

1907

Einige Ergebnisse  
einer Reise in  
Süd-Island  
im Sommer

1906

VON DR HELGI PIETURSSON

Ur: Sonderabdruck aus der Zeitschrift der  
Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1907

## Einige Ergebnisse einer Reise in Süd-Island im Sommer 1906.

Von Dr. Helgi Pjetursson in Reykjavik.

### Einleitung.

Süd-Island ist in vieler Hinsicht für den Geologen und Geographen von grossem Interesse. Es birgt gewaltige Gletscher und ausgedehnte fluvioglaziale, auch unter Mitwirkung der Vulkane entstandene Wüsten. Und schwerlich würde man Landschaften nennen können, welche geeigneter sind, den Blick für das Eigentümliche der glazialen Bodengestaltung zu schärfen, als die ja erst vor kurzem vom Eise verlassene Umgegend der kleinen Inlandeise des Südlandes. Was dagegen das älteste Pleistocän Islands betrifft, so sind andere Teile des Landes lehrreicher als das Südland, wo grosse Strecken von Gletschern und rezenten Bildungen bedeckt werden; auch gehört der mittlere Teil Süd-Islands zu den jüngsten Teilen des isländischen Gebirges und reicht nicht ins ältere Pleistocän zurück.

Erleichtert wird das Studium eines Teils der bereisten Gegenden durch die neuerdings erschienenen prachtvollen Blätter der Karte der Topographischen Abteilung des Dänischen Generalstabes<sup>1)</sup>.

Die von Reykjavik nach den Ostfjorden unternommene Reise des Verfassers wurde auf Kosten der Isländischen Landeskasse ausgeführt. Die Witterung des Sommers 1906 war in Süd-Island sehr ungünstig; beharrliche dichte Nebel waren namentlich morphologischen Beobachtungen überaus hinderlich.

Im Folgenden erlaube ich mir einige Beobachtungen von dieser Reise, und zwar namentlich über solche Verhältnisse, die von früheren Reisenden wenig oder nicht beachtet worden sind, mitzuteilen; zum Schluss sind noch einige Beobachtungen aus Südwest-Island über das wahrscheinlich älteste Pleistocän der Insel hinzugefügt.

<sup>1)</sup> Ich benutze die Gelegenheit, hier dem Chef der Topographischen Abteilung, Herrn Oberst Momberg, für die Förderung meiner Arbeit durch Zusendung von Karten meinen besten Dank auszusprechen.

### 1. Schichtenstörungen durch Gletscherschub.

Der zackige, spitzgipfelige, sich über das Flachland etwa 250 m erhebende Höhenzug westlich des Skóga-Sandur, unter dem die Gehöfte Skardshlid und Drangshlid liegen, zieht durch seine eigentümlichen Formen die Aufmerksamkeit jedes Reisenden auf sich. Bei näherem Zusehen findet man, daß etwas wie eine Miniaturausgabe eines steilgipfeligen Faltungsgebirges vorliegt.

Der Höhenzug ist aus einem braungrauen, wohlgeschichteten Sandstein, bzw. Konglomerat aufgebaut; die Schichten sind sehr gestört und zeigen zum Teil die schönsten Verbiegungen. Das Gestein ist keine rein vulkanische Bildung, die kleinen Basaltblöcke, welche die Schichtung besonders hervorheben, sind deutlich vom Wasser abgenutzt; zu Sand verkleinertes Schlackenmaterial kommt wohl vor, größere Schlacken aber fehlen. Aber auch die Lagerung zeigt, daß hier nicht Ruinen von Tuffkegeln vorliegen. Auf den Schichtenköpfen des Sandsteins liegt häufig ein grobes Konglomerat, wo in sandig-grandigem Bindemittel Blöcke verschiedener Basalt-Varietäten mit bis kubikmetergroßen Bruchstücken des Sandsteines vorkommen. Letztere sind ganz überwiegend. Offenbar liegt hier eine Lokalmoräne des Sandsteins, mit etwas fremdem Material vermischt, vor.

Diese letzterwähnte Tatsache gibt einen Fingerzeig über die Natur der Ursache, welche die Schichten des Sandsteines — oder vielleicht richtiger: Tuffsandsteines — in so hohem Grade gestört hat: die Störungen sind wahrscheinlich auf Gletscherschub zurückzuführen. Man wird beim Anblick des ganzen Phänomens gewissermaßen an Möens Klint erinnert; auch ist hier wirklich in postglazialer Zeit ein Küstenkliff gewesen.

Meine Vermutungen über die Zeit und das Nähere des Vorganges der Schichtenstörung will ich vorläufig nicht aussprechen, da die ganze Gegend mir noch zu wenig bekannt ist. Inzwischen wollte ich doch die Aufmerksamkeit etwaiger Besucher Islands auf die erwähnten Tatsachen lenken; denn solche Schichtenstörungen sind in der Breccien-Formation wohl nicht so selten. Ich meine namentlich die echte vulkanische Breccien-Formation, welche hauptsächlich als Ruinen pleistocäner Vulkane auftritt, während der dem Areal nach bei weitem größere Teil dessen, was man Breccien- oder Palagonit-Formation genannt hat, aus Grundmoränen und anderen sedimentären Gebilden der älteren pleistocänen Zeit besteht<sup>1)</sup>. — Die Schichtenstellungen sind nun

<sup>1)</sup> Helgi Pjetursson: The glacial Palagonite Formation of Iceland. The Scottish Geograph. Magazine for May 1906. Ders.: Om Islands Geologi. Köben-

bei unzweifelhaften vulkanischen Tuffen und Breccien nicht selten anders, als man es bei einem Tuffkegel erwarten sollte; Verbiegungen und Unregelmäßigkeiten treten selbst dort auf, wo man aus erhaltenen Resten eisgeschliffener Lavaströme auf die Vulkannatur des Berges schliessen kann. Eine senkrechte Stellung vulkanischer Tuffschichten kann z. B. nicht ursprünglich sein.

Wahrscheinlich liegen in solchen Fällen in der Regel Schichtenstörungen durch Gletscherschub vor; ein wachsender Gletscher wurde wohl oft an einer Tuffauftragung gestaut.

Die in Frage stehenden Schichtenstörungen mögen wohl in einigem Grade dazu beigetragen haben, die scheinbar so naheliegende Einsicht in die wahre Natur der echten Breccien-Formation Islands zu verhindern. Hauptursache der Langlebigkeit jenes gewaltigen Mißverständnisses, welches den Namen Palagonit-Formation führt, ist eben ohne Zweifel das Zusammenwerfen von vulkanischen und glazialen Gebilden. Man wird daran erinnert, daß im Isländischen „verstehen“ so viel als „trennen“ (skilja) heisst.

## 2. Die Sandar. Gletscherlauf-Sedimente.

Die bedeutenden fluvioglazialen, zum Teil auch vulkanoglazialen Kieswüsten Süd-Islands wurden in gröfserer oder geringerer Ausdehnung von O. Torell, C. W. Pajkull, A. Helland, K. Keilhack, Th. Thoroddsen beschrieben und sind neuerdings auf der dänischen Generalstabkarte mustergültig dargestellt worden. Namentlich möchte man wohl die Karte des Skeidarár-Sandur mit Umgegend als eine ganz hervorragende Leistung bezeichnen.

Hier sollen nur noch einige Bemerkungen gemacht werden.

Skóga-Sandur und Sólheima-Sandur. Ich kann Thoroddsen nicht beipflichten, wenn er annimmt, daß die Sandar zu beiden Seiten des berühmten Fúlilaikur (Skóga- und Sólheima-Sandur) ausschließlich Gletscherläufen des Sólheima-Jökull ihre Entstehung verdanken<sup>1)</sup>. Dazu scheinen diese Sandar zu typisch grundmoränenähnlich, flachwellig, mit Wanderblöcken besät (unter diesen viele große Blöcke alter, harter, grauer Moräne, wahrscheinlich = die Breccienblöcke Thoroddsens). Sehr ähnliche Landschaften wie am Fúlilaikur sieht man in den Grundmoränen-Wüsten des inneren Islands.

Wahrscheinlich hat der Sólheima-Jökull sehr spät in „postglazialer“ havn 1905. (Auch in den Mitteilungen des Dänischen Geologischen Vereins aufgenommen.)

<sup>1)</sup> Th. Thoroddsen: Rejse i Vester-Skaptafells Syssel etc. 1803. Geograf. Tidsskr. 12, Köbenhavn 1894, S. 212.

Zeit (doch vor mehr als 1000 Jahren) den größten Teil der Sandar bedeckt. Es gibt auch andere Verhältnisse, welche die Annahme eines sehr bedeutenden Gletschervorstosses des Mýrdals-Jökull, einer postglazialen Eiszeit geradezu, beinahe unabweisbar machen. Wie wäre es sonst zu erklären, daß die Flanke des Mýrdals-Jökull-Hochlandes mit gletschererzeugten Formen, ohne irgendwelchen Steilrand zu bilden, in das Tiefland übergeht? Schlagend ist der Gegensatz zu dem durch die Brandung in postglazialer Zeit geschaffenen Steilrande des Eyjafjöll-Hochlandes, wo es eines weit größeren Gletscherzuwachses bedurft hätte, um die Bildung des Steilrandes zu verhindern.

Ein solcher postglazial geschaffener Steilrand ist überhaupt an vielen Stellen Süd-Islands ein charakteristischer Zug der Morphologie, und eben hier, auf den Strecken östlich des Sólheima-Jökull, hätte man ihn erwarten sollen, wenn Gletscher seine Bildung nicht verhindert hätten.

Für einen vor kurzem noch viel größeren Sólheima-Jökull zeugt auch das Trockental des Yztagil (auf der Generalstabskarte unrichtig als Kálfskógadalur bezeichnet).

Nach Aussage des Bauern von Sólheimar schmilzt der Sólheima-Jökull in diesen Jahren lebhaft ab; sein Ende hatte auch das charakteristisch schwindsüchtige Aussehen sich zurückziehender Gletscher.

Mýrdals-Sandur macht durch die großen Mengen von Lapilli und Schlacken, von denen er auf große Strecken bedeckt ist, einen von den anderen Sanden ziemlich verschiedenen Eindruck. In unterschrittenen Bänken des mit schwarzgrauen Wellen sich hinwäzenden Sandvatn sieht man sehr schön, wie bis  $1\frac{1}{2}$  m mächtige Schichten von Geröll mit Tuffsand wechsellagern; man wird da an gewisse Profile der „Palagonit-Formation“ erinnert. Südlich des Berges Hafursey, der in hohem Grade mit äolischen Sedimenten ummantelt ist, ragen zwei überaus zersprengte und sanderodierte Basaltklippen auf, die höhere etwa 7 m hoch.

Die durch die Ausbrüche des Katla-Vulkans verursachten Gletscherläufe sind die gewaltigsten, auch bestbekanntesten Katastrophen solcher Art auf Island. Beschreibungen sind von Th. Thoroddsen gesammelt und sehr lesbar dargestellt worden (z. B. a. a. O. S. 210--212).

Hier auf Mýrdals-Sandur hat man eine gute Gelegenheit, sich davon zu überzeugen, daß die Berichte über die Gletscherläufe übertrieben sein können, wie es auch bei Berichten über so gewaltige Naturereignisse zu erwarten war. Der Berg Hafursey hebt sich inselartig aus dem Sande empor, bis 582 m Höhe; er wird durch das sogenannte Klofjil bis 287 m Höhe eingesattelt, während der Sand im Norden da-

von einer Meereshöhe von 160-170 m hat. Bei dem großen Ausbruch des Katla 1755 sollen die Fluten des Gletscherlaufes so hoch angeschwollen sein, daß das Wasser durch das Klotgil überströmte<sup>1)</sup>. Ich muß hierbei ein großes Fragezeichen setzen, denn das Querprofil des Klotgil ist ganz typisch glazial gestaltet. Bei dem früher erwähnten großen Gletschervorstoß wurde das Klotgil wahrscheinlich von einem Gletscher durchströmt.

Skeidarár-Sandur. Die sogenannten Sandgígur auf dem Skeidarár-Sandur sind — wie Ch. Rabot schon auf Grund der Kartendarstellung gemutmaßt hat<sup>2)</sup> — Reste einer Endmoräne. Die Moräne ist teilweise konglomeriert, was bei ihrem jedenfalls geringen Alter auffällt. Die Höhe über den Sand ist etwa 8 m. Die häufigen und gewaltigen Gletscherläufe haben also doch diese Endmoräne nicht ganz weggefegt. An dem Skeidarár-Jökull hebt sich eine nach außen steil abfallende, 30-40 m hohe Endmoräne, auf welcher hier und da das prächtige *Epilobium latifolium* wächst.

Ich konnte leider zur Untersuchung des Skeidarár-Sandur weniger Zeit verwenden, als ich geplant hatte. Die Gletscherflüsse waren im „Wachsen“ begriffen und drohten unpassierbar zu werden. Die Skeidará, einer der wasserreichsten Ströme der Insel, kann überhaupt nur dank dem Umstande, an „gewählten“ Stellen durchritten werden, daß ihr Geschiebereichtum sie zu wiederholten Gabelungen zwingt. Wie schnell sich das Strombild verändert, konnte hier gut beobachtet werden. Der Fluß war am Morgen, nachdem wir ihn Tags vorher durchritten hatten, gänzlich unpassierbar. Die lehmgrauen Fluten eilten dahin in teilweise neuen Kanälen, während trotz der Wasserzunahme, infolge der Verlegungen, neue Kiesbänke emporgetaucht waren.

In geringer Entfernung von der Endmoräne des Skeidarár-Gletschers fand ich keine geschrammten Geschiebe, und solche scheinen auf dem Sande überhaupt selten zu sein; winderodierte Gerölle sind weit häufiger.

Im östlichen Teile des Skeidarár-Jökull zeigen zwei Einschnitte — wo die Oberfläche des Gletschers auch bedeutend steiler als sonst ansteigt, und vor welchen sich gewaltige Schotterkegel ausbreiten — die Stellen an, wo die Gletscherläufe 1892 und 1903 hervorbrachen. Wenn auch große Massen bis 20 m hoher Eisblöcke den Sand bedeckt haben sollen, so ist doch klar, daß nur ein verhältnismäßig geringer Teil des gewaltigen Gletschers bei diesen großen Gletscherläufen zerstört wurde. Ist es wohl wahrscheinlich, daß jemals große Teile eines das

<sup>1)</sup> Thoroddsen, Geogr. Tidsskr. 1894, S. 175.

<sup>2)</sup> Zeitschrift f. Gletscherkunde, Juli 1906, S. 136.

ganze Land einhüllenden Inlandeises durch Katastrophen solcher Art zerstört worden sind?

Von den Bergen in der Umgebung des Morsár-Tales aus gesehen, hat der Sandur südlich des Gletschers, im Bereiche der Gletscherläufe, ein eigentümlich narbiges Aussehen. Tausende von rundlichen Vertiefungen bedecken den Sand; es sind dies die Stellen, wo die losgebrochenen Eisblöcke niedergeschmolzen sind. Diese Löcher haben bis 10 m Durchmesser und etwa 4 m Tiefe, nach den trockenem zu urteilen. In sehr vielen steht trübes Wasser. An tausend Stellen wird also hier geschichteter Sand und Ton innerhalb des Gletscherlauf-Sediments abgelagert.

Würde man ein solches Sediment, wenn man es im Profil zu sehen bekäme, als eine echte Grundmoräne bezeichnen? Gewiß nicht.

Nachdem ich gezeigt habe, daß die bisher für tertiär und vulkanisch gehaltene, sogenannte Palagonit- oder Breccien-Formation in der Wirklichkeit der ältere und bei weitem größere Teil des isländischen Pleistocän ist, hat man versucht, die Altmoränen — insofern man nicht fortfuhr, sie in herkömmlicher Weise für vulkanische Breccien gelten zu lassen — als „Gletscherlauf-Sedimente“ zu erklären und die Wechsellagerung von meinen Altmoränen mit Basalten auf Gletscherläufe mit nachfolgendem Lavaausströmen zurückzuführen [Th. Thoroddsen<sup>1)</sup>; W. v. Knebel<sup>2)</sup>, dem sich in diesem Punkte K. Schneider<sup>3)</sup> anschloß]. Daß den bekannten Gletscherläufen niemals Lavaausbrüche gefolgt sind, schien man nicht zu erwägen; auch den Umstand nicht, daß diese Gletscherläufe sich ja hauptsächlich auf schon früher eisfreiem und nicht erst durch die vulkanische Katastrophe vom Eise befreitem Boden, abspielten. Doch ich will mich nicht damit aufhalten. Ich leugne natürlich die Möglichkeit nicht, daß in dem Pleistocän Islands Spuren vulkanoglazialer Katastrophen vorkommen können, und habe diese Möglichkeit sogleich ins Auge gefaßt —, wie sollte ein Isländer sie überhaupt übersehen können! Auch sind mir Bildungen bekannt, welche ich als vulkanoglazial deuten möchte (z. B. am kleinen, auch in anderer Hinsicht so interessanten pleistocänen Vulkan im Botnsdalur am Hvalfjörður, Südwest-Island).

Aber man wird finden, daß es sehr verfehlt ist, die „Palagonit-

<sup>1)</sup> Th. Thoroddsen: In vielen Referaten meiner Aufsätze

<sup>2)</sup> W. v. Knebel: Vorläufige Mitteilung über die Lagerungsverhältnisse glacialer Bildungen auf Island und deren Bedeutung zur Kenntnis der diluvialen Vergletscherungen. Centralbl. f. Mineralogie, Geologie u. s. w. 1906, S. 535–546.

<sup>3)</sup> K. Schneider: Einige Ergebnisse einer Studienreise nach Island im Sommer 1925. Sitzungsber. des „Lotos“, Nr. 1, Jahrg. 1925.

Breccien“ überhaupt zu vulkanoglazialen Bildungen machen zu wollen; und um es ausdrücklich zu sagen: es ist dies nur ein Nachklang des größeren, für das Verständnis der Bildungsgeschichte Islands bisher verhängnisvollsten Irrtums, aus den Sedimenten des Eiszeitalters eine tertiäre, vulkanische halbmytische „Palagonit-Formation“ zu machen.

Nehmen wir an, daß nach einem Gletscherlaufe ein Lavastrom sich über das Haufwerk von Gletscherblöcken ergösse. Würde ein Durchschnitt dann zeigen, wie eine Basaltdecke mit ziemlich ebener Unterfläche auf einem wohlgeschichteten Geröllkonglomerat läge? -- wie man solches z. B. in Berghylsfjall beobachten kann --; oder auf einem Konglomerat, welches sich durch prächtige Deltaschichtung als Ausfüllung eines Sees verrät? -- wie z. B. in Hagafjall; oder auf feinkörnigem, spärliche Pflanzenreste führendem, elegant diskordant-parallelgeschichtetem Sandstein, Ablagerungen eines ruhig dahinfließenden Stromes? -- wie in Kröksbjarg; -- oder direkt auf kompakter Moräne ohne jede Schichtung? -- wie an unzähligen Stellen.

Doch die vulkanoglaziale „Breccien-Formation“ dieser auf schwachen Füßen stehenden Mischung eines alten Irrtums und einer jungen Einsicht wird wohl kaum langlebig sein. Nach näherer Bekanntschaft mit dem wunderbaren Alt-Pleistocän Islands werden die Geologen ohne weiteres einsehen, daß in diesem Zeugnisse wiederholter klimatischer Schwankungen vorliegen.

Das große Werk Pencks und Brückners „Die Alpen im Eiszeitalter“ wird natürlich auch auf Untersuchungen über das Pleistocän Islands den größten Einfluß ausüben. Schon die Untersuchungen, welche W. v. Knebel über die Geologie Islands veröffentlicht hat, zeigen dies auf eine bemerkenswerte Weise. W. v. Knebel machte sich an das Studium des Gebirgsbaues Islands mit der aus meiner „Glazial-Palagonit-Formation“ geschöpften Einsicht, daß die „Palagonit-Breccien“ etwas ganz anders sind als das, wofür man sie angenommen hatte; aber er überschätzte, wie ich angedeutet habe, in kolossalem Grade die geologischen Wirkungen der Gletscherläufe. Überhaupt darf man wohl sagen, daß ihm die Verknüpfung der Lehren des Alpenwerkes mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen nicht besonders gut gelungen ist. Dies kann aber bei einem ersten Besuche nicht Wunder nehmen.

Als ich meine vorläufige Skizze einer neuen Islands-Geologie schrieb, hatte ich mit jenem monumentalen Werke leider noch nicht Bekanntschaft gemacht. Ich würde mich sonst nicht dahin geäußert haben (S. 93 meines Büchleins „Om Islands Geologi“), daß die Zahl der pleistocänen Klimaschwankungen wohl eher größer ist, als von J. Geikie und A. Penck angenommen wird. Ich wurde von einer

unheimlich großen Zahl von Interglazialzeiten bedroht und sah keinen Weg aus. Mit wie großem Interesse las ich da nicht von den so schön studierten Schwankungen nach dem Maximum der Würm-Eiszeit. Man bekam da einen Schlüssel in die Hand gedrückt. Gesetzt, daß der Gang des Klimas während früherer Abschnitte des Eiszeitalters ein ebenso schwankender war, so ist der Aufbau des isländischen Pleistocän mit der so vielfach wiederholten Wechsellagerung solcher Gesteine, die nur unter Gletschereis, und solcher, die nicht unter Eis gebildet werden konnten, eben was man erwarten sollte, dort, wo die Sedimente früherer Zeitabschnitte durch Lavaströme versiegelt, und nicht in so hohem Grade, wie es z. B. in den Alpen der Fall war, durch die Gletscher folgender Eiszeiten zerstört worden sind.

Ich werde mich wohl hüten, vorläufig über Zahl oder Ausmaß der quartären Klima-Veränderungen Islands viel zu sagen. Hier ist Vorsicht geboten. Die Schwierigkeiten, zwischen wirklichen Interglazialzeiten und kleineren „Schwankungen“ zu scheiden, werden noch dadurch vermehrt, daß der Gang der Erosion durch die immer dazwischen kommenden Lavaströme unregelmäßiger gestaltet wird.

Einige Bemerkungen über einen aus einer wenigstens bedeutenden Schwankung stammenden Lavastrom mögen hier Platz finden.

### 3. Ein interglazialer (oder „interstadialer“) Lavastrom.

Es ist in der Gegend des furchtbaren Ausbruchs von 1783, des Skaptáreldur. Östlich des nordwest-südöstlich gerichteten Mittellaufes der Skaptá (hier Eldvatn genannt) liegt eine Plateaustrecke, welche mit einem 160 m hohen<sup>1)</sup>, ziemlich steilen Rande, Skafl genannt, zum Fluß absinkt. Dieser Skafl-Abfall ist in einer Länge von etwa 12 km, bis westlich von Leidólfssfell, ein sehr charakteristischer Zug der Landschaft. Diese zumeist mit grasbewachsenem Erdreich bedeckte Hochfläche verdankt einem alten, eisgeschliffenen Lavastrom ihren Ursprung, ein Lavastrom — man könnte ihn die Skafl-Lava nennen —, der auch auf der Westseite der Skaptá auftritt, aber bedeutend mehr zerschnitten ist und keine so ausgeprägte Tafellandschaft bildet. Nicht unwahrscheinlich hängt dies damit zusammen, daß diese letztere Gegend später von Gletschern verlassen wurde; man nähert sich ja hier dem Myrdals-Jökull. Eine lakustre Terrasse am später zu erwähnenden Leidólfssfell ist wahrscheinlich Zeuge eines durch solche Gletscher aufgedämmten Sees. Die so charakteristischen, von Th. Thoroddsen erwähnten Basalt-

<sup>1)</sup> Höhenangaben beruhen auf Aneroid-Messungen und machen keinen Anspruch auf große Genauigkeit.

felsen des Svartínúpur und Umgebung<sup>1)</sup> sind Teile des Skafl-Lavastromes, welchen man in früherer Zeit (vor dem Jahre 1900) als präglaziale Lava bezeichnet haben würde; er ist ja vereist gewesen und hat die eigentümliche Struktur und graue Farbe der „präglazialen Dolerite“.

Bei Svartínúpur ist die Unterlage des dort mächtigen Lavastromes sehr ungenügend aufgeschlossen; man sieht doch, daß dort geschichteter Ton mit kleinen Basaltgeröllen in seinem Liegenden auftritt. Weiter südlich aber, unfern des Gehöftes Skaptárdalur, ist das Liegende in der Schlucht der Dalsá sehr gut aufgeschlossen. Unter der Lava, welche stellenweise bis auf eine Mächtigkeit von nur 3 m weggeschliffen ist, liegt in 4 m Mächtigkeit Geröllkonglomerat mit Schmitzen von Sandstein; darunter sieht man 1 m graue Moräne; weiter unten ist ein eigentümlicher, ungeschichteter, grauer, auch brauner Tuff, dessen Entstehungsweise mir nicht klar ist. Das Konglomerat führt Gerölle der Moräne, welche also vor der Bildung des Konglomerats vollkommen verfestigt war. Daraus ersieht man, daß in diesem Fall ein Lava-Ausbruch nicht einem Gletscherlauf auf die Fersen gefolgt sein kann, selbst wenn man die Grundmoräne als Gletscherlauf-Sediment deuten wollte.

Die während des Sommers so häufigen Nebel verhinderten die Aussicht auf die umgebenden Berge, und dieser Umstand mag dazu beigetragen haben, daß ich die Quelle der Skafl-Lava nicht auffand. Der Breccienberg Leidólfssfell, welcher sich etwa 210 m über die umgebende Lava erhebt, ist es wahrscheinlich nicht. Wohl aber ist der Leidólfssfell ein vereist gewesener vulkanischer Kegel, der merkwürdig gut erhalten ist und vortrefflich zur Einführung in die Einsicht dienen könnte, daß die isländischen Breccienberge meistens spätpleistocäne Vulkane sind. Der Krater ist noch unverkennbar erhalten, als ein rundliches, gras- und moosbewachsenes, durch eine Erosionsrinne gegen West eröffnetes Tal, über dessen Boden sich der höchste Teil der Kraterumrandung 70 m erhebt. An anderen Stellen ist die Kraterumrandung viel niedriger. Leider liegt dieser instruktive Berg außerhalb der Generalstabskarte.

Erratische Blöcke auf dem höchsten Gipfel zeigen, daß der Berg von Gletschereis ganz überflutet wurde — dies erreichte also hier nach der Entstehung des Leidólfssfell eine Mächtigkeit von über 210 m —, und die, wie es durch die den Berg annagenden Schluchten gezeigt wird, nach der Art vulkanischer Kegel regelmäÙig gelagerten Tuffe und Breccien sind stellenweise von verfestigter grauer Moräne bedeckt.

<sup>1)</sup> Thoroddsen: Rejse i Vester-Skaptafells Syssel paa Island 1893. Geograf. Tidsskr. 12, S. 205.

Man könnte sich denken, daß das Leidólfssfell von der Skafl-Lava umflossen sei, also älter wäre als diese. Der Erhaltungszustand des Berges spricht aber nicht für diese Annahme. Leidólfssfell ist etwa 20 km vom nächsten Rande des Mýrdals-Jökull entfernt, 40 km von dem des Vatna-Jökull. Nur eins der ihn annagenden Rinnsale hat es erreicht, sich zum Krater rückwärts zu arbeiten; der Erosionszustand des Berges spricht also dafür, daß er keine überaus lange Zeit eisfrei gewesen ist, und keineswegs etwa während einer Interglazialzeit. Aber seitdem die Skafl-Lava floß, ist das Tal der Skaptá um mehr als 160 m vertieft worden (es wurde von der Lava von 1783 durchströmt). Die Vertiefung des Tales ist zum größten Teile interglazial (oder interstadial) gewesen. Die Skafl-Lava entstammt nicht den früheren Abschnitten des Pleistocän. Erst weiter östlich, gegen den Skeidarár-Jökull zu, taucht das ältere Pleistocän auf (sehr schön in der Núpsstadarheiði entwickelt) und erinnert dort in hohem Grade an die pleistocäne Basalt-Formation der Hreppar, welche im Bruchrande an der Thjórsá ausgezeichnet aufgeschlossen, östlich dieses Flusses aber zur Tiefe abgesunken und von den jüngeren Massen des Hekla-Systems bedeckt ist.

Wie die Lava von 1783 ja auf eisfreiem Lande strömte, so nehmen wir an, daß die Skafl-Lava nicht auf vereistem Lande floß. Zur Zeit seines Hervorströmens hatte sich das Eis hier um wenigstens 40 km von der jetzigen Küste zurückgezogen, während es früher und später das Land gänzlich bedeckte. Wegen der beträchtlichen Talbildung, welche seit ihrem Ausbruch stattgefunden hat, ist es wahrscheinlich am richtigsten, diese Lava in die letzte Interglazialzeit oder spätestens in eine Schwankung am Anfang der letzten Eiszeit (nicht aber in eine Schwankung am Ausgang derselben) zu setzen.

#### 4. Marine Unterlage des Breidamerkur-Jökull: Anzeichen einer postglazialen Wärmezeit Islands.

Die kurze, aber gewaltige Jökulsá quillt unter dem Rande des Breidamerkur-Jökull östlich einer Mittelmoräne hervor. Beim Anblick der dunkelgrauen, emporbrausenden Fluten, in denen Stücke von Gletschereis umhergewirbelt werden, versteht man, wie die eddische Phantasie des Dichters (Bjarni Thórarensen) den Ursprung solcher Flüsse in Niflheim zurückverlegen konnte.

Zu meiner Verwunderung bemerkte ich, als ich der Endmoräne unfern des Flusses nahte, eine Molluskenschale; es war die abgenutzte Schale von *Aporrhais pes pelecani*. Ich suchte dann auf der Endmoräne nach Schalen, so lange es die Zeit erlaubte.

Der Breidamerkur-Jökull schmilzt stark ab, und ab und zu schmolz

eines der Moränenhäufchen der Gletscherstirn zusammen und wälzte sich als Schlammstrom auf die Endmoräne zu. Viele der Schalen lagen dicht am Gletscherrande und waren unverkennbar noch in diesem Sommer (1906) an den Tag gebracht worden.

Der bekannte Molluskenkenner Ad. S. Jensen in Kopenhagen war so liebenswürdig, die gesammelten Mollusken zu bestimmen. Es sind: *Admete viridula* Fabr., *Tellina calcaria* Gmel., *Mastra elliptica* Brown., *Cyprina islandica* L., *Mya truncata* L., *Dentalium entale* L., *D. striolatum* Stimps., *Trophon truncatus* Ström., *Aporrhais pes pelecani* L., *Buccinum* sp., *Balanus* sp.

Im Gletschereis fand ich wie ausgewalzte Klumpen eines fetten, grüngrauen Tones, welcher wahrscheinlich das Muttergestein der genannten organischen Reste ist. Für mehrere dieser Arten ist, nach Jensen, die Minimumtiefe etwa 10 m; für *Dentalium striolatum* doch bedeutend größer. Die jetzige Meereshöhe der eingesammelten Mollusken (etwa 20 m) ist natürlich für die Beurteilung des Meeresniveaus zu deren Lebzeiten ohne Bedeutung; sie liegen ja auf einer Endmoräne und könnten vom Gletscher selbst unter dem jetzigen Meeresniveau aufgewühlt worden sein. Dafs die Sohle verschwundener Gletscher tiefer lag als das Meeresniveau ihrer Zeit, läfst sich an einigen Stellen sehr gut beobachten.

Die Schalen waren am häufigsten auf der Westseite der Jökulsá; spärlich findet man sie jedoch auch auf der Ostseite des Flusses. Ihre Häufigkeit nimmt mit der Annäherung an die Mittelmoräne stark zu, ein Umstand, welcher die Gedanken auf das von H. Hefs (Die Gletscher, Braunschweig 1904, S. 197) erwähnte Aufbiegen der Schichten zusammengesetzter Gletscher hinleitet.

Die bei weitem häufigste der Schalen war die sehr widerstandsfähige *Aporrhais pes pelecani*, deren ausgebreiteter Teil bisweilen abgebrochen war.

Es ruht also der Breidamerkur-Jökull oberhalb der Quelle der Jökulsá auf Meeresablagerungen, welche natürlich aus einer Zeit stammen, als der Ablagerungsort von Gletschereis frei war.

Dafs die vom Gletscher zu Tage geförderten Schalen aus älteren, etwa präglazialen oder interglazialen Schichten stammen, ist höchst unwahrscheinlich. Die mir bekannten altpleistocänen Tonablagerungen Islands sind ausnahmslos steinhart; auch findet man die Hohlräume der altpleistocänen Schalen vom Berge Stöd z. B. mit Kalkspat- und Zeolithkrystallen ganz oder grösstenteils ausgefüllt, und in den doch weit jüngeren Schalen der intermoränen Fossvogschichten sind die Hohlräume mit dünnen Krystallkrusten bekleidet. Nichts solches sieht man

in den Schalen des Breidamerkur-Jökulls, und der sie einschließende Schlamm ist so weich, daß er nicht den abgewaschenen Schalen anhaftet. Die merkwürdig gute Erhaltung der Schalen ist wohl auch namentlich darauf zurückzuführen, daß die Unterlage des Gletschers aus ganz weichem Schlamm besteht.

Die unter dem Breidamerkur-Jökull befindlichen Meeressedimente geben uns also den interessanten Aufschluß, daß dieser jetzt so gewaltige Gletscher in postglazialer Zeit kleiner war. Um wie viel, ist eine Frage, zu deren Beantwortung uns leider verschiedene Beobachtungen fehlen.

Eine Molluskengesellschaft, wie die obengenannte, lebt nach Ad. Jensen heutzutage nur an der Südküste Islands. Es war mir aus seiner Antwort nicht ganz klar, ob er meint, daß sie nur an dem wärmsten Teil der Südküste lebe. Mit dieser Annahme würde es übereinstimmen, daß Dr. A. C. Johansen nur an der Südwestküste *Aporrhais pes pelecani* aufgeworfen fand<sup>1)</sup>; der isländische Zoologe Bjarni Saimundsson, Gymnasiallehrer in Reykjavík, neigt am ehesten zur Annahme, daß unsere Fauna, wegen des reichlichen Vorkommens von *Aporrhais*, ein etwas südlicheres Gepräge als selbst die südlichste isländische Molluskenfauna der Jetztzeit hat. Aber wie dem auch sei, sicher ist es wohl, daß eine solche Fauna heutzutage nicht an der Mündung der Jökulsá leben kann. Eine kolossale Brandung tobt an der Küste, das Meerwasser muß in bedeutendem Grade durch die großen Massen von „Gletscherwasser“ ausgesüßt sein, und ein breites Band der Küste entlang ist von lehmig grauer Farbe. Erst außerhalb desselben wird wohl also jetzt fetter grüngrauer Schlamm, wie er unter dem Breidamerkur-Jökull vorkommt, zur Ablagerung gelangen können; und von näheren Beobachtungen hierüber würde man Schlüsse über die größte mögliche Ausdehnung des Jökull, zur Zeit der Ablagerung jenes Schlammes machen können. Jedenfalls war der Gletscher viel kleiner als jetzt und breitete sich wahrscheinlich nicht vor dem Gebirgsfusse aus.

Hier scheint also ein Beweis für etwas der aus anderen nordischen Ländern bekannten postglazialen Wärmezeit entsprechendes vorzuliegen.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> A. C. Johansen: Om Aflejringer af Molluskernes Skaller i Indsøer og i Havet. Vidensk Meddel. Naturh. Foren. København 1901. S. 25 (Sonderabdr.).

<sup>2)</sup> Vor einigen Jahren machte ich darauf aufmerksam, daß die Abschmelzungsverhältnisse westgrönländischer Gletscher auf eine mildere Temperatur als die der Jetztzeit deuten. Geologiske Optegnelser (fra Egedesminde Distrikt) Meddel. om Grønland, 14. Kbh. 1898. S. 339-40.

Diese Beobachtungen am Breidamerkur-Jökull, wenn auch die ersten ihrer Art, sind nicht die ersten, welche auf eine „postglaziale Wärmezeit“ Islands schließen lassen. Gudm. G. Bárðarson fand an einigen Stellen der Nordküste, daß *Purpura lapillus* in postglazialen gehobenen Schichten von 1—17 Meter Meereshöhe vorkommt, während diese Schnecke jetzt nur an den West- und Südküsten Islands lebt. Ihr Verschwinden von der Nordküste läßt auf eine Abnahme der Meerestemperatur schließen.<sup>1)</sup>

Nebenbei sei in aller Kürze bemerkt, daß auch die Vegetationsverhältnisse Islands auf eine „postglaziale Wärmezeit“ deuten. In den Torfmooren vergrabene Baumstämme zeigen, daß der Birkenwald — oder zumeist Gestrüpp — jetzt viel weniger ausgebreitet ist als früher, auch daß die Birken kleiner sind. Und dies wird nicht nur durch subfossiles vertorfte Holz gezeigt, sondern auch mehr indirekt durch die jetzigen Vegetationsformationen.

Sehr vegetationsarme, wüstenähnliche Schotterflächen (Melar, von *möl*, Schotter, „gemahlene Gestein“) treten z. B. dort auf, wo sowohl Exposition als Meereshöhe eine verhältnismäßig reiche Vegetation erwarten lassen (gutes Beispiel: die Melar vor der Mündung des Lundarreykjadalur). Stellen, wo eine solche Wüstenbildung — wie man es nennen möchte — nur teilweise stattgefunden hat, machen es klar, daß solche Strecken früher von Birkenwald bekleidet waren. Nach Absterben des Waldes wurde das oft erstaunlich mächtige, aus lössartigem Sedimente bestehende Erdreich bis auf das unterliegende Gestein verweht.

##### 5. Marine Ablagerungen unter dem Hoffells-Jökull im Norden von Hornafjörður.

Als Ausläufer des westlichen Vatna-Jökull geht der Hoffells-Jökull in das Tal nordwestlich von Hoffell hinab und endet in etwa 60 m Meereshöhe. Meine Aufmerksamkeit wurde dadurch auf diesen Gletscher hingeleitet, daß Herr Althingsmann Björn Kristjánsson, welcher sich für die Geologie und namentlich für die Mineralogie Islands lebhaft interessiert, mir einige auf dem Sande dieses Gletschers gesammelte Schalen gegeben hatte (*Saxicava arctica*, *Pecten islandicus*, *Leda pernula*).

Ich fand hier am Hoffells-Jökull Schalen auf der Endmoräne,

<sup>1)</sup> Gudmunder G. Bárðarson: *Purpura lapillus* L. i haevede Lag paa Nordkysten af Island. Vidensk. Meddel. fra Naturh. Foren. i Köbenhavn, 1906 S. 177—185.

dicht am Gletscherrande. Auch hier scheint das reichlichste Auftreten der Schalen an das Ausschmelzen einer Mittelmoräne geknüpft zu sein. Schalen waren hier bei weitem nicht so häufig wie am Breidamerkur-Jökull. Ich sammelte folgende, von Ad. S. Jensen bestimmte Arten: *Pecten islandicus* Müll., *Mytilus edulis* L., *Cardium ciliatum* Fabr., *Leda perrula* Müll., *Balanus* Sp., *Hydroïdes (Serpula) norvegica* Gunn. Ein stark abgenutzter Otolith? *Saxicava arctica* L.

Die *Leda perrula* war in der Regel sehr wohl erhalten; die anderen Arten kamen meist nur als Fragmente vor.

Das Muttergestein dieser Schalen ist ein grauer, etwas sandiger, erhärteter, doch nicht steinharder Ton. Diese Molluskengesellschaft macht nach Ad. Jensen einen „kälteren“ Eindruck als die von Breidamerkur-Jökull und lebt heutzutage nicht mehr an der Südküste Islands. Wahrscheinlich ist es, daß sie bei einem um ein bedeutendes höheren Meeresstande gelebt hat als die Aporrhais-Fauna und aus spätglazialer Zeit stammt. Postglaziale oder spätglaziale Schalen waren früher nicht aus so großer Meereshöhe (60 m) bekannt; aber hier muß man natürlich bedenken, daß die Schalen nicht auf primärer Lagerstätte gefunden worden, sondern höchstwahrscheinlich aus geringerer Höhe hinauf transportiert worden sind. Trotzdem könnten diese Ablagerungen sehr gut einer Strandlinie von 60--70 m Meereshöhe entsprechen, denn nach Johansen ist die Minimumtiefe für *Leda perrula* etwa 25 m<sup>1)</sup>. An der Stelle der Hornafjardarfjót und der seichten Lagune Hornafjördür, war also hier ehemals ein salziger Fjord, welcher sich verhältnismäßig weit gegen Norden streckte. Die Gletscherentwicklung muß in dieser Gegend damals sehr viel geringer gewesen sein als in der Jetztzeit. Dies ist ein recht bemerkenswerter Fall, denn die Molluskenfauna deutet ja auf ein kälteres Klima als das der Jetztzeit. Hat man es vielleicht hier mit einer Wärmeschwankung der spätglazialen Zeit zu tun, wie eine solche für Dänemark von N. Hartz und namentlich durch die interessanten Untersuchungen von A. C. Johansen nachgewiesen wurde<sup>2)</sup>? Oder ist die größere Vereisung dieser Gegend in der Jetztzeit auf ein Höherwerden des Gebirges seit der Ablagerung der betreffenden organischen Reste zurückzuführen?

Die erstere Frage kann wohl nicht von vornherein abgewiesen

<sup>1)</sup> Johansen a. a. O. S. 26.

<sup>2)</sup> Hartz: Bidrag til Danmarks senglaziale Flora og Fauna. D. G. U. II R. Nr. 11 Kbh. 1902. Johansen: Om den fossile Kvartære Molluskfauna i Danmark u. s. w. Kbh. 1904 (Diss.) Ders.: Om Temperaturen i Danmark og det sydlige Sverige i den senglaziale Tid. Meddel. fra Dansk Geol. Foren. Nr. 12. Kbh. 1904.

werden, wenn auch bedeutende Schwierigkeiten einer solchen Annahme entgegenstehen. Konnte auf dem Lande ein Klima herrschen, welches starke Abschmelzung der Gletscher bedingte, während die Meeres-temperatur niedriger blieb als jetzt? Würde die Wärmeschwankung zu kurz, als daß sich ein entsprechender Wechsel der marinen Mollusken-fauna vollziehen könnte?

Ein Höherwerden des Gebirges als Ursache der zunehmenden Vereisung ist nicht wahrscheinlich. Zwar kann nachgewiesen werden, daß hohes Gebirge der Südküste, welches die großartige Gletscher-entwicklung Süd-Islands in nicht unwesentlichem Grade bedingt, erst im Eiszeitalter aufgetürmt wurde; aber in postglazialer Zeit ist dies nicht oder wenigstens nicht in großem Maße geschehen.

Man darf beim Erwägen der ganzen betreffenden Frage nicht außer Acht lassen, daß ein großer Zuwachs der östlichsten Teile des Vatna-Jökull in den letzten Jahrhunderten stattgefunden hat. „Vor 1640“ — sagt Th. Thoroddsen<sup>1)</sup>, die Chorographica Islandica des ‘Arni Magnússon zitierend — „konnte man noch aus dem Ende dieses Tals (des Hofells-Jökull) auf das Hochland hinaufreiten und hinüber nach Fljótshjörad“, wo der Weg jetzt gänzlich durch Gletscher versperrt wird. Klimaschwankungen tragen wohl, wenigstens teilweise, daran Schuld; auch bedenke man die Möglichkeit, ob nicht das Verschwinden oder Niedrigermachen irgend einer Terrainschwelle der Gletscherausbreitung neue Wege eröffnet hat.

Der Hoffells-Jökull schmilzt jetzt augenfällig ab, und nach Aussage des Bauern von Hoffell, begann er sich vor ungefähr 10 Jahren zu-L. D. 1596rückzuziehen. Er ist in dieser Zeit um etwa 150 m zurückgegangen.

#### 6. Ein „postglazialer“ Lavastrom des Öraifa-Jökull. Westgrenze der tertiären Basaltformation.

Einer der interessantesten Gletscher des gewaltigen Öraifa-Jökull ist der Kvíár-Jökull (oder vielleicht: Tvíár-Jökull, der Zweiachgletscher). Der Kvíár-Jökull nimmt eine tiefe Furche in der Flanke des Berges auf (einen durch Gletschererosion weiter ausgesägten Barranco?) und wird, nachdem er aus einem ungemein großartigen Felsentor hervortritt, von einem sehr schönen, über 100 m hohen Moränenwalle umgürtet, wo man Blöcke von über 5 m Durchmesser sieht. Wahrscheinlich wird der Hauptkrater des Öraifa-Jökull-Vulkans durch den Kvíár-Jökull entwässert.

<sup>1)</sup> Thoroddsen: Fra de Sydøstlige Island. Geogr. Tidsskr. 13. Kbh. 1895. S. 6 des Sonderabdrucks.

Ein Lavastrom tritt auf der Südseite des Gletschers unter dem Moränenwalle hervor. Schon aus den Lagerungsverhältnissen ergibt sich, daß diese Lava nicht alt sein kann; sie ist zweifellos „postglazial“, und was von ihr aufserhalb der Endmoräne liegt, ist ersichtlich niemals von einem Gletscher überschritten worden. Wenn auch die Lava sich deutlich als von reisenden Wasserströmen überspült zeigt, so sind doch grofsenteils die charakteristischen Lavarunzeln der Oberfläche erhalten geblieben, und nirgends ist auch nur eine Spur der unverkennbaren Eis-Erosion zu sehen.

Dieser Lavastrom, welchen man die Kviár-Lava nennen könnte, ist namentlich in seinen unteren Strecken grofsenteils unter Schutt, Geröll und Rasen begraben. Doch tritt er auf gröfsere Strecken zutage, als es auf der so prachtvollen Karte des Öraifa-Jökull angegeben wird; die Lava hat auf der Karte die Signatur „Felsgrund“ bekommen, wurde also als rezente Lava nicht erkannt. Es kann dies um so weniger befremden, als niemand hier auf einen Lavastrom zu stofsen erwarten könnte. Kein Fall war früher bekannt, in dem einer der Gletschervulkane Islands einen Lavastrom gefördert hatte.

In der Sandfellsheidi liegt eine Reihe von tief erodierten Lavaströmen vor; diese aber sind Erzeugnisse eines interglazialen oder interstadialen Öraifa-Jökull (man vergebe den Anachronismus des Namens).

Nicht nur ist die Kviár-Lava postglazial, sondern überhaupt das Tal des Kviár-Jökull ist jünger als die letzte gänzliche Vereisung des Landes — zum gröfsten Teil, es wurde wohl als interglazialer oder interstadialer Barranco angelegt — und bietet ein sehr augenfälliges Beispiel der Intensität, mit welcher die glaziale Erosion hier arbeitet.

In der historischen Zeit Islands hat der Ausbruch, welcher die Kviár-Lava förderte, wohl nicht stattgehabt. Ein Lavastrom würde in einer Gegend, wo solche sonst nicht vorkommen, nicht unbemerkt und unerwähnt geblieben sein. Die Ausbrüche des Öraifa-Jökull, welche Th. Thoroddsen an mehreren Stellen nach den Quellen beschrieben hat, zeichneten sich durch gewaltige Zerstörungen der Gletscher, Wasserfluten, Schlamm- und Schuttströme aus. So auch ein Ausbruch, der nach Thoroddsen im Jahre 1362 unfern Knappur stattfand. Der „Knappafells-Jökull“, der bei dieser Gelegenheit „ins Meer hinuntergelaufen“ sein soll, kann, wie Thoroddsen richtig bemerkt<sup>1)</sup>, schwerlich etwas anderes als der Kviár-Jökull sein. Aber Lava wird dort nicht erwähnt.

<sup>1)</sup> Thoroddsen: Fra det Sydöstlige Island. Geogr. Tidschr. 13. Kbh. 1895. S. 19 (Sonderabdr.).

Wie oben gesagt, ist in historischer Zeit kein einziger Fall bekannt, in dem ein Gletschervulkan einen Lavastrom hervorgebracht hätte<sup>1)</sup>. Man fragt sich: Ist die Kviár-Lava etwa gleichzeitig mit der *Aporrhais*-Fauna des Breidamerkur-Jökull, ist sie ein Anzeichen dafür, daß der Kviár-Gletscher zur „postglazialen Wärmezeit“ nicht da war, daß der Krater des Öraifa-Jökull-Vulkans damals nicht von Eis und Schnee erfüllt war?

In einem sehr viel größeren Maße, als oben erwähnt wurde, fand ich in diesen Gegenden Lavaströme, wo ich es nicht erwartet hatte. Die hohen Berge zwischen dem Morsár-Jökull und dem Skeidarár-Jökull bestehen nämlich aus Basalt (mit intrusivem Liparit), und wegen des Mangels an bedeutenden sedimentären Einschaltungen, wie solche die pleistocäne Basalt-Formation so sehr auszeichnen — so auch die pleistocäne Basalt-Formation auf der Westseite des Skeidarár-Jökull —, vermute ich hier die tertiäre Basalt-Formation. Übrigens war früheren Geologen die pleistocäne Basalt-Formation Islands als solche gänzlich unbekannt; wegen der älteren Geologie Islands braucht also nicht viel darüber gesagt zu werden, ob die Basalt-Formation im Westen von Öraifa-Jökull tertiär oder pleistocän sei. Hier von einer Breccien-Formation zu reden, hat unter keinen Umständen einen Sinn.

Der große Vulkan des Öraifa-Jökull tritt also innerhalb der Westgrenze der Basalt-Formation auf, was mit der Theorie von dem Geknüpftsein der Vulkane Islands an die „Breccien-Formation“ nicht gut übereinstimmt. Nach Thoroddsen liegt allerdings die Westgrenze der Basalt-Formation erst östlich vom Breidamerkur-Jökull, sodaß nach ihm der Öraifa-Jökull für den „Brecciengürtel“ gerettet ist.

Es hängt die obengenannte Theorie mit einem tief wurzelnden Mißverständnis der Geologie Islands zusammen. Die Wahrheit, welche unter jener Annahme vergraben lag, scheint die zu sein, daß die rezente vulkanische Tätigkeit in Island eine Fortsetzung pleistocäner, nicht eine direkte Fortsetzung tertiärer Vulkantätigkeit ist. Für die Existenz auch nur eines pliocänen Lavastroms in Island ist mir kein Beweis bekannt. Aber sicher ist, daß das Pleistocän eine Zeit intensiver Entfaltung des Vulkanismus war. Doch hierüber bei einer anderen Gelegenheit.

## 7. Einige Bemerkungen zur Morphologie Süd-Islands.

Den im Vorhergehenden gemachten morphologischen Bemerkungen seien noch einige hinzugefügt.

<sup>1)</sup> Siehe z. B. Thoroddsen: *Vulkaner og Jordskälv paa Island*. Kbh. 1895. S. 46.

Auf der Südseite des Mýrdals-Jökull tritt das Verhältnis zwischen Gletscher-Erosion und Erosion des strömenden Wassers besonders schön hervor. Die Verhältnisse sind auf der dänischen Generalstabskarte vorzüglich zur Darstellung gelangt. Das Schmelzwasser eines Gletscherlappens gräbt sich eine tiefe, enge, steilwandige Schlucht, die wie eine offene Wunde im sonst rundlinigen Gelände klappt. Gewisse Talformen lassen erraten, wie ein solches Engtal, bei zunehmender Vereisung, von einer vorrückenden Gletscherzunge erweitert und zu einem Glazialtal umgestaltet wird.

Die Thverárgljúfur im Berge Kaldbakur auf der Sida zeigen, wie eine von dem Wasser ausgegrabene Schlucht später von einem Gletscher bearbeitet worden ist. Es geschah dies wahrscheinlich während des früher genannten großen „postglazialen“ Gletschervorstoßes. Der Kaldbakur ist jetzt eisfrei, und in Übereinstimmung damit scheint es zu sein, daß die „postglaziale“ Vereisung der Gegend nicht ausgiebig genug war, um das Ausbilden eines Brandungs-Steilrandes in dieser Gegend zu verhindern.

Auf der anderen Seite glaubt man in dem Verhalten der Gletscherzungen zu den Tälern der fluvioglazialen Ströme angedeutet zu sehen, daß die Jetztzeit eine nicht unbeträchtlich größere Gletscher-Entwicklung aufzuzeigen hat, als eine nicht ferne „postglaziale“ Vorzeit. (Vgl. auch, was oben über das Tal des Kviár-Jökull gesagt wurde.)

Als einen durchgehenden Zug in der Morphologie Islands findet man ein Stromtal in den Boden eines Glazialtals hineingeschnitten. In den zu den Gebirgspässen hinaufleitenden Tälern liegt der Weg oder Pfad auf dem Boden des Glazialtales am Rande einer tiefen, postglazialen Schlucht. Zum Verständnis einiger, weiter unten in aller Kürze zu erwähnenden glazialen Terrassen ist dies Verhältnis wohl bemerkenswert.

Wenn man die kurze Spanne der „postglazialen“ Zeit der hier berücksichtigten Gegenden Süd-Islands in Betracht zieht, so findet man die Schluchten der „Gletscherwässer“, und überhaupt die „postglazialen“ Täler, eine sehr bedeutende Erosionsleistung. Namentlich ist dies der Fall am gewaltigen, sich von der Küste bis zu einer Höhe von 2119 m erhebenden Öraifa-Jökull (Karte; J. P. Koch). Früher ist das Tal des Kviár-Jökull erwähnt worden. Hier sei noch ein Flankental des Öraifa-Jökull kurz besprochen, wo man besonders klar sieht, wie ein glazialer Talboden zu einem Inselberge ausgesägt wird.

Zuerst einige Bemerkungen über das Alter des Öraifa-Jökull-Berges. Beobachtungen in anderen Gegenden Islands ließen mich schon vermuten, daß der ganze Vulkan seit dem Anfange des Eiszeitalters auf-

gebaut sein müsse. Hat es sich doch mit Sicherheit erwiesen, daß selbst Teile der für oligocän oder spätestens miocän erachteten Plateaubasalte pleistocänen Alters sind (und zwar wurde dies durch Funde pleistocäner Fossilien festgestellt). Aber auch direkt konnte die verhältnismäßige Jugend der großen Vulkanberge Süd-Islands gezeigt werden, besonders schön für den Eyjafjalla-Jökull. Die gewaltige Brandung des Atlantischen Ozeans, welche in postglazialer Zeit auf den Plateaurand losstürmte, hat hier, wie bereits früher erwähnt, einen prachtvollen Steilrand geschaffen, und man findet nun schöne glaziale und fluvioglaziale Ablagerungen in diesem Steilrande, als Unterlage des Plateaus aufgeschlossen. (Besonders schön unfern Varmahlíð.) Hierdurch also wird das pleistocäne Alter der ganzen „Breccien-Formation“ dieser Gegend, also auch des Eyjafjalla-Jökull-Berges gezeigt.

Ganz so klar läßt sich dies nicht direkt für den Öraifa-Jökull nachweisen. Der südliche dreieckige Teil der Gebirgspartie zwischen den tief eingeschnittenen Tälern des Svínafells-Jökull und des Fall-Jökull wird Svínafells-Fjall genannt. — Nebenbei bemerkt zeigt die Ostseite des Svínafell sehr schön die Uferlinien höherer Gletscherstände. Auf der Westseite des Berges sieht man etwa in 90 m Mächtigkeit sehr schön geschichtete lakustroglaziale und fluvioglaziale Sedimente, von Moräne überlagert, alles unter Hunderten von Metern Basalts begraben. Ob die Basalte des Svínafells-Fjall (und dieser Gebirgspartie überhaupt) — wie es ohne Zweifel die Basalte der südöstlich gelegenen Sandfells-Heiði sind — als alte Lavaströme des Öraifa-Jökull-Vulkans aufzufassen sind, konnte ich wegen der sehr ungenügenden Untersuchung nicht ins Klare bringen. Aber jedenfalls ergibt sich aus den obengenannten Beobachtungen, daß der Öraifa-Jökull mindestens zum großen Teil pleistocänen Alters ist; daß er überhaupt nicht älter sein kann, zeigen die früher erwähnten Beobachtungen.

Südöstlich der Sandfells-Heiði liegt das Tal, auf das ich die Aufmerksamkeit späterer Besucher hinleiten möchte. Mitten aus dem Tal ragt der Berg Flaga (nicht Slaga) auf, zu dessen beiden Seiten Gletscherbäche niederbrausen. Die Oberfläche der steilwandigen Flaga ist ein teilweise aus erhärteter Moräne bestehender, höckeriger, mit Wanderblöcken besäter Gletscherboden. Ähnliche, etwas erhärtete Moräne bedeckt auch den Rand der Sandfells-Heiði oberhalb der Talwand.

In der Flaga scheint ein Teil des Bodens eines ziemlich flachen Glazialtales erhalten zu sein. Die Bildung des Berges ging wohl so vor sich, daß, als sich der Gletscher zurückgezogen hatte, sein Bett oberhalb der jetzigen Flaga vertieft wurde, während zwei den Seitenteilen des Gletschers entströmende Bäche Schluchten an den Talgehängen eingruben.

Wenn man die tiefen Flankentäler des Öraifa-Jökull betrachtet und den Skeidarár-Sandur, sowie überhaupt die großen Veränderungen dieser Gegenden in „postglazialer“ Zeit bedenkt, so fragt man sich verwundert, wie der Gedanke sich behaupten konnte, daß wir im jetzigen Island noch die Hauptzüge der präglazialen Bodengestaltung des Landes vor uns sehen<sup>1)</sup>.

Ein neuerdings erschienener Aufsatz, in dem G. Braun einige interessante Beobachtungen aus Ost-Island mitteilt<sup>2)</sup>, veranlaßt mich, einen morphologischen Zug der Fjordtäler des Ostlandes, die Felsterrassen, schon jetzt kurz zu erwähnen. Die Terrassen haben für die verschiedenen Fjordtäler eine verschiedene Höhe, wenn auch eine gewisse Übereinstimmung der Höhenverhältnisse unverkennbar ist.

Am Eskifjörður sind Reste einer Terrasse (Talleiste) in etwa 800 m Höhe zu finden; eine sehr gut ausgeprägte Terrasse ist in rund 400 m Höhe, eine dritte in etwa 200 m (?) Höhe.

Am Seyðisfjörður, wo der Talschluss besonders schön abgestuft ist, findet man eine Talleiste in etwa 750 m Höhe angedeutet, eine sehr gut ausgeprägte Terrasse in etwa 500 m Höhe, eine dritte etwa 300 m und eine vierte etwa 170 m ü. d. M. Die unterste Terrasse ist ein Gebilde derselben Art wie die oberen, und keineswegs etwa marin. G. Braun erwähnt aus dem Fáskrúdsfjörður außer einer untersten Geröllterrasse, eine Terrasse von 75—100 m Höhe und eine solche von 300 m Höhe. Ich sah den Fáskrúdsfjörður nur flüchtig vom Schiff aus, wobei meine Aufmerksamkeit namentlich durch die sehr ungewöhnliche Lagerung der Basaltdecken an demselben in Beschlag genommen wurde; doch schienen mir die Talgehänge eine ähnliche Abstufung zu zeigen, wie die des Seyðisfjörður und Eskifjörður. Von einer marinen Terrasse in etwa 100 m Höhe fand ich in den letztgenannten Fjorden keine Spur; wohl aber fand ich im Westlande, an den nördlichen Teilen des Breidifjörður, Stücke einer, wie es schien, marinen Geröllterrasse in etwa 100 m Höhe. G. Braun hat wohl recht darin, daß in Ost-Island Spuren einer Strandebene zu sehen sind; aber daß die von ihm beobachteten Terrassen am Fáskrúdsfjörður in 75—100 m und 300 m Höhe mit einer solchen etwas zu tun haben, kommt mir überaus unwahrscheinlich vor. Vergebens wird man in Island nach einem der oberseeischen Strandebene Norwegens entsprechenden

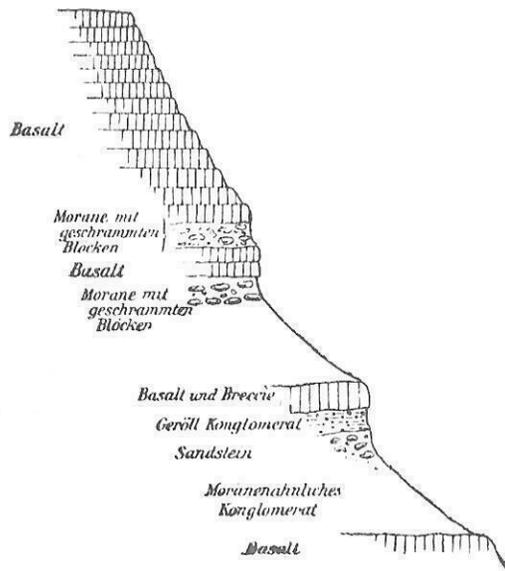
<sup>1)</sup> Vgl. z. B.: Th. Thoroddsen, Explorations in Iceland 1881—98. Geogr. Journal 1899, S. 23: *At the time these preglacial lavabeds were laid down, the country had pretty much the same essential contours that it has at present.*

<sup>2)</sup> G. Braun: Über ein Stück einer Strandebene in Island. S.-A. a. d. Schrift. d. Physik.-Ökonom. Gesellschaft (in Königsberg), Jahrg. XLVII.

morphologischen Zug Umschau halten. Das genetische Äquivalent der Strandebene (Reusch) ist hier ohne Zweifel zum allergrößten Teile eine submarine Fläche, wie ich dies im Abschnitt „Det submarine Island“ meines Büchleins „Om Islands Geologi“ ausgeführt habe.

### 8. Das älteste Pleistocän Islands.

Etwa 15 km nordöstlich von Reykjavík erhebt sich zu etwa 810 m Höhe die Basalttafel der Esja. Den oberen Teilen dieser Tafel sind schöne und unzweideutige Glazialbildungen eingeschaltet. Besonders schön ist dies im südöstlichen Teile der Tafel, im Kistufell, zu sehen.



Abbild. 62. Profil von Kistufell, südöstlicher Teil der Esja.

Ich benutze die Gelegenheit, um einige Beobachtungen über das interessante Profil aus der für tertiär angenommenen Basalt-Formation mitzuteilen. Es handelt sich um ältere Glazialbildungen als die, welche in den vorhergehenden Abschnitten besprochen wurden; nicht unwahrscheinlich hat man es hier mit den ältesten Quartär-Bildungen Islands zu tun, Ablagerungen, welche vielleicht einem der Günz-Eiszeit der Alpen entsprechenden Zeitabschnitte des Eiszeitalters entstammen. Damit soll nicht gesagt werden, daß die Günz-Eiszeit Islands nicht etwas älter sein kann als die der Alpen.

Ich will mich mit den tieferen Teilen der Basalt-Formation der Esja nicht aufhalten. Es kommen hier Gänge und Intrusionen vor, welche auf diese tieferen Teile beschränkt sind; aber jüngere Gänge

sieht man auch, und die intrusiven Massen der Berge Móskaðshnúkar scheinen auch jünger zu sein als die pleistocänen Teile des Plateaus.

Besteigt man also das Kistufell, so trifft man in 400–500 m Höhe auf bedeutende Einlagerungen von braunem Tuffsandstein und etwas Breccie (richtiger: Schlackenkonglomerat). In etwa 550 m Höhe kommt dann (siehe Abbild. 62) ein eigentümliches ziemlich moränenähnliches Konglomerat; ich fand hier keinen einzigen geschrammten Block; sein Hangendes wird von Sandstein und Geröllkonglomerat gebildet. Nach einer Basaltdecke und vulkanischer Breccie von geringer Mächtigkeit kommt dann eine etwa 60 m mächtige Einschaltung, welche, wenigstens in ihren oberen Teilen, eine Menge ausgezeichnet geschrammter Blöcke von Faustgröße bis Meterlänge führt. Ein Kenner von Glazial-Ablagerungen wird hier keinen Augenblick bezweifeln können, daß er eine Grundmoräne vor sich hat. Die obersten Teile der Moräne lassen Spuren von Wasserwirkung sehen und sind auf etwa 1 m von dem hangenden Basalt hinab rot gebrannt; dann etwas Basalt und Breccie von charakteristischer, unverkennbarer Grundmoräne in einiger Mächtigkeit überlagert; auf diese folgen bis zum Plateaurande hinauf 120 m von grauem Basalt. Innerhalb des Plateaurandes sieht man auf diesem Basalt westlich gerichtete Schrammen. Daß diese Schrammen jungglazial sind, scheint zweifelhaft, und sie mögen wohl, gleich Fetzen von moränenähnlichem Konglomerat, durch Abtragung hangender Basaltbänke bloßgelegt worden sein.

Als ich im Sommer 1904 in der Basalt-Formation Nord-Islands zweifellose Grundmoränen auf geschrammter Unterlage fand<sup>1)</sup>, wurde ich angesichts der gewaltigen Denudation und der großen tektonischen Veränderungen, welche seit der Ablagerung der betreffenden Moränen stattgehabt haben, zu der Annahme geführt, daß diese Glazialbildungen wohl tertiär, miocän wären. An dem tertiären Alter der Basalt-Formation, welcher sie eingeschaltet sind, hatte keiner gezweifelt. Seitdem ich aber im folgenden Jahre die große Ähnlichkeit gesehen habe zwischen der Moränen führenden Basalt-Formation der Umgebung von Hvalfjörður mit der — wie es eine fossilienführende Einschaltung derselben zeigt — sicher pleistocänen Basalt-Formation der Umgebung von Grundorfjörður auf der Snafells-Halbinsel, und überhaupt, wie nicht nur der ganze Oberbau der genannten Halbinsel, sondern auch bedeutende Teile der Plateau-Basalte derselben, pleistocänen Alters sind so finde ich, daß man am richtigsten tut, die Annahme von dem tertiären Alter der Glazialbildungen der „regionalen“ Basalt-Formation

<sup>1)</sup> Om Islands Geologi 1905, S. 23 f.

*habetis videlicet tertiae tertiariae  
sine moränen*

fallen zu lassen. Bestärkt wurde ich in dieser Meinung durch das Auffinden der glazialen Einschaltungen der Esja-Tafel. Die Grofsartigkeit der seit der Ablagerung dieser stattgehabten Veränderungen erinnert an die Verhältnisse der nordisländischen Basaltformation; unter diesen braucht kein grofser Zeitunterschied zu sein. Wenn aber, wie man annehmen mufs, die Hvalfjörd-Moränen pleistocän sind, so ist ein miocänes Alter für die Moränen der nicht weit entfernten Esja-Tafel kaum denkbar. Aber es ist ein sehr altes Pleistocän, von dem die Rede; mit ein paar hunderttausend Jahren kommt man da wohl nicht aus. Mit grofsem Interesse erwartet man, was das Alpenwerk Pencks und Brückners über die mutmafsliche Länge des Eiszeitalters mitteilen wird.

Th. Thoroddsen hat zweifelsohne recht, wenn er annimmt, dafs die Esja-Tafel nur der stehengebliebene Rest eines ehemals viel ausgedehnteren Basalt-Plateaus ist, während die südlich von Esja belegenen niedrigeren Basaltberge schief gesenkte Teile desselben Plateaus sind<sup>1)</sup>. Nach dem Auffinden der obenerwähnten Sedimentär-Horizonte der Basalt-Formation lassen sich diese tektonischen Verhältnisse mit gröfserer Sicherheit verfolgen. Interessant ist es zu sehen, wie die gesenkten und deswegen von einer gröfseren Gletschermächtigkeit der späteren Vereisungen überströmten Plateau-Bruchstücke in viel höherem Grade abgeschliffen worden sind als die Esja. Ich hoffe, auf diese Verhältnisse bei einer anderen Gelegenheit näher eingehen zu können.

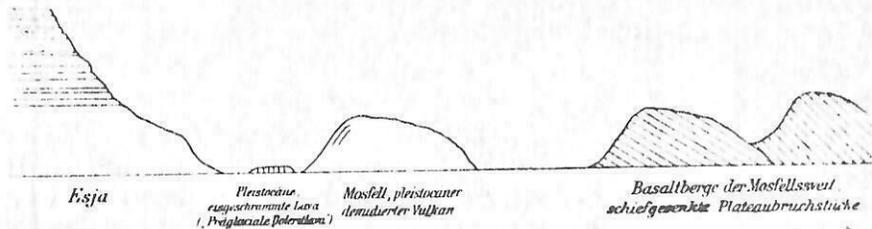
An dem Flüschen Kaldakvísl in Mosfellsveit sieht man Felsen, die aus Basalt und uralt aussehender, beinahe basaltharter Grundmoräne bestehen; in der ursprünglich schlammigen Grundmasse der Moräne kommen Zeolithen und Grünerde vor. Der Moränenfels an der Kaldakvísl dürfte um über 600 m gesenkt worden sein; aber übrigens müssen hier pleistocäne Verwerfungen von noch gröfserer Sprunghöhe stattgefunden haben. Höchst wahrscheinlich ist es nämlich diese Zertrümmerung des Plateaus, die uns in den genannten Beispielen so deutlich vor die Augen tritt, welche zur Bildung wenigstens der inneren Teile der Faxa-Bucht geführt hat; und hier sind wir wohl wieder einer Ansicht, Thoroddsen und ich (siehe die eben angeführte Arbeit). Doch, wie ich nach dem früher Gesagten kaum zu bemerken nötig habe, alle diese Vorgänge spielten sich nicht in präglazialer Zeit ab.

Hier hat man eine gute Gelegenheit, sich davon zu überzeugen,

<sup>1)</sup> Th. Thoroddsen: Vulkaner i det Nordöstlige Island, Bihang t. Svenska Vet.-Akad. Handl. 14, II Nr. 5, S. 67 (Sonderabdr.).

wie weit entfernt die „präglaziale Lava“ davon ist, präglazial zu sein. Wie Thoroddsen richtig bemerkt hat, floß diese Lava hier erst nach der Zertrümmerung des Plateaus. Diese Zertrümmerung fand aber, wie schon gesagt, erst im Eiszeitalter statt. Noch klarer wird dies durch das Verhalten „präglazialer Lavaströme“ zu pleistocänen Schalenablagerungen gezeigt.

Die Quelle eines Teils der pleistocänen Lava, der Mosfellsveit, findet man im Mosfell (Abbild. 63)<sup>1)</sup>. Dieser Berg ist nämlich kein Tafelbruchstück, sondern der Denudationsrest eines Vulkans, welcher in der gewaltigen Spalte zwischen Esja und den schief gesenkten Tafel-



Abbild. 63. Schematisches Profil von Esja nach SO., zu den Basaltbergen des Mosfellsveit.

bruchstücken entstand. Der Krater ist gänzlich verschwunden, aber das wechselnde Streichen der Tuffschichten — die stellenweise mit graulicher erhärteter Moräne eben der Art, welche mit den „Palagonit-Breccien“ zusammengeworfen wurden, bedeckt sind — deutet den Kegelbau an.

Der Ursprung eines Lavastroms an dem Kegel ist auch unverkennbar und zeigt zur Genüge die wahre Natur dieses größtenteils aus Tuffen und Breccien bestehenden Berges. Ein Vergleich von Mosfell mit dem früher genannten Leidólfsvell läßt ein höheres Alter für den ersteren Berg vermuten.

#### Nachtrag.

Leider hatte ich das Werk von Th. Thoroddsen: „Island. Grundriss der Geographie und Geologie“. Pct. Mitt. Ergh. 152 und 153, Gotha 1906, nicht gesehen als dieser Aufsatz geschrieben wurde. Es sei mir erlaubt, hier über das genannte Werk eine Bemerkung zu machen.

<sup>1)</sup> Vgl. Profil 5 Tafel II in der oben angeführten Arbeit Thoroddsens (Vulkaner i det Nordöstl. Island).

Die Ergebnisse, zu denen Thoroddsen am Ende seiner Untersuchungen in Island gelangt war, erscheinen in dieser neuesten Fassung vielfach modifiziert. Warum, wird ein Blick auf meinen Aufsatz „Das Pleistozän Islands u. s. w.“, Centralbl. f. Mineral. u. s. w., Stuttgart 1905, S. 740—745, zeigen. Aber trotz dieser Modifikationen wird Thoroddsen keineswegs den neuen Beobachtungen gerecht. Unermüdlich versichert Th., daß ich „in den oberen Etagen der Tuft-Formation Scheuersteine in einigen Breccien zwischen gescheuerten Laven gefunden [habe]“ (z. B. Island, S. 237). Die Sache liegt aber wesentlich anders: Früher wohlbekannte, aber als vulkanische Breccien mißgedeutete Gesteine, wurden als glaziale Bildungen erkannt, wobei sich ergeben hat, daß wenigstens  $\frac{4}{5}$  der quartären Bildungen Islands von Thoroddsen und früheren Geologen als präglazial angesprochen wurden. Und daß selbst die „tiefsten Etagen“ dessen, was Thoroddsen unter der Bezeichnung „Breccienformation“ verstanden hat, noch im Hangenden der ältesten Grundmoränen Islands sind, ist jedem Zweifel überhoben. Zwar wird man natürlich meine Diagnose der ältesten Moränen als solche anzweifeln können, trotzdem ich jahrelang mein Auge für solche Dinge zu schärfen gesucht habe; einwandfrei aber ist die Beobachtung, daß der pleistocäne schalenführende Horizont vom Berge Stöð der Basaltformation eingeschaltet ist. Auch können die Lagerungsverhältnisse von Tjörnes hier genannt werden. Es hat sich gezeigt, daß das Pliocän von Tjörnes von Basalten überlagert wird, denen glaziale Bildungen eingeschaltet sind. Thoroddsen wird gewiß nicht behaupten wollen, daß die Basalte von Tjörnes, — nach ihm ein miocäner Horst, dem das Pliocän angelagert wäre — jünger sind als irgend ein Teil seiner „Breccienformation.“