht haben, selbst bei demselben Meeresniveau wie heute Fjorde zu schaffen.

Die heutige Vergletscherung Süd-Georgiens ist ganz gewaltig; und bis heute ist wegen der Unwirtlichkeit der Insel noch kein Mensch in die höheren Teile der Sammelgebiete vorgedrungen. Wir dürfen wohl annehmen, daß die Vergletscherung nicht überall dem reinen alpinen Typus entspricht. In den höchsten Massiven der Cumberland-Bay sieht man kaum eine Spur anstehenden Gesteins. Vom Haakon-Fjord aber ostwärts an der Südküste entlang, um die Südspitze herum bis zum Drygalski-Fjord strömt Gletscher um Gletscher zum Meer, ist kein noch so kleines Kar, keine Nische, die nicht ihr Gletscherchen trüge. Doch findet nirgends eine Vereinigung der Gletscher außerhalb der Täler zu einer großen Gletschermasse statt, allerdings vielleicht nur deshalb, weil sie überall gleich zum Meere abbrechen. *und es ist die in dem Fjord*

Der Roß-Gletscher in den Royal-Bay wurde nachgemessen und zwei Gletscher an der Südküste (Wilson-Hafen) von Dr. B a r k o w photographisch festgelegt.

Im Gehängeschutt wie in den Moränen konnten vielfach hübsche Fließerscheinungen verschiedener Größenordnung über dem gefrorenen Untergrund beobachtet werden, während Polygonböden nicht gesehen wurden.

*0.1.1
Fjord
auf dem
Hängen
von
Cumberland-Bay
südlich
von
Haakon-Fjord*

Nachrichten von der deutschen Neuguinea-Expedition.

II.

Von Dr. Walter Behrmann sind aus dem Hauptlager bei Malu weitere briefliche, vom 24. April datierte Nachrichten an Geheimrat Penck eingetroffen, denen wir das folgende entnehmen.

„Unserer Expedition kam es bislang sehr zustatten, daß sie mit Hilfe des Hochwassers so weit stromaufwärts kam. Hier am Hauptlager oberhalb Malu, wo wir mitten im Hunstein-Gebirge sitzen, hatte schon jeder der Teilnehmer reiche Arbeitstätigkeit, worüber wir sehr erfreut sein konnten. Denn unterhalb hätten wir auf dem Flußdamm gesessen, an der einen Seite der Fluß, an der anderen die weite überschwemmte Ebene. Hier dagegen sitzen wir auf einem Bergrücken und jeder Schritt höher bringt lehrreiche Aussichten.

So habe ich denn die Aufnahme des Gebirges rund um unser Lager etwa 20—30 km nach allen Seiten vollendet, soweit man überhaupt von vollenden reden darf. Ich habe mit Peiltisch und Routenbuch gearbeitet und den Maßstab 1 : 100 000 zugrunde gelegt. Photogrammetrische und ganz vereinzelt stereophotogrammetrische Aufnahmen können später zur Revision der Karte dienen. Die Bergspitzen sind alle trigonometrisch eingeschritten, die Höhen, die ich besuchte, durch Siedethermometer festgelegt. Nur eine gute Basis konnte ich bislang nicht gewinnen, ich muß die Aufgabe nachholen, wenn der Sepik noch mehr wie bis jetzt gefallen ist. Alle Nebenflüsse in der näheren Umgebung wurden befahren. Und der Erfolg war für die Gebirgsaufnahme ein günstiger, für die Flußaufnahme dagegen weniger gut. Alle Seitenbäche und Flüsse im Durchbruchgebiet verlaufen sich bald im Sumpf. Hier verbietet Schilf ein Vordringen mit Booten, viele offene Stellen aber ein Vordringen zu Fuß.

Für die Gebirgsaufnahme war besonders wertvoll ein mehrtägiger Vorstoß nach N, und ein Vorstoß nach SE auf den „Zuckerhut“. Von letzterem Berg aus hatte man eine umfassende Aussicht auf die ganze Sepik-Ebene, das Nord-Gebirge und das Zentral-Gebirge.

Das Hunstein-Gebirge ist nicht ein selbständiges Gebirge, wie es die Karten darstellen. Es sind langgezogene Schieferrücken, im N. Tonschiefer, die im S. von (wohl liegenden) Glimmerschiefeln abgelöst werden. Die seilgestellten Schiefer haben bei ost-westlichem Streichen ebensolche Rücken ausgebildet. Diese kulminieren in altvulkanischem Gestein, (Andenit (?), Diorit (?), Granitporphyr, letzterer auf dem Zuckerhut), das durch seine Härte

herauspräpariert wurde und so den Schieferrücken als Rückgrat dient. Besonders wo das altvulkanische Gestein sich häuft, verlaufen die Bergrücken unregelmäßiger und sind in der Längserstreckung kürzer. Das Gebirge löst sich weiter nach N. in selbständigere Rücken auf, die mehr auseinander treten. Das so charakterisierte Gebirge erreicht Höhen von 600 m; die einzelnen Züge sind steil und gratförmig. In dieses Gebirge schüttete der Sepik, der heute nicht die weite Ebene im Norden, sondern eine Ebene von etwa 6 km Breite zwischen den Rücken zum Lauf sich ausgesucht hat, seine Aluvionen. Auf einem vornehmlich aus Vegetation bestehenden Damm fließend, hat er seitlich viele Überschwemmungsseen, ungefähr 3 m tiefe, mit Gras bewachsene, darunter aber von Wasser eingenommene Überschwemmungsflächen und endlich Altwasser. Im SE, an einem Talausgang, wurde ein 5—6 m tiefer größerer See gefunden, rings von Schilf umwachsen, das nur an zwei Stellen ein Herankommen an das Bergufer erlaubt. Hier wurde der Vorstoß zum Zuckerhut angesetzt.

Weiter im S. konnte das höhere Gebirge noch nicht bestiegen werden, ich kann hier also nur nach den Aussichten auf das Gebirge urteilen. Das Gebirgsstreichen ist E-W. Der höchste nähere Gipfel, ein schöner, breiter Bergrücken mit kleiner aufgesetzter Spitze, der unsere Aussicht verschönt, wenn er entschleiert ist, liegt etwa 40—50 km im SW; es ist die über 1000 m hohe „Hunsteinspitze“. Ein Charakteristikum aller Bergformen der höheren südlichen Ketten ist die Erscheinung, daß den abgerundeten Formen in den höheren Partien steilere Erhebungen aufgesetzt sind; diese durchgehende Formverschiedenheit kann auch hier auf Gesteinswechsel beruhen, vielleicht auf einem ähnlichen Durchdringen von altvulkanischen Gesteinen und Schiefen, wie in den besuchten Partien.

Im Westen ist der Einblick in das Hinterland durch die hohe Kette der Hunsteinspitze verwehrt. Im Osten sahen wir vom Zuckerhut aus (genau südlich von Tschesbandai, etwa am i von Sergei, im Großen Kolonialatlas) weit nach Süden, Osten und Norden. Im Süden wurde der Horizont von etwa 2000 m hohen, sehr steilen Bergen begrenzt, die einmal aus dem Dunst in voller Pracht heraustraten; davor lagen nur niedrige Ketten. Das am Hunstein-Gebirge scharf sich dem Sepik nähernde, in Ketten sich auflösende Gebirge hört hier auf, die Ketten verschwinden und setzen sich nur in Hügelreihen von höchstens 200 m Höhe fort. Zwischen diese erstreckt sich eine ebensolche bewaldete Sumpfebene mit Dammflächen und mit seitlichen Überschwemmungsflächen, wie am Sepik, ja sie geht ohne Grenze in diese über. Es setzt sich also die weite Sumpfebene am Sepik, aus der nur wenige scharfe altvulkanische Gipfel (südlich Tschesbandai bis Kororan) herausragen, um diese Gipfel (teilweise als Wasserfläche) fort und dringt in die im Osten am 143.° östl. Länge von Gr. endenden