

MARTIN SCHWARZBACH



Geologen
fahrten
in
ISLAND

5. Auflage

Umschlagbild: Wasserfall von Gjáin (Thjórsárdalur)

Der Wasserfall liegt 18 Kilometer nordnordwestlich von der Hekla. Die Raudá (der „Rotbach“) stürzt hier über eiszeitalterliche Basaltlava, die im unteren Teil regelmäßig-säulig, im oberen Teil wirt geklüftet ist (isl. „kubbaberg“). Das heutige Thjórsá-Tal mit den nacheiszeitlichen Thjórsá-Laven ist in diese Schichten eingeschnitten. Nahe der Stelle liegen die ausgegrabenen Ruinen des altisländischen Gehöftes Stöng, das bei dem großen Hekla-Ausbruch 1104 verschüttet wurde. Siehe auch die Karte Abb. 19.

Geologenfahrten in Island

5. umgearbeitete und erweiterte Auflage

Von Prof. Dr. Martin Schwarzbach,
Universität Köln

Mit 1 Übersichtskarte, 78 Abbildungen
und Karten

KARAWANE-TASCHENBUCH

Ludwigsburg 1983

KARAWANE-VERLAG

Die 1. Auflage erschien 1956 in der Reihe
KÖLNER GEOLOGISCHE HEFTE

Herausgegeben vom Geologischen Institut der Universität Köln
Heft 5

- 2. Auflage 1964
- 3. Auflage 1971
- 4. Auflage 1975

KARAWANE-VERLAG

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, verboten.

© Karawane-Verlag - Ludwigsburg
Umschlag: Jürgen Hieber, Ludwigsburg
Satz und Druck: E. Wachter, Bönningheim

INHALT	Seite
Einleitung	5
Islands geologische Geschichte: ein kurzer Überblick . .	7
Das älteste Island	10
Brjánslaekur	10
Tertiäre Meeresversteinerungen in Island: Tjörnes . .	20
Die jungen Vulkane Islands	23
Eine Besteigung der Hekla	23
Auf den Westmännerinseln: Surtsey und Heimaey . .	30
An den Laki-Kratern von 1783	36
Über Landmannalaugar zur Eldgjá	44
Durch isländische Wüsten zur Askja	50
Am Mývatn: das „wahre gelobte Land der Vulkane“ .	58
Mývatn-Feuer	67
Auf den Spuren der Eiszeit in Island	69
Auf der Halbinsel Snaefellsnes	70
Isländische Sander und Gletscherläufe	74
Am Südrand des Vatnajökull	78
Energiequellen Islands	83
Isländische Wasserfälle	83
Heiße Quellen in Island	90
Einst eine Weltberühmtheit: der Große Geysir . .	90
Island als Geothermal-Gebiet	98
Island und die Wanderung der Kontinente	101
Thingvellir – der Gesetzesplatz	101
Die heutigen Vorstellungen über Islands geolo- gische Geschichte: Kontinentaldrift und Platten- tektonik	104
Anmerkungen	109
Erdgeschichtliche Zeittafel für Island	115
Einige bemerkenswerte Vulkanausbrüche in Island . . .	116
Kleines geologisches Wörterbuch; Aussprache des Isländischen	117
Namen- und Sachverzeichnis	121

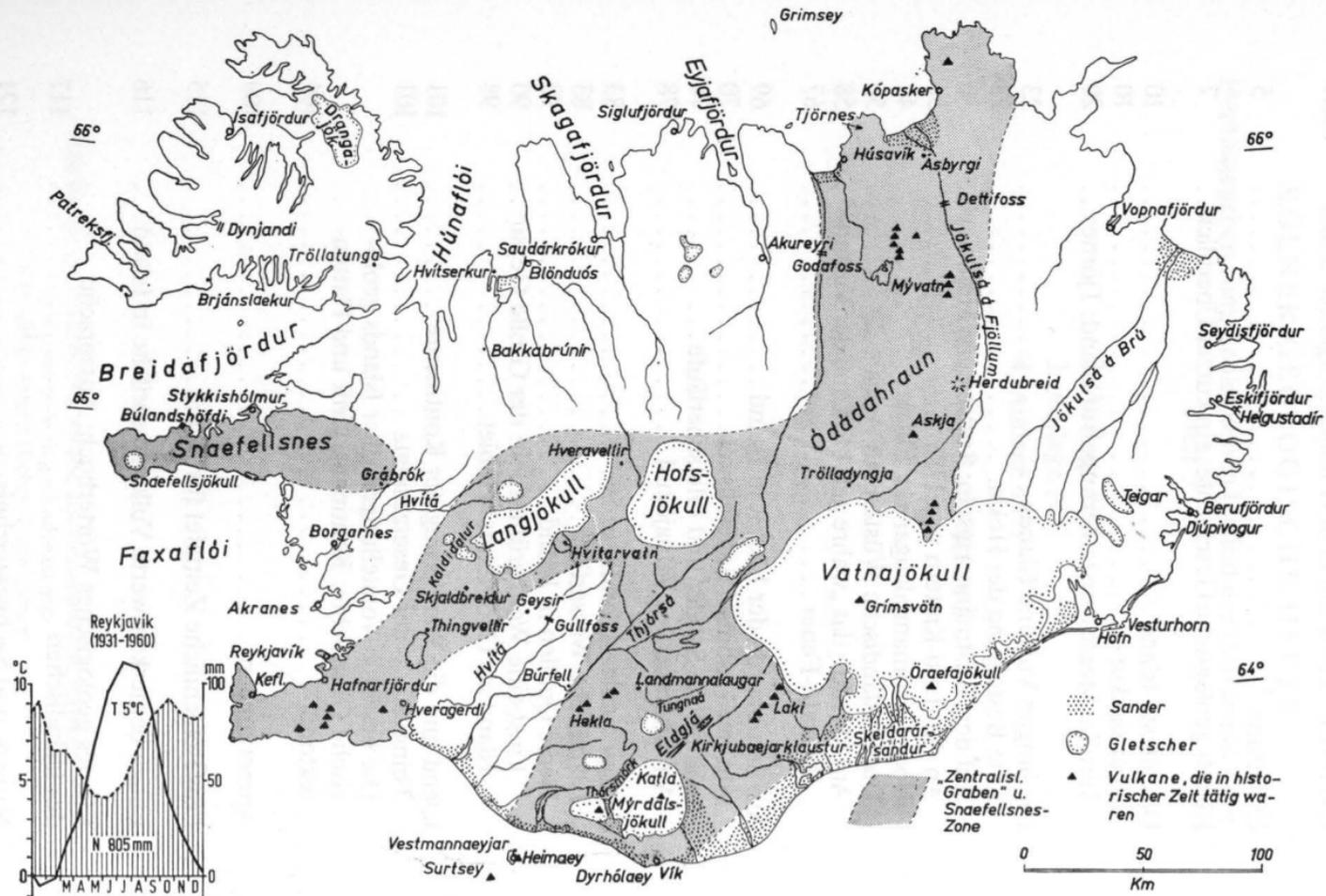


Abb. 1 Übersichtskarte von Island mit den Zonen junger Vulkane und den Sandern sowie Klimadiagramm von Reykjavik.

EINLEITUNG

In der I. Auflage dieses Büchleins (1956) heißt es: „Island ist ein kleines Land, aber in mancher Beziehung ein Land der Superlative. Es hat die größten Gletscher und die meisten tätigen Vulkane Europas, die meisten Buchhandlungen und – es hat nie Soldaten gehabt.

Wenn man den Reiseprospekten trauen dürfte, dann könnte man hier ungefähr so reisen wie auf dem Kontinent. Glücklicherweise stimmt das nicht. Zwar erreicht man viele Stellen der Insel mit fahrplanmäßigen Flugzeugen; aber sonst sind Bedürfnislosigkeit und vielfach der Schlafsack noch immer ein unentbehrliches Reiserequisit für den, der vom Innern etwas mehr sehen will als Thingplatz und Geysir (freilich sieht nur ein kleiner Bruchteil der Touristen viel mehr als das). Auch macht es sich doch vorteilhaft bemerkbar, daß in Island nur 1,5 Menschen auf den qkm kommen, und nicht fast 200 wie in Westdeutschland, wobei noch beinahe die Hälfte der Einwohner in einer einzigen Stadt, in Reykjavik, wohnt.

Die Fahrten, von denen im folgenden berichtet wird, wurden mit allen möglichen Verkehrsmitteln zwischen Pferd und Flugzeug gemacht, meist freilich zu Fuß oder im ‚Bill‘ (vom Automobil haben die Isländer merkwürdigerweise nicht wie wir das ‚Auto‘, sondern das ‚bil‘ in die Umgangssprache aufgenommen). Dabei sind unter Auto wiederum sehr verschiedenartige Erscheinungsformen zu verstehen, vom amerikanischen Luxusstraßenkreuzer bis (häufiger) zum Jeep oder den braven, schaukelnden Autobussen, die im Linienverkehr z. T. elf- und mehrstündige Strecken bewältigen.

Von Abenteuern besonderer Art kommt in dem Buch nichts vor. Es gibt in Island keine bösen Tiere und weniger böse Menschen als anderswo, ja, selbst die Autos sind hier nicht so böse wie bei uns, weil sie notgedrungen meist langsam fahren müssen (Autostraßen gibt es nämlich auch nicht). Ebensowenig aber wollen diese Zeilen ein Erinnerungs- oder Reisetagebuch sein, wie sie im Laufe der letzten 150 Jahre von zahlreichen Islandreisenden geschrieben worden sind. Vielmehr sollen sie in aufgelockerter Form eine erste Einführung in die erdgeschichtliche Entwicklung und den geologischen Aufbau der Insel geben, die nicht zu Unrecht ein ‚Geologenparadies‘ genannt wird, aber auch dem Laien wunderbar einprägsamen Unterricht in Geologie erteilt. Wenn ich könnte, würde ich meinen Studenten die Hälfte der ‚Allgemeinen Geologie‘ in Island demonstrieren.“

Das meiste aus der Einleitung von 1956 gilt noch immer, obgleich sich auch in Island manches gewandelt hat. Die Flugreise ist

kürzer geworden. Es gibt jetzt streckenweise richtige, befestigte Autostraßen (insgesamt wohl an 200 Kilometer). Allerdings besagt das nicht sehr viel gegenüber den 5000 Kilometern, die auf den „Autokarten“ als wichtige Straßen verzeichnet sind, tatsächlich jedoch meist unbefestigte Wege, z. T. Schotterwege, darstellen und bei schlechtem Wetter teilweise nur mühsam befahrbar sind. Den eigenen Wagen mitzubringen, ist daher nicht besonders empfehlenswert – Reifen, Windschutzscheibe u. a. haben in Island viel zu leiden.

Angesichts der vielen Flüsse, die man früher an Furten queren mußte, stellen zahlreiche kleine und einige größere Brücken einen erheblichen Fortschritt dar. Sie machen den einst unbedingt notwendigen Gebrauch von geländegängigen Autos mit 4-Rad-Antrieb vielfach unnötig und erlauben seit 1974 die vollständige Umrundung Islands (Länge des Rundweges: 1132 Kilometer!). So können heute mit normalen Bussen (und den hervorragenden isländischen Fahrern) und bei gutem Wetter Fahrten durchgeführt werden, die früher fast nur mit Zeltübernachtungen möglich waren. Das Reisen wird auch dadurch bequemer, daß die Zahl der (freilich einfachen, aber sauberen) Gasthäuser und „Sommerhotels“ gestiegen ist. Wer Zeltreisen mit ihrer besonderen Romantik vorzieht, kann natürlich auch diese haben. Die Isländer selbst – an ihr Klima schon im Kindergarten gewöhnt – reisen gern so.

Island ist gewiß nicht ein Reiseziel für jeden, zudem manches teurer ist als bei uns. Derjenige freilich, der mit etwas weniger Touristenkomfort als sonst zufrieden ist und Freude an unberührter, eigenartiger und einmaliger Landschaft hat, kann sich am Rande der Grönland-See besser erholen als in Rimini oder an der Costa Brava, und das unfriedliche und hektische Europa leichter vergessen. Und sicher werden viele Naturfreunde mit besonderer Genugtuung begrüßen, daß noch immer kein einziger isländischer Berg mit Hilfe einer Seilbahn erklommen werden kann.

Ich bin wiederum zahlreichen Isländern und Isländerinnen für ihre freundliche Hilfe zu großem Dank verpflichtet, vor allem meinen geologischen Fachgenossen J. *Áskelsson* †, Th. *Einarsson*, Tr. *Einarsson*, J. *Jónsson*, G. *Kjartansson* †, K. *Saemundsson*, S. *Thorarinsson*, T. *Tryggvason* †. Zwei von ihnen waren einst Kölner Studenten, aber auch sie sind längst zu meinen Lehrern in der Geologie Islands geworden, und ich gedenke mit Vergnügen der Tage, die ich bei zahlreichen Reisen mit ihnen und Kölner Institutsangehörigen dort verlebte. Für zahlreiche wertvolle Hinweise bei der Neubearbeitung dieses Buches bin ich besonders

Th. Einarsson, H. Noll und K. Saemundsson dankbar.

Die vorliegende 5. Auflage wurde wiederum durch das Büro für Länder- und Völkerkunde, Karawane-Studienreisen in Ludwigsburg angeregt, das ausgezeichnete wissenschaftliche und volksbildende In- und Auslandsreisen organisiert. Für die Möglichkeit einer neuen Auflage möchte ich meinen besonderen Dank aussprechen. Die Reiseschilderungen der früheren Auflagen, die ein unerwartet freundliches Echo gefunden hatten, wurden in zahlreichen Einzelheiten auf den neuesten Stand gebracht und neue Abschnitte hinzugefügt.

Die lange erwartete neue Straße über den Skeidarár-Sander, die den Zugang zu Islands größtem Gletschergebiet so erleichtert, der Schauplatz der Fast-Vulkankatastrophe auf Heimaey, die überraschend lebhafteste, jüngste Eruptionstätigkeit der Hekla und vor allem im Mývatn-Gebiet haben dem Islandreisenden ja ganz neue und interessante Ziele erschlossen. Und Wißbegierigen wird auch ein Hinweis auf Island als (im wörtlichen Sinne) „herausragender“ Schauplatz der „Kontinentverschiebung“ und „Plattentektonik“ willkommen sein.

Geologische Begriffe, die für Island wichtig sind, findet man am Schluß zu einem kleinen „geologischen Wörterbuch“ zusammengestellt. Im Text ist durch * darauf verwiesen, durch Ziffern auf die Anmerkungen¹. GRF bedeutet „Geol. Routenführer durch Island“¹. Die Anmerkungen dienen zur weiteren Vertiefung und geben Hinweise auf Fachliteratur; sie werden für diejenigen nützlich sein, die geologisch schon etwas vorgebildet sind. Aus rein praktischen Gründen ist die vom Leser leichter erreichbare *deutsche* Literatur bevorzugt zitiert.

ISLANDS GEOLOGISCHE GESCHICHTE: EIN KURZER ÜBERBLICK

In einzelnen Kapiteln sollen anschließend kennzeichnende Landschaften, Vulkane, Gletscher, Wasserfälle dem Islandreisenden vom Geologen nahegebracht werden. Dabei wird von Beobachtungen ausgegangen, die auch der Nicht-Geologe leicht machen kann. Aber einige Grundzüge der geologischen Geschichte mögen vorangestellt werden.

1. Island ist die größte Vulkaninsel der Erde. Abgesehen von einem dünnen, löchrigen Schleier wind-, wasser- und eisbürtiger Staub-, Sand- und Schuttsedimente besteht die Insel fast ganz

aus Lava- und Tuffgestein. Basalt überwiegt mit seinen dunklen Farben (ca. 80–85%) weit, doch gibt es auch ansehnliche Gebiete (ca. 10%) mit dem hellen Rhyolith (= Liparit), dieser oft durch heiße Dämpfe (hydrothermal) zu auffälligen weißen, gelben, rötlichen tonigen Gesteinen zersetzt. Beim Basalt steht die Untergruppe der Tholeiite* an erster Stelle; das sei besonders erwähnt, weil ihr Name von dem Ort Tholey nördlich von Saarbrücken abgeleitet ist.

2. Eine geologische Übersichtskarte weist eine klare Dreiteilung der Insel auf (Abb. 1). Das wurde schon in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts erkannt, wenn auch zunächst nur in ganz groben Umrissen. Der ganze Nordwesten (mit Ausnahme der Snaefellsnes - Halbinsel) und der Osten sind hauptsächlich aus vielen flachlagernden, insgesamt mehrere Kilometer mächtigen Basaltlava-Ergüssen aufgebaut („Plateau-Basalten“), den ältesten Gesteinen Islands – soweit bisher bekannt, bis zu 16 Millionen Jahren alt. In der Abb. 1 sind sie weiß gelassen. Sie gehören in die jüngere Tertiär-Zeit (Miozän-Pliozän). Zentralvulkane⁴² gab es auch hier, doch nur Überreste, von Lavadecken überlagert, sind in tiefen Tal-Einschnitten inmitten der Plateaubasalte freigelegt.

Landschaftlich bilden alle diese vulkanischen Gesteine, denen manchmal dünne Sedimentlagen eingeschaltet sind, vorwiegend weite, einförmige Hochplateaus. Zahlreiche Fjorde sind darin eingeschnitten. Die Fahrt nach Brjánslaekur (mit einem berühmten Fundort versteinerner Pflanzen) gehört hierher. Als Besonderheit sei die Halbinsel Tjörnes im Norden angefügt, die zwar nicht zum Gebiet der Plateaubasalte gehört, aber die wichtigste und fast einzige Fundstelle von jungtertiären (und altquartären) Meeresversteinerungen ist.

3. Die beiden großen Gebiete der tertiären Plateaubasalte sind getrennt durch eine zentrale, geologisch und landschaftlich unruhige Zone, in der sich u. a. die Vulkanausbrüche in historischer Zeit, d. h. in den letzten 1100 Jahren, ereigneten (in der Karte Abb. 1 grau). *Krug von Nidda* hatte 1834 diese Zone als „Große Längen-Thal“ bezeichnet. Später sprach man von einem „Zentralisländischen Graben“, jetzt heißt es meistens einfach „Jung- oder Neovulkanische Zone“. Sie verläuft, von der Halbinsel Reykjanes herkommend, zunächst in Südwest-Nordost-Richtung und biegt dann nach Norden um. Landschaftlich ist sie bestimmt durch den vielfachen Wechsel jungvulkanischer Vorgänge: durch einzelne große „Zentralvulkane“ oder kleinere, oft in Reihen angeordnete, ganz verschieden aufgebaute Vulkankegel, die sich aus flacherem Land erheben. Die Fahrten zur

Hekla, nach den Westmännerinseln, Laki-Kratern, Eldgjá, Askja und Mývatn geben ein gutes Bild dieser vielfältigen Landschaft. Dazu gehört auch die etwas abseits gelegene Halbinsel Snaefellsnes.

4. Ein ganz wesentliches Merkmal drückt die Insel schon durch den Namen „Island“ = Eisland aus. Die großen Gletscher – unter ihnen Europas größter, der Vatnajökull – weisen auf die „Eiszeit“ hin, die hier vor wenigen Millionen Jahren zur Gletscherbildung und zeitweise dann zu fast völliger Vereisung der Insel führte. Abgesehen vom Drangajökull im Nordwesten liegen die heutigen Gletschergebiete – meist mit „jökull“ (= Gletscher) im Namen – auf hohen Zentralvulkanen. Die enge Verknüpfung von Vulkanen, die unter dem Gletscher (subglazial) tätig waren oder noch sind, führt zu kennzeichnenden Gesteinen (Hyaloklastit*) und Mineralumbildungen (Palagonit*) sowie zu bemerkenswerten Naturkatastrophen („Gletscherläufen“*), die nirgends besser als in Island studiert werden können. Einige Fahrten bringen uns zu den „Spuren der Eiszeit“ in Island hin.

5. Island besitzt fast gar keine Bodenschätze im üblichen Sinn, wohl aber wertvolle natürliche Energiequellen. Das sind einmal die vielen Heißwasser-(Geothermal-)Gebiete (mit dem berühmten Großen Geysir). Die wichtigsten davon liegen in der jungvulkanischen Zone. Aber zu den möglichen, z. T. bereits genutzten Energiespendern gehören auch die zahllosen Wasserfälle – touristische Glanzpunkte der isländischen Landschaft. Auf einige der großen Wasserfälle wird in einem besonderen Abschnitt eingegangen.

6. In den letzten Jahrzehnten ist die Vulkaninsel Island mit in den Vordergrund einer der modernsten, umwälzenden Vorstellungen der Geowissenschaftler getreten: der Erkenntnis, daß die Kontinente (aber nicht nur diese) wandern. Diese „Drifthypothese“ geht vor allem auf Alfred *Wegener* zurück und hat in dem Gedankengebäude der „Plattentektonik“ eine Art Siegeszug angetreten. Ein letzter Abschnitt soll daher die Beziehungen zwischen „Island und der Wanderung der Kontinente“ darlegen, ausgehend von unseren „Geologenfahrten in Island“ und abschließend mit dem Besuch von Thingvellir, des alten Thingplatzes der Isländer und ältesten Parlamentsstätte nicht nur Islands.

DAS ÄLTESTE ISLAND

BRJÁNSLAEKUR

Die nordwestliche Halbinsel ist wohl der Teil Islands, der am wenigsten besucht wird. Über steinige, holprige, oft vom Regen aufgeweichte Wege und durch reißende Bäche sucht sich das Auto mühsam den Weg, bald unten an der steilen, viel gewundenen Küste entlang, bald über öde Geröllhalden auf der sturmüberbrauten Höhe mit kümmerlicher Vegetation. Die Grenze ewigen Schnees liegt auf der Nordwesthalbinsel niedriger als sonst auf der Insel (bei 750 Meter), und als mein Kollege Jóhannes Áskelsson im Juli 1955 mit mir dorthin fuhr, trafen wir bis zu 200 Meter Meereshöhe herab noch vereinzelt Schneeflocken. An geschützten Stellen breiten sich sumpfige Wiesen aus mit den unzähligen grünen Hügeln der Thufur (Abb. 2), die wie Maulwurfshaufen aussehen, aber dem Frost (ähnlich wie die Frostaufbrüche unserer Straßen) ihre Entstehung verdanken². Im kahlen steinigen Boden haben ähnliche Vorgänge des Bodenfließens regelmäßige Steinringe entstehen lassen (Abb. 3)³. Birkenwälder gibt's – 10 oder 20 Zentimeter hoch, aus *Betula nana*, der Zwergbirke, bestehend, dazwischen Moosbeere (*Vaccinium uligi-*



Abb. 2 Die Wiesen Islands sind oft über und über mit Hügeln der Thufur bedeckt. fot. W. Iwan aus C. Troll (Geol. Rundsch. 1944).



Abb. 3 Regelmäßige Steinringe beobachtet man nicht selten auf steinigem Boden. Kikafell bei Brjánslaekur. fot. W. Friedrich.

nosum), Krähenbeere (*Empetrum nigrum*), Achtblättrige Silberwurz (*Dryas octopetala*) mit den leuchtend weißen Blüten und behaarten Fruchtbländen, auf dem kahlen Kiesschutt der Strandterrassen die großen bleichgelben Glocken eines Mohns (*Papaverradicatum*). Eine Flora, ähnlich der unserer Alpenmatten, nur viel kümmerlicher⁴, und *unsere Eiszeitflora*, deren spärliche Reste wir da und dort aus den glazialen Schichten Mitteleuropas kennen.

Es ist eigentlich kein Wunder, daß in einem solchen Lande schon vor mehr als 200 Jahren den nachdenklichen Bewohnern *versteinerte Blattabdrücke* auffielen. Damals bereisten zwei Isländer im Auftrage der Kgl. Societät der Wissenschaften in Kopenhagen das Land, der Vice-Lavmand Eggert *Ólafsson* und der Landphysikus Bjarni *Pálsson*. *Ólafsson* hat das Ergebnis dieser Reisen in einem dicken, zweibändigen Werk niedergelegt, das 1772 in dänischer Sprache erschien, aber auch ins Deutsche (1774-75) und Französische übersetzt wurde. Es ist eine grundlegende, offenbar äußerst sorgfältige geographische Beschreibung Islands. Eggert *Ólafsson* war für seine Aufgabe ausgezeichnet geeignet. Geboren 1726 auf einer Insel des Breidafjords, studierte er in Kopenhagen und machte sich schon dort einen geachteten Namen. Nach den isländischen Reisen (1752-1757) erhielt er den angesehenen Posten eines Vice-Lavmands (der Lavmand ist der oberste Provinzbeamte); aber schon am 30. Mai 1768 verunglückte er kurz nach seiner Hochzeit mit einem Boot im Breidafjord, „wo-

bei er nebst seiner Frau das Leben und die gelehrte Welt die Hoffnung verlor, von seiner kostbaren Sammlung zur alten nordischen Literatur gehörigen Handschrift und von seinen noch übrigen Abhandlungen über die isländische Naturhistorie jemals etwas zu sehen, indem sie mit ihm zusammen ein Raub der Wellen wurden”.

1752 kam Eggert Ólafsson nach Brjánslaekur (das damals einfach Laekur = Bach hieß) und fand dort den Surtarbrand und die Pflanzenschichten, durch die der Ort heute berühmt ist. (Surtarbrand bedeutet „Schwarzgebranntes“ und ist die isländische Bezeichnung für Kohle.) So ist der Ort die am längsten bekannte Fundstelle der vieldiskutierten „Polarflore“, doch gibt es gerade auf der Nordwest-Halbinsel noch zahlreiche weitere Fundpunkte (Abb. 7).

Heute gelangt man ziemlich leicht nach Brjánslaekur; sogar ein Autobus fährt während des Sommers in vielstündiger rüttelnder Fahrt von Reykjavik dorthin und weiter nach Nordwesten, und ebenso verkehrt regelmäßig ein Motorboot zwischen Brjánslaekur und Stykkishólmur. Halbwegs auf unserer Reise, im Nordurá-Tal, begegnen wir zum letzten Mal einigen modellhaften jungen Vulkankratern (Abb. 4) – aber auch schon dem Landschaftsbild, das uns in West-, Nord- und Ost-Island immer wieder vor Augen tritt: in scheinbar ermüdender Eintönigkeit und Regelmäßigkeit sind hier viel ältere, der Tertiärzeit zugehörige Basalttafeln („Plateaubasalte“) übereinander gestapelt (Abb. 5). Eggert Ólafsson sprach daher ganz treffend von „*ordentlichem Gebirge*“ (im Gegensatz zum „unordentlichen“). Zwanzig und mehr einzelne „Decken“ kann man an den mächtigen Wänden der Täler und Fjorde manchmal beobachten. Sie lassen sich auch heute noch nicht im einzelnen gliedern, obwohl inzwischen eine wichtige Erkenntnis gewonnen wurde: die Basaltlagen zeigen bald die gleiche („normale“) Orientierung des Nord- und Südpols wie das heutige magnetische Erdfeld, bald entgegengesetzte. Es kam nämlich im Laufe der Erdgeschichte mehrfach zu Umpolungen, und die jeweilige Orientierung ist in der erstarrenden Lava mit „eingefroren“. In Island lassen sich solche „*paläomagnetische*“ Messungen⁵ leicht mit einem gewöhnlichen Kompaß durchführen; sie sind ein wichtiges Hilfsmittel des Geologen im Gelände geworden. Leider ist die Zahl der magnetischen Umpolungen groß und daher die genaue Zuordnung einer Messung zu einer der zahlreichen magnetischen Perioden meist nicht möglich.

Für *Mineralsammler* sei eingeschaltet, daß gerade die Plateaubasalte in Blasenräumen nicht selten schöne Mineralneubildungen



Abb. 4 Junger Vulkankegel mit schönem Krater inmitten der älteren Plateaubasalte. Grábrókarfell (Raudbrók), von der Grábrók aus gesehen. Um das Alter dieses Vulkans genauer zu bestimmen, wurde auch die moderne Methode des radioaktiven Kohlenstoffs (C 14) zu Hilfe genommen. Daraus und aus anderen Überlegungen ergab sich ein Alter zwischen 1100 und 3700 Jahren. fot. 12. 7. 1955.

enthalten: Zeolithe, Chalzedon, Jaspis u. a. Auch die Geröllanhäufungen der Flüsse und am Meeresstrand lohnen manchmal die Suche. Eine schon lange bekannte Fundstelle im Osten (Teigar am Berufjord) ist freilich für Sammler gesperrt, wie das ja auch bei uns vorkommt. Ein anderer altberühmter Fundpunkt ist an den ostisländischen Reydarfjord geknüpft; bei *Helgustadir*, nicht weit von dem Fischerhafen Eskifjördur, baute man einst außerordentlich reinen Kalkspat ab, der dort dem Basalt gangförmig eingelagert ist⁶. Hier sind wir an einer geologiegeschichtlichen „klassischen“ Stelle; denn an Kalkspäten von Helgustadir

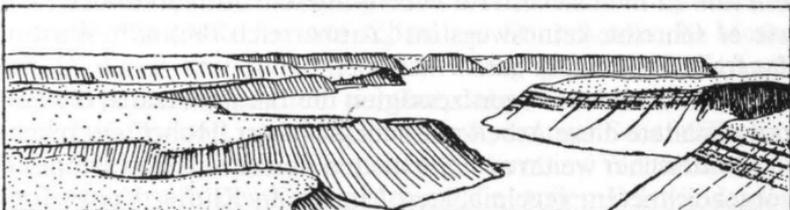


Abb. 5 Plateaubasalt-Landschaft auf der Nordwest-Halbinsel (Jökulfidur). Nach einem Flugfoto.



Abb. 6 Ruine eines Basaltganges bei Raudsdalur. Wie eine halbverfallene Mauer zieht er an der Küste nahe Brjánslaekur in WSW-ONO-Richtung entlang. Die Brandung hat ihn herausgewaschen und z. T. zerstört. fot. W. Friedrich 1963.

entdeckte der Kopenhagener Gelehrte Erasmus *Bartholinus* 1669 die Doppelbrechung des Kalkspats: dessen „Doppelname“ „*Isländischer Doppelspat*“* geht darauf zurück!

Die vielen Basaltdecken entsprechen ebensovielen weit ausgehenden Lavaergüssen, und sie bilden das älteste Grundgerüst der Insel, das „Grundgebirge“, mit dem sie dem Meer entstieg. Zwischen die Ergüsse schalten sich stellenweise weichere Tuffe und Sedimente ein. So entstand später durch die auswählende Abtragung stellenweise eine Schichtstufenlandschaft, und es mutet gar nicht einmal so überraschend an, daß noch 1861 – fast ein halbes Jahrhundert nach dem Tode Abraham Gottlob *Werners*, des berühmten „Vaters der Geologie“ in Freiberg in Sachsen – der Münchener Gustav Georg *Winkler* darin einen Beweis für die „neptunistische“ Entstehung der isländischen Basaltdecken sah. Er hielt sie also für Meeresabsätze und fühlte sich hier, wie er schreibt, keineswegs im „Zauberreich Plutos“⁷. Wir tun das freilich ganz und gar.

Flüsse und Meereswogen zersägten die Basaltplateaus; die Eiszeit gestaltete diese Arbeit mit dem gröberen „Hobel“ der mächtigen Gletscher weiter aus. Sie hielten sich alle an die tektonisch vorgezeichneten, regelmäßigen Linien, an Klüfte, Verwerfungen, Spalten. Auch die vielen *Gänge** von Basalt zeugen von der alten Tektonik. Schon von weitem sieht man an den Steilhängen,

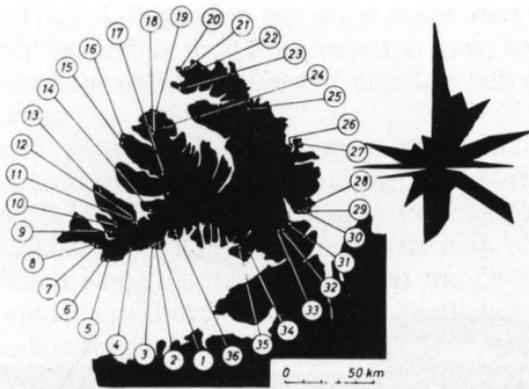


Abb. 7 Die vielen Fjorde der NW-Halbinsel folgen tektonischen Linien. Rechts: statistische Darstellung der Fjord- und Tal-Richtungen in West-Island (untere Hälfte der Richtungsrose; 52 Messungen) und der Kluft- und Gang-Richtungen (obere Hälfte; 2035 Messungen), nach H. Sigurdsson 1967 (Mid-Ocean Ridges). Das „Zifferblatt“ bezeichnet Fundstellen tertiärer Pflanzen, die in diesem Plateaubasaltgebiet besonders häufig sind (nach W. Friedrich 1966); 1 = Brjánslaekur.

wie sie die flachlagernden Basalttafeln durchsetzen – oft wunderschön von der Verwitterung oder der Brandung als senkrechte Mauern herauspräpariert. Ein lehrbuchhaftes Beispiel liegt an der Küste bei Raudsdalur, nur 6 Kilometer südwestlich Brjánslaekur (Abb. 6); auch der selten besuchte, aber häufig als Ansichtskarte verschickte, malerische Felsen Hvitserkur (am Húnafjord) gehört hierher. Die Gänge halten mit großer Beständigkeit bestimmte tektonische Richtungen inne, bei Brjánslaekur West-südwest–Ostnordost.

Das Ergebnis der tektonischen Vorzeichnung ist die ungeheuer, doch recht gesetzmäßig *gegliederte Küste* gerade Nordwest-Islands mit ihren zahlreichen, meist Nordwest–Südost oder –senkrecht darauf – Nordost–Südwest oder Nord–Süd verlaufenden Tälern und Fjorden. Man sehe sich nur einmal die Karte (Abb. 7) an!

Brjánslaekur liegt am Ausgang eines solchen kleinen Fjords, des Vatnsfjördur (Abb. 8). Auf schmalem Strandsaum, 30 Meter erhöht durch spät- oder nacheiszeitliche geröllreiche Strandwälle, erheben sich, weithin sichtbar, das schmucklose und nüchterne Bauern- und zugleich „Posthaus“, ein paar Schafställe, ein Kirchlein mit spitzem Türmchen und rotem Wellblechdach. Drüben, jenseits des Fjords, steigen die steilen Felswände des nächsten Vorgebirges aus dem graugrünen Meer. Die Basalttafeln setzen sich in schwarzen, buhnenartigen Rippen und zahl-



Abb. 8 Am Vatnsfjord auf der Nordwesthalbinsel mit dem Gehöft Brjánslaekur. fot. 18. 7. 1955.

losen Inselchen in den Vatns- und weiten Breidafjord hin fort, und auch hinter dem Gehöft steigt das Gelände über grüne, sumpfige und graue, steinige Hänge mit langgezogenen Steinstreifen rasch an. Einige reißende Bäche haben tiefe Schluchten ausgewaschen. Die nördlichste führt auch auf der Karte den Namen „Surtarbrandsgil“ und ist der wichtigste Fundpunkt der pflanzenführenden Schichten (Abb. 9). Nach dreiviertel Stunden ungebahnten Weges haben wir ihn erreicht. Ein malerischer, düsterer Aufschluß – im Hintergrund stürzen die weißen Fäden eines Wasserfalls über dunkle Basaltfelsen herab, die auch die hohen Hänge über uns krönen. Darunter liegen, stark unterwaschen, schön geschichtete tonige und sandige Gesteine und dünne, höchstens einige Dezimeter dicke Lagen schwarzer, holziger Kohle, und, in sie eingeschaltet, ein Basalt-„Lagergang“. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Schlucht als *Naturdenkmal geschützt* und das Sammeln von Versteinerungen *nicht erlaubt* ist!

Hier fand Eggert Ólafsson die versteinerten Pflanzen. Ganze Lagen sind nur aus zusammengeschwemmten großen Blättern aufgebaut (Abb. 10). Wundervoll tritt die feine Nervatur hervor. Andere Schichten enthalten wieder mehr Zweige von Nadelbäumen und zusammengepreßte Holzreste. „Man kann deutlich die Eichen-, Birken- und Weidenblätter unterscheiden“, schreibt

Ólafsson. „Diese Lithiphyllen mit ihren costis, nervulis und mit ihrer ganzen vegetabilischen Zusammensetzung, behalten noch ihre ursprüngliche natürliche Gestalt, deutlicher als ein Maler sie zeichnen kann.“

Ebenso treffend wie die Beschreibung der Schichten sind *Ólafsson*s Bemerkungen über ihre Entstehung. „Daß Surtarbrand einmal wirkliches Holz, und daß folglich, wo er gefunden wird, oder da in der Nähe Waldung gewesen ist, darf man nicht mehr in Zweifel ziehen: seine Fäserchen, Knospen und Zweige zeigen es deutlich und die erwähnten Blätter noch deutlicher. Keiner wird behaupten können, daß dies nur ein Spiel der Natur sei.“ Damit eilt der Isländer seiner Zeit weit voraus, und später hat man lange Zeit wieder andere, unrichtige Anschauungen über die „Polarflore“ gehabt.

Einer der Pioniere der Tertiärbotanik, der Schweizer *Oswald Heer*, hat diese reiche Fülle (damals hauptsächlich gesammelt von dem Kopenhagener Professor *J. Steenstrup*) vor hundert Jahren gründlich beschrieben⁸. In neuerer Zeit beschäftigte sich besonders der isländische Geologe *Jóhannes Áskelsson* in kleineren Arbeiten mit dieser berühmten Fundstelle, und zuletzt gab *Walter Friedrich* eine sorgfältige, moderne Gesamtdarstellung⁹. Er führt neben zahlreichen Arten von Kieselalgen und Pollen fol-



Abb. 9 Die berühmte Fundstelle tertiärer Pflanzen im Surtarbrandgil bei Brjánslaekur. Am Hang links oben Basalttafeln mit senkrechten Säulen; darunter pflanzenführende Schichten mit dünnen Kohlenflözen. Rechts am Hang herausgewitterte, senkrechte Basaltgänge. Nach *Áskelsson* (1954).



Abb. 10 Abgefallenes Laub – aus der Tertiärzeit. Die Schichtflächen sind über und über mit Blättern bedeckt. Brjánslaekur. 1/1. Slg. Geologisches Institut Köln. fot. U. Jux.

dende vielfältige Florenliste an: Schachtelhalm, Tanne, Fichte, Mammutbaum, Pappel, Weide, die Gagelstrauch-Verwandte *Comptonia*, Erle, Birke, Hasel, Ulme, Magnolie, Sassafras, Ahorn, Zerkowia und Tulpenbaum. Von den meisten dieser höheren Pflanzen sind *nur Blätter* überliefert, und zwar sehr eigenartig: „sie sind oben weiß wie Asche, auf der unteren Seite aber schwarz“, wie der scharfsinnige Eggert Ólafsson schon 1772 beobachtete. W. Friedrich hat diese merkwürdige Erhaltung deuten können. Die weiße Kruste besteht aus winzigen Kieselalgen (Diatomeen), die sich auf den abgestorbenen Blättern in dünner Schicht absetzten; außerhalb der kompakten Blätter dagegen vermischten sich die hellen Diatomeen-Reste mit dem dunklen Schlamm und fallen daher nicht mehr auf (Abb. 11). Die botanische Bestimmung isolierter Blätter ist notgedrungen nicht immer ganz sicher; aber die verwandtschaftlichen Beziehungen weisen doch am meisten auf die heutige nordamerikanische Pflanzenwelt (Abb. 12). Altersmäßig wurde die fossile Flora

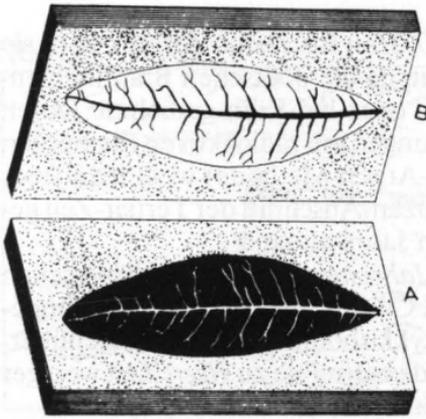


Abb. 11 Die eigenartige Erhaltung der tertiären Blätter. Sie sind als kohlige Häutchen erhalten geblieben, aber von einer dünnen weißen kieseligen Kruste (aus Kieselalgen) bedeckt, die an der „hängenden“ Platte (hochgeklappt gezeichnet) haftet. Nach W. Friedrich 1966.

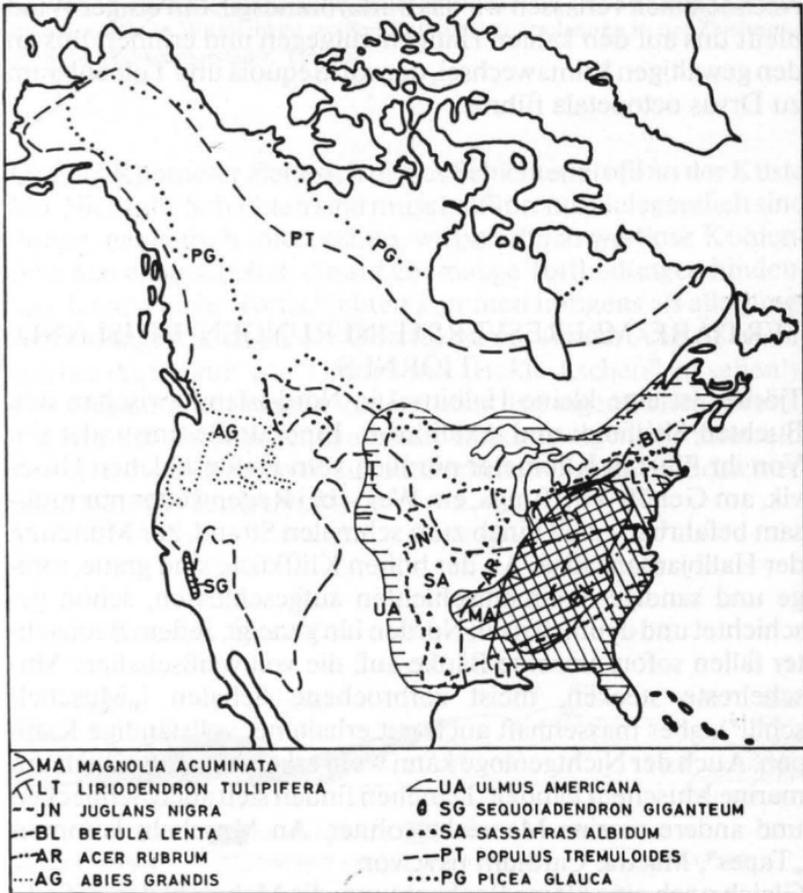


Abb. 12 Die meisten Beziehungen der fossilen Flora von Brjånslaekur weisen nach Nordamerika. Die Karte zeigt die heutige Verbreitung einiger nahe verwandter Arten. Selbst eine von Heie und W. Friedrich 1971 beschriebene versteinerte Blattlaus von der Nordwest-Halbinsel hat ihren nächststehenden Verwandten im östlichen Nordamerika¹⁰. Nach W. Friedrich 1966.

von Brjánslaekur schon von *O. Heer* ins *Tertiär* gestellt, d. h. sie lebte so etwa zur gleichen Zeit, da die deutschen Braunkohlenwälder im Geiseltal bei Halle oder bei Köln gediehen. Durch moderne physikalische Datierungen mit radioaktiven Elementen (besonders durch die Kalium-Argon-Methode) weiß man jetzt, daß diese Schichten in den Miozän-Abschnitt der Tertiär-Zeit gehören und gegen 15 Millionen Jahre alt sind.

Bereits *O. Heer* schätzte die *Jahrestemperatur* des isländischen Klimas jener Zeit auf 11 Grad Celsius, und das ist wohl mindestens ungefähr richtig. In Stykkishólmur auf der gegenüberliegenden Seite des Breidafjords betrug sie zu *Heers* Zeit weniger als 3 Grad Celsius (heute über 4 Grad)! –

Nachdenklich verlassen wir das Surtarbrandsgil. Ein eisiger Wind pfeift uns auf den kahlen Hängen entgegen und erinnert uns an den gewaltigen Klimawechsel, der von Sequoia und Tulpenbaum zu *Dryas octopetala* führte.

TERTIÄRE MEERESVERSTEINERUNGEN IN ISLAND: TJÖRNES

Tjörnes ist eine kleine Halbinsel in Nord-Island zwischen den Buchten Skálfandi und Axafjörður. Eine Straße umrundet sie. Von ihr führt 10 Kilometer nördlich vom Hafenstädtchen Húsavík, am Gehöft Ytri Tunga, ein Weg – bei Regenwetter nur mühsam befahrbar – steil hinab zum schmalen Strand, zur Mündung der Hallbjarnarstadaá. An der hohen Kliffküste sind graue, tonige und sandige Sedimentschichten aufgeschlossen, schön geschichtet und deutlich nach Norden hin geneigt. Jedem Beobachter fallen sofort einzelne Bänke auf, die voll weißschaliger Muschelreste stecken, meist zerbrochene Schalen („Muschel-schill“), aber massenhaft auch gut erhaltene, vollständige Klappen. Auch der Nichtgeologe kann wohl erkennen, daß es sich um marine Muscheln handelt. Daneben finden sich auch Schnecken und andere marine Meeresbewohner. An Muscheln kommen „*Tapes*“, *Mactra*, *Cardium* usw. vor.

Gleich noch eine kleine Beobachtung: die Mehrzahl der im Sediment eingebetteten Muschel-Klappen ist „eingeregelt“, die konvexe Wölbung der Einzelklappen zeigt meist nach oben. Nicht zufällig; sondern das ist die stabilste Lage, in der die toten Klappen, von der See leicht bewegt, schließlich verharren (Abb. 13).

Nord

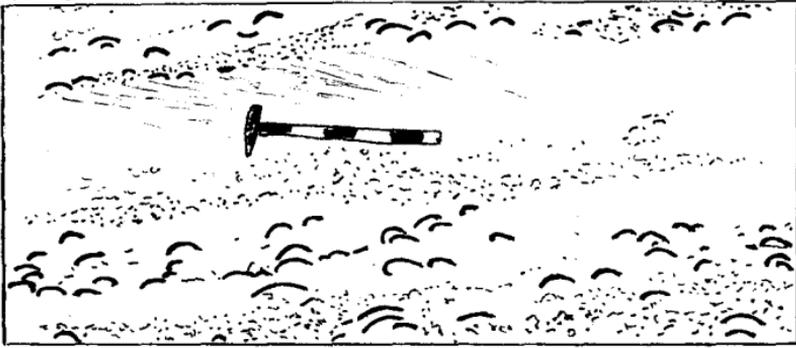


Abb. 13 Senkrechter Hang mit eingeregeltten Muschel-Klappen, meist *Cyprina islandica*. Die in Wirklichkeit weißen Kalkschalen erscheinen in der Zeichnung schwarz. Hallbjarnarstadir, Tjörnes.

Über 15 Kilometer zieht sich dieses Schichtenprofil an der Küste hin. Nicht alle Schichten sind muschelführend. Gelegentlich sind dünne, geologisch interessante, wirtschaftlich wertlose Kohlenflözchen eingeschaltet, die auf ehemalige Torfbildungen hindeuten. Jetztzeitliche Torfschichten kommen übrigens als allerjüngste Bildungen auch an der Oberfläche vor (in der Abb. 18 ist ein solcher Aufschluß von Tjörnes mit „Hekla-Aschen“ zu sehen!). Das Gesamtprofil enthält zudem über den eigentlichen (West-) Tjörnes-Schichten mächtige Basalt-Einlagerungen, die ihrerseits von den noch jüngeren eiszeitalterlichen Breidavik-Schichten überlagert werden (Abb. 14).

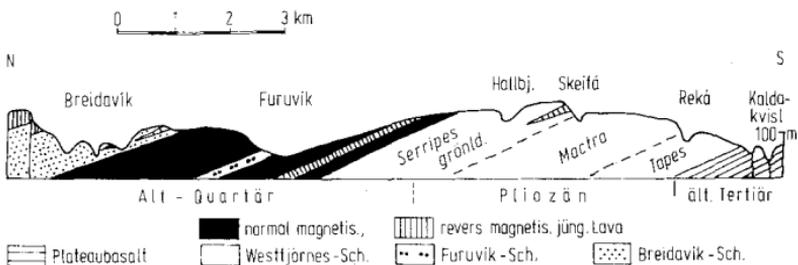


Abb. 14 Geologisches Profil der westlichen Küste von Tjörnes.

Die Schichten sind nach Norden geneigt, so daß im Süden die ältesten, im Norden die jüngsten liegen. Die muschelführende „Westtjörnes“-Schichtenfolge ist in drei Abschnitte gegliedert (benannt nach darin vorkommenden Muscheln). Bei den quartären Basalten ist ihre normale oder umgekehrte Magnetisierung angegeben. Aus GRF nach *Bárdarson, Strauch, Th. Einarsson*.

Bereits Eggert Ólafsson erwähnte 1749 die auffallenden Tjörnes-Fossilien, die allerdings erst zu Anfang unseres Jahrhunderts genauer studiert wurden, 1963 dann von F. Strauch¹¹ in seiner Kölner Dr.-Arbeit. Man erkannte, daß besonders die fossilen Funde aus den Westtjörnes-Schichten nicht genau der heutigen Mollusken-Fauna entsprechen, sondern zeitlich in die jüngste Tertiär-Zeit (Pliozän), z. T. vielleicht in die älteste Quartär-Zeit gehören, d. h. wie Thorl. Einarsson, Hopkins & Doell 1967 aufgrund paläomagnetischer Untersuchungen zeigten, etwa 3,5 – 2,5 Millionen Jahre alt sind. Einige radiometrische Datierungen haben das im ganzen bestätigt (K. J. Albertsson 1978¹²). Sie sind also älter als die jungen Vulkane, aber erheblich jünger als die Plateaubasalte. Sie lassen auch erkennen, daß das Klima zuerst wärmer war als heute, bis es zu eiszeitlichen Klimaveränderungen kam.

Die Westküste von Tjörnes ist die einzige Stelle in Island, wo man die jungtertiäre Molluskenfauna bequem aufsammeln kann¹³. Wir wollen gleich hinzufügen, daß es überhaupt die älteste marine Fauna auf der Insel ist. Das läßt vermuten, daß in den großen Zeiträumen zwischen den ältesten Gesteinen Islands mit ihrer Landflora (also vor ca. 16 Millionen Jahren) und dem Beginn der Tjörnes-Epoche vor ca. 3,5 Millionen Jahren, die Insel anscheinend nie unter dem Meeresspiegel lag. Nur eine anschließende, geologisch kurze Zeit von vielleicht 1 Millionen Jahren und auch nicht durchgängig war die Halbinsel meeresbedeckt; sie war eingesunken und hob sich dann wieder heraus.

Ungewöhnliche, Zentimeter bis Dezimeter dicke „Sandsteingänge“ in den quartären Tjörnes-Schichten (von Breidavik), schon von früheren Forschern beobachtet, hat Strauch ausführlich untersucht¹⁴. Wahrscheinlich gehen die Gänge auf Erdbebenspalten zurück, die dann mit Sand verfüllt wurden. Es liegt (auch in wörtlichem Sinn) nahe, die jüngste Spaltenbildung – sie reicht vom Mývatn bis in den Axafjord, den unmittelbaren östlichen Nachbarn von Tjörnes – mit der Bildung der „Sandsteingänge“ zu vergleichen. Der Zeitabstand der Vorgänge ist zwar groß (er liegt in der Größenordnung von 1 Millionen Jahre), aber Island ist ja schon seit viel längerer Zeit ähnlichen tektonischen Ereignissen und ihren Folgen ausgesetzt.

DIE JUNGEN VULKANE ISLANDS

EINE BESTEIGUNG DER HEKLA

Unter den ungefähr 30 Vulkanen Islands, die in historischer Zeit tätig waren (vgl. die Karte Abb. 1) ist die Hekla der bekannteste¹⁵. Der alte „Baedeker“ von 1912 rechnet für eine Tour dorthin zehn Tage. Heute kann man es von Reykjavik aus beinahe in einem Tage schaffen, wenn man einen Jeep und einen geländekundigen Fahrer hat (Abb. 15). Mir stand ein vorzüglicher junger Fahrer zur Verfügung, Sohn eines seit langem in Island ansässigen Deutschen und einer Isländerin; freilich sprach er nur wenige Worte Deutsch. Mittags saßen wir noch zu gastlichem Mahl bei seinem Vater; aus dem Fenster der schmucken Stube erblickte man in der Ferne den schönen Gipfel des Berges, der heute ohne Wolkenskappe¹⁶ und so ganz unschuldig in den blauen Himmel ragte, und dem man nicht ansah – wovon der Hausherr eben (das war 1954) erzählte –, daß er vor wenigen Jahren einen seiner größten Ausbrüche gehabt hatte. Auch am frühen Morgen jenes 29. März 1947 ahnte niemand etwas davon. Chefpilot Jóhannes Snorrason hatte am Tage vorher wie gewöhnlich die Hekla mit dem Flug-



Abb. 15 Mit diesem Jeep ging's bis an den Fuß der Hekla. Im Hintergrund der langgestreckte Rücken des Vulkans; an seinem rechten (südwestlichen) Ende der „Schulterkrater“. Die Eruption von 1947–48 erhöhte den Gipfel von 1447 Meter auf 1491 Meter. fot. 27. 7. 1954.

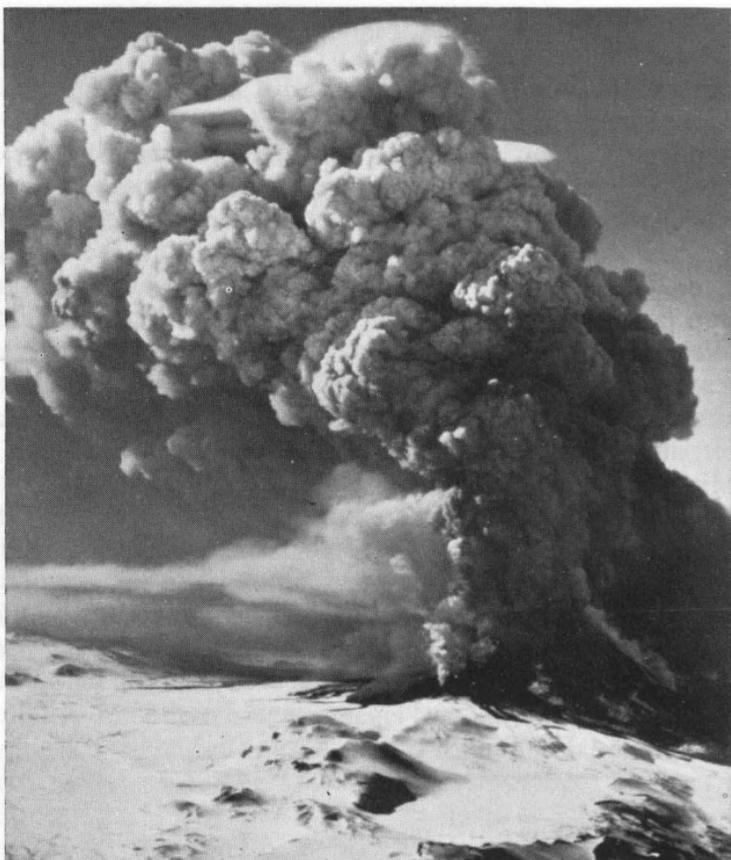


Abb. 16 So sah die Hekla am 29. März 1947 aus. Die Aschenwolke erreichte damals 30 Kilometer Höhe (auf dem Bild ist sie „nur“ 10 Kilometer hoch). Flugzeugaufnahme aus 8 Kilometer Entfernung (Blick gegen SW) von V. Sigurgeirsson aus S. Thórarinsson.

zeug überquert und nichts Auffälliges bemerkt, und auch als der Bauer Oddur *Oddsson* aus Heidi am 29. März früh um 6.30 Uhr nach dem im Nordosten gelegenen Gipfel schaute, stand dieser wie immer in schneeiger Weiße gegen den Himmel. Aber 10 Minuten später hatte sich bereits eine merkwürdige dunkelbraune Wolke gebildet; 6.50 Uhr bebte die Erde (freilich nur schwach), um 7 Uhr aber reichte die dunkle Aschenwolke bis zu der riesigen Höhe von 26 Kilometern (Abb. 16)! Noch in 300 Kilometer Entfernung wachten Leute von dem Lärm der Explosionen auf. Eine der eindrucksvollsten Aufnahmen des Ausbruchs machte übrigens ein des Photographierens kaum kundiger junger Seemann in 124 Kilometer Entfernung mit einer einfachen Box-Kamera.

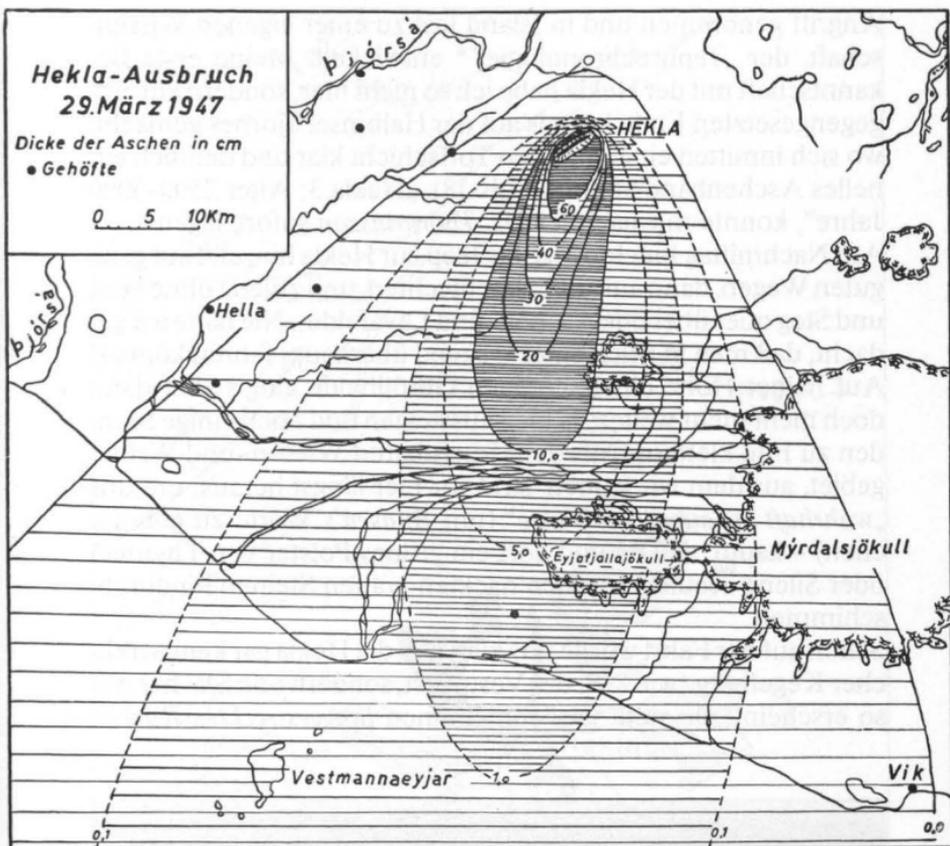


Abb. 17 Verbreitung und Dicke der vulkanischen Asche beim Hekla-Ausbruch 1947. Der Wind trieb sie nach Süden. Nach S. Thórarinnson (1954).

Die Nachricht von solch einer gewaltigen Eruption verbreitet häufig der Vulkan selber. So auch hier: die *Asche*, die in den südlich gelegenen Landschaften Fljótshlid und Eyjafjöll in den ersten zwei Stunden nach Beginn des Ausbruches vollständige Finsternis hervorrief und z. T. mehrere Dezimeter dick den Boden bedeckte (Abb. 17), fiel schon am nächsten Tage (und dann bis zum 2. April) in *Finnland* als feiner, rötlichbrauner Staub¹⁷, durch Winde war er 3800 Kilometer ostwärts verweht worden. Das ist bei anderen, früheren Ausbrüchen isländischer Vulkane ähnlich gewesen. Wenn wir irgendwo in Island mit dem Spaten den Boden durchstechen, so finden wir fast überall dünne oder dicke, bald helle, bald dunkle, fein- oder grobkörnige Lagen vulkanischer Asche. Die Entzifferung dieser Blätter und ihre chronologische Ordnung hat Sigurdur Thórarinnson mit großem Erfolg in

Angriff genommen und in Island fast zu einer eigenen Wissenschaft, der „Tephrochronologie“* entwickelt. Meine erste Bekanntschaft mit der Hekla habe ich so nicht hier, sondern am entgegengesetzten Ende Islands auf der Halbinsel Tjörnes gemacht, wo sich inmitten einer dunklen Torfschicht klar und deutlich ein helles Aschenband abhob (Abb. 18). „Hekla 3; Alter 2500–3000 Jahre“, konnte mir nachher Dr. *Thórarinsson* sofort sagen¹⁸. – Am Nachmittag brachte uns der Jeep zur Hekla hin, erst auf ganz guten Wegen, dann auf äußerst schlechten, und zuletzt ohne Weg und Steg quer über öde Aschen- und Lavafelder. Nie hätte ich gedacht, daß man in solch einer Gegend überhaupt fahren könnte! Auf halber Höhe einer schrägen Geröllhalde ging's aber dann doch nicht mehr weiter; es hieß aussteigen und noch einige Stunden zu Fuß klettern. Aus dem fruchtbaren Wiesen- und Weidegebiet, aus dem wir kamen, sind wir hier längst heraus; um uns „wahrhaft schauerliche Wüste“ (um *Bunsen's* Worte zu gebrauchen) – kaum, daß da und dort ein grünes Polster von Thymian oder *Silene acaulis* zwischen nackten grauen Steinen hindurchschimmert.

Schon auf der Fahrt wurde uns klar, daß die Hekla gar kein wirklicher Kegelberg (wie z. B. der Vesuv) ist, sondern von SW her nur so erscheint; sie stellt tatsächlich einen *langgestreckten Rücken*



Abb. 18 Helle Bimssteinasche in einem Torfmoor Nordislands zeugt von einem prähistorischen Hekla-Ausbruch. Alter des Ausbruchs: 2500–3000 Jahre. fot. 23. 7. 1954.

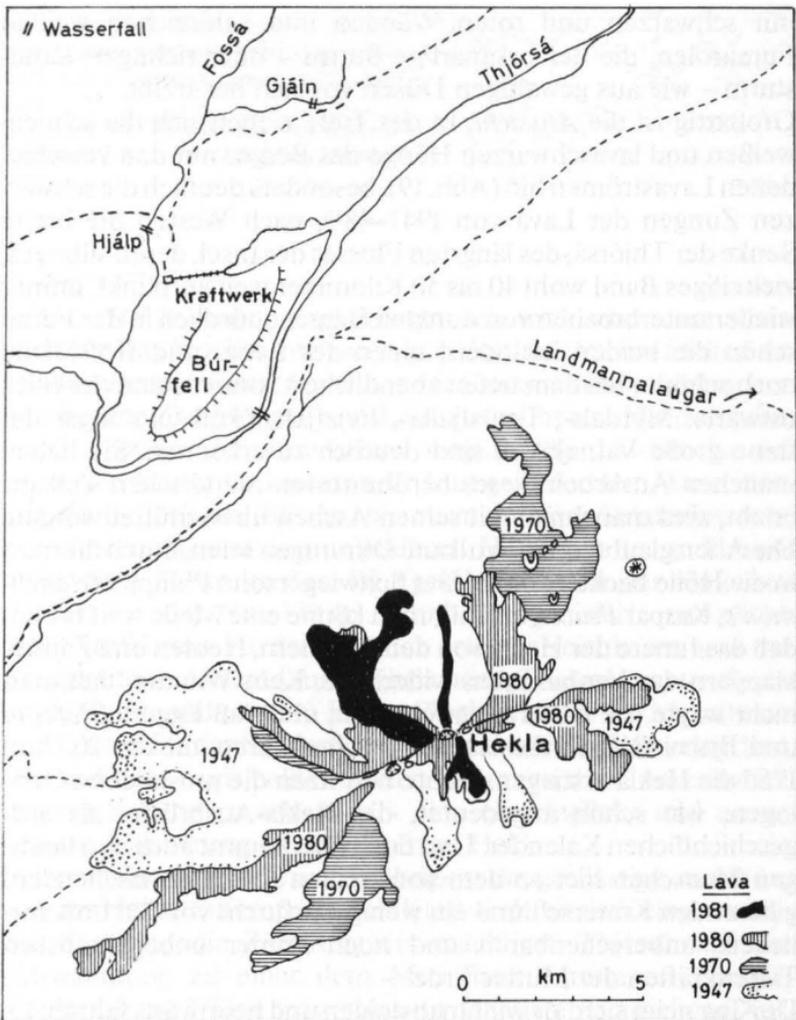


Abb. 19 Geologische Karte der Hekla mit den neuen Lavafeldern von 1947–1981. Nach S. Thórarinnsson 1970 und frdl. Angaben von K. Saemundsson, Nationale Energiebehörde.

dar, welcher bei 1491 Meter gipfelt. Offenbar baute sich dieser Feuerberg im Laufe der Zeit über einer SW-NO verlaufenden Spalte auf, wobei bald an dieser, bald an jener Stelle die Hauptförderung von Asche und Lava erfolgte.

Auch 1947 war der Berg aus einer ganzen Reihe von *Kratern* tätig gewesen, vor allem aus dem Gipfel- und zwei „Schulter“-Kratern, die die Südwest-Bastion des Rückens bilden. Am größeren von diesen beiden stehen wir jetzt: einem 100 Meter tiefen Schlund

mit schwarzen und roten Wänden und zahlreichen weißen Fumarolen, die der orkanartige Sturm – oder richtiger: Sandsturm – wie aus gewaltigen Düsen vor sich her treibt.

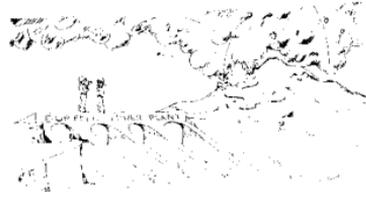
Großartig ist die *Aussicht*. In der Tiefe ziehen sich die schnee-weißen und lavaschwarzen Hänge des Berges mit den verschiedenen Lavaströmen hin (Abb. 19), besonders deutlich die schwarzen Zungen der Lava von 1947–48¹⁹, nach Westen die breite Senke der Thjórsá, des längsten Flusses der Insel, deren silbriges, vierteiliges Band wohl 40 bis 50 Kilometer weit aufblinkt, immer wieder unterbrochen von dunklen Bergen; nördlich in der Ferne schön die beiden Inlandeiskappen des Lang- und Hofsjökull, noch schöner bei dem tiefen abendlichen Sonnenstand der Blick ostwärts: Mýrdals-, Tindafjalla-, Eyjafjallajökull und sogar der ferne große Vatnajökull sind deutlich zu erkennen. Sie haben manchen Ausbruch dieses berühmtesten isländischen Vulkans erlebt, sind manchmal mit seinen Aschen überschüttet worden. Die Alten glaubten, daß Vulkane Öffnungen seien, durch die man in die Hölle blicken könne. Der Schwiegersohn Philipp *Melanchthon's*, Kaspar *Peucer*, erzählt, man könne eine Meile weit hören, daß das Innere der Hekla von den Jammern, Heulen und Zähneklappern der Verdammten widerhülle. Kein Wunder, daß man nicht wagte, sie näher zu erforschen, und daß Eggert *Ólafsson* und Bjarni *Pálsson* die ersten Forscher waren, die am 20. Juni 1750 die Hekla erstiegen. Heute benutzen die prosaischen Geologen, wie schon angedeutet, die Hekla-Ausbrüche als erdgeschichtlichen Kalender. Und doch überkommt auch den heutigen Menschen hier an dem von weißen Dämpfen zischenden, gähnenden Kraterschlund ein wenig Ehrfurcht vor den unheimlichen, unberechenbaren und noch immer unbezähmbaren Tiefenkräften der Mutter Erde. –

Der Tag neigt sich, als wir hinabsteigen und heimwärts fahren. Es ist Ende Juli, da sind auch im nordischen Island die Nächte schon wieder merkbar. Wundervolles Abendrot begleitet uns in der Stunde vor Mitternacht; Violetrot, grünliche Töne, zartrosa Wolken kontrastieren mit dem tiefen Schwarz der Schatten in den Tälern. Klar liegt die Hekla mit ihren Schneehängen, nun schon wieder fern, am dämmrigen Himmel, und vielleicht wird der Berg nun „für viele Jahre ruhen“ – schrieb ich damals. Denn zwischen den Ausbrüchen lagen meist lange Ruhezeiten; der letzte Ausbruch vor 1947 ereignete sich 1845.

Aber diesmal ging es unerwartet schnell. Als ich *im Mai 1970* nichtsahnend von Oslo für einige Tage nach Reykjavik kam, überraschte mich Dr. K. *Saemundsson*, der mich am Flugplatz abholte, mit der für Geologen aufregenden Mitteilung, daß die

Abb. 20 „Nur Mut, Jón . . . Es war wirklich eine sehr nette Eröffnung, wenn auch das Feuerwerk drei Tage zu spät kam . . .“

Karikatur zur Einweihung des Búrfell-Kraftwerkes (aus: 65° Icelandic Life, Juni 1970).



neueste Hekla-Eruption im Gange sei, und schon am übernächsten Tag brachte mich sein Jeep dorthin. An vier Stellen am Fuß des Berges waren nacheinander Kraterreihen aufgebrochen und beachtliche Mengen von Lava ausgeflossen. Mit dumpfem Knall wurden ununterbrochen rotglühende Lavastücke aus einem der Krater senkrecht in die Luft geschleudert. Wir schätzten die Fallzeit der Blöcke: bis zu mehr als 6 Sekunden (und berechneten daraus den ungefähren Fallweg h der z. T. wohl mehr als 1 Meter großen Wurfgeschosse nach der einfachen Formel $h = \frac{1}{2} g \cdot t^2$ zu 180 m). Sehr bald organisierte man nächtliche Busfahrten zu der ziemlich leicht erreichbaren und bei genügendem Abstand ungefährlichen „Touristeneruption“, die zwei Monate andauerte²⁰. Einige Wochen später war ich mit meinen Kölner Studenten dort. Die Krater waren bereits erloschen, aber auf dem noch heißen Boden begannen die Gummisohlen unserer Schuhe zu schwelen – eine eindringliche und unvergessene Erinnerung an die unruhige Hekla.

In jenem Sommer 1970 wurde übrigens das großartige, nur 14 km von der Hekla entfernte Búrfell-Kraftwerk feierlich eingeweiht – voll Stolz auf die Zähmung der mächtigen Thjórsá und ihre Umwandlung zu einer dem Menschen untertanen Energiequelle. Genau 2 Tage später begann der eben beschriebene Ausbruch der Hekla und überschüttete auch diese Gegend mit einer 5 cm dicken Schicht schwarzer Lavastückchen. Dem Kraftwerk geschah diesmal nichts Ernstliches – aber das Naturereignis wirkte doch wie eine drohende Warnung ungebändigter Gewalten. Die Karikatur (Abb. 20) zeigt das auf ihre Weise.

1980 und 1981 kam es zu erneuten kurzfristigen Ausbrüchen mit Lavaströmen (Abb. 19). Zum Unterschied zu 1970 lagen die Eruptionsstellen in der Gipfelregion. Ein wohl einmaliges Foto vom Beginn eines unerwarteten Vulkanausbruchs gelang Prof. *Beug*, dem Göttinger Botaniker, der am 17. August 1980 seine Kamera auf den Gipfel der Hekla gerichtet hatte und im Augenblick, als er den Auslöser betätigte, eine kleine Rauchwolke auf das Bild bekam: die neue Hekla-Eruption begann gerade!

AUF DEN WESTMÄNNERINSELN: SURTSEY UND HEIMAÆY

Das erste, was Islandreisende von diesem Lande mit dem Flugzeug überqueren, sind gewöhnlich die zahlreichen kleinen und kleinsten felsigen Inseln vulkanischen Ursprungs, die sich nahe der Südküste aus dem Meer erheben, die *Westmännerinseln* oder (isländisch) Vestmannaeyjar. Die Bezeichnung weist auf irische Sklaven hin, die einst ihren Herren, den isländischen Wikingern, entflohen waren und auf den Inseln Zuflucht gesucht hatten. Für die Isländer waren die Iren die „Westmänner“. Nur die größte dieser Inseln ist bewohnt – daher ihr Name *Heimaey* („Heim-Insel“!). Wegen ihres guten Hafens und der günstigen Lage zu ergiebigen Fischgründen hatte sich Heimaey nach dem 2. Weltkrieg immer mehr zu einem äußerst wichtigen Fischereizentrum entwickelt. Weit über das kleine Island hinaus aber wurden die Westmännerinseln in jüngster Zeit berühmt durch *zwei neue Vulkane*, die dort innerhalb eines Jahrzehnts geboren wurden: 1963 die Vulkaninsel Surtsey, 1973 das Eldfell auf der Insel Heimaey. Wie alle neuen Vulkane der Erde in historischer Zeit entstanden sie in einem Gebiet, das durch jungen Vulkanismus lange bekannt war, in Islands „aktiver vulkanischer Zone“. Doch lagen zwischen den letzten Ausbrüchen im Gebiet der Westmännerinseln und dem Auftauchen von Surtsey immerhin 5000–6000 Jahre – da kam diese neue Vulkaninsel letztlich doch unerwartet, und vor allem der Ausbruch auf Heimaey stellte die Isländer vor ungeahnte, verhängnisvolle Schwierigkeiten. Geologisch betrachtet aber waren beide Ereignisse nicht ganz überraschend, am wenigsten das zweite, auch wenn es für beide Ausbrüche keinerlei unmittelbaren Vorzeichen gab. Daß die Ereignisse von 1963 und 1973 ihrer

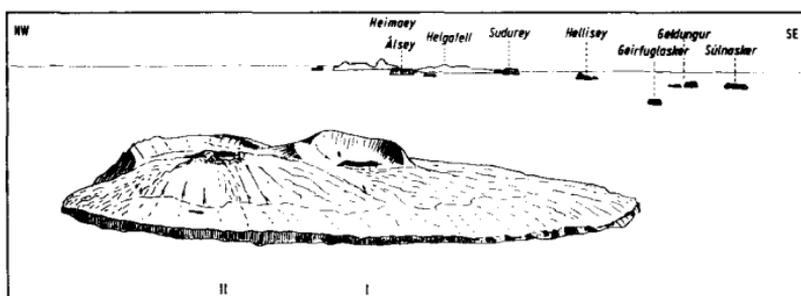


Abb. 21 Surtsey, von SW gesehen, mit den beiden Kratern I und II. Breite der Insel ca. 1,7 Kilometer. Im Hintergrund die Westmännerinseln mit Heimaey. Nach einer Flugaufnahme vom 8. 9. 1971.

Entstehung nach zusammengehören, darf man wegen ihrer engen räumlichen und zeitlichen Nachbarschaft wohl annehmen; aber im einzelnen weiß man darüber gar nichts, wie es auch hier (und sonst) bisher keine Möglichkeit gibt, über Ort und Zeitpunkt eines neuen Ausbruchs begründete detaillierte Vorhersagen zu machen.

In früheren Zeiten konnten wegen der schwierigen Verkehrsverhältnisse in Island nur wenige Menschen solche Ereignisse beobachten, und manche im Innern der Insel blieben überhaupt der unmittelbaren Beobachtung entzogen. Die Lebensgeschichte von Surtsey und die von Heimaey's Eldfell konnten dagegen von Anfang an lückenlos verfolgt werden, und viele Tausende haben sie mindestens vom Flugzeug aus bewundert, von den Millionen Fernsehern ganz zu schweigen. Die Verkehrsflugzeuge, deren Europaroute zum großen Teil über die Westmännerinseln führt, habe nicht selten eigens zu diesem Zweck eine Schleife über Surtsey oder Heimaey gezogen: keine andere Fluggesellschaft der Erde konnte ihren Passagieren so etwas bieten. *Surtsey* – nach dem Feuerriesen Surtur später so benannt – begann ihre Tätigkeit am Meeresboden, in 130 Metern Tiefe, zuerst beobachtet am Morgen des 14. November 1963 von dem Fischerboot *Isleifur II*²¹. Die Eruptionsstelle lag südlicher als die südlichste Westmännerinsel Geirfuglasker, 23 Kilometer von Heimaey, 33 Kilometer vom Festland entfernt. Der Ausbruch steigerte sich rasch zu großer Intensität: Aschen- und Dampf Wolken bis zu 9 Kilometer, glühende Lavabomben bis zu 2-3 Kilometer Höhe. Schon am 15. November tauchte die Insel auf. In den folgenden Jahren floß aus zwei Kratern zeitweise Lava aus, und zwei weitere, untermeerische Eruptionsstellen führten zur Bildung neuer Inselchen, die von der Brandung freilich bald wieder fortgewaschen wurden. Im Juni 1967 erlosch Surtsey, nach einer für isländische Verhältnisse langen Eruptionsdauer von 3½ Jahren. Die Insel war schließlich 2½ Quadratkilometer groß und damit die zweitgrößte des Archipels; sie ist seit 1963 gleichzeitig *das südlichste Stück Islands*. Der Ausbruch war eine erwünschte Touristenattraktion und hat keinerlei nennenswerten Schaden angerichtet. Unangenehm war nur, daß anfangs die schwarze Asche gelegentlich vom Wind bis nach Heimaey getrieben wurde und dort das Wasser in den Zisternen verunreinigte. Die Bewohner waren damals noch ganz auf das Niederschlagswasser angewiesen; erst seit 1968 wird Heimaey durch eine Rohrleitung mit Wasser vom 11 Kilometer entfernten „Festland“ versorgt.

Man kann auf der schwarzen, fast völlig kahlen Insel Surtsey mit

kleinen Flugzeugen landen. Aber das ist nur mit Genehmigung der isländischen Surtsey-Kommission erlaubt. Man wollte damit das Experiment der Natur, die zunächst gänzlich „lebenslose“ *Inselwüste* allmählich neu mit Pflanzen und Tieren zu besiedeln, nicht stören²². Doch so eindrucksvoll natürlich ein unmittelbarer Besuch auf Surtsey ist – auch ein Rundflug von Reykjavik aus dorthin bietet vieles Sehenswerte: den Gegensatz des schwarzen Eilands mit dem weißen Brandungstreifen zu den begrünten Felsinseln und -klippen des übrigen Archipels, die beiden Krater, die Lavaströme, Tuffwände, Sand- und Geröllstrände, der unaufhörliche Angriff der Wellen gegen die Insel (Abb. 21). Die benachbarten Inseln stellen ebenfalls – wenn auch ruinenhafte – Vulkanbauten dar, ebenso zahlreiche Untiefen im Gebiet des Archipels²³. Da im Verlauf der letzten 5000 Jahre nicht alle diese Vulkaninseln von der Brandung vollständig verschlungen wurden, darf man auch der wenigstens zum Teil lavagepanzerten Surtsey eine gewisse, nicht ganz kurze Lebenszeit zubilligen.

Der Flug nach Surtsey berührt auch *Heimaey*. Auch hier erfolgte der Ausbruch von 1973 ohne Vorwarnung²⁴. Erst nachträglich ließen sich sehr schwache, auf Heimaey nicht gefühlte Erdbebenstöße als „Vor“-Zeichen deuten. Im Lauf ganz kurzer Zeit öffnete sich am 23. Januar 1973 kurz nach Mitternacht eine 1½ Kilometer lange Spalte unmittelbar am Rande der Stadt – eine typische isländische *Spalteneruption** begann. Noch in der Nacht evakuierte man die meisten der 5000 Einwohner auf das Festland – eine improvisierte, vorbildliche Leistung, freilich begünstigt dadurch, daß die gesamte Fischereiflotte wegen eines Sturms im Hafen lag. Der Ausbruch konzentrierte sich bald auf eine engbegrenzte Stelle, und im Lauf der nächsten Wochen entstand dort unter unaufhörlichem, heftigem Aschen- und Lavabombenauswurf ein stattlicher *Kraterkegel*. Mit maximal 225 Metern (nach Beendigung des Ausbruchs 215 Meter) erreichte er fast genau die Höhe des nur 750 Meter entfernten alten Vulkans Helgafell, der vor etwa 5000 Jahren entstanden war, wie man aus Datierungen begrabener Pflanzenreste bei Gardsendi mit radioaktivem Kohlenstoff feststellen konnte²⁵. Bei dem neuen Ausbruch auf Heimaey blieb das längst mit Gras bewachsene Helgafell mit seinem Krater völlig passiv (Abb. 22).

Schon in den ersten Tagen wurden die Häuser der Stadt mit schwarzen Schlacken und Asche überschüttet, zum Teil mehrere Meter hoch. Dazu kam bald die zerstörende Wirkung von Lavaströmen, die zwar zum großen Teil ins Meer flossen und die Fläche der Insel von 11,3 auf 13,5 Quadratkilometer vergrößerten, zum Teil aber auch Häuser begruben und sich in bedrohlichem

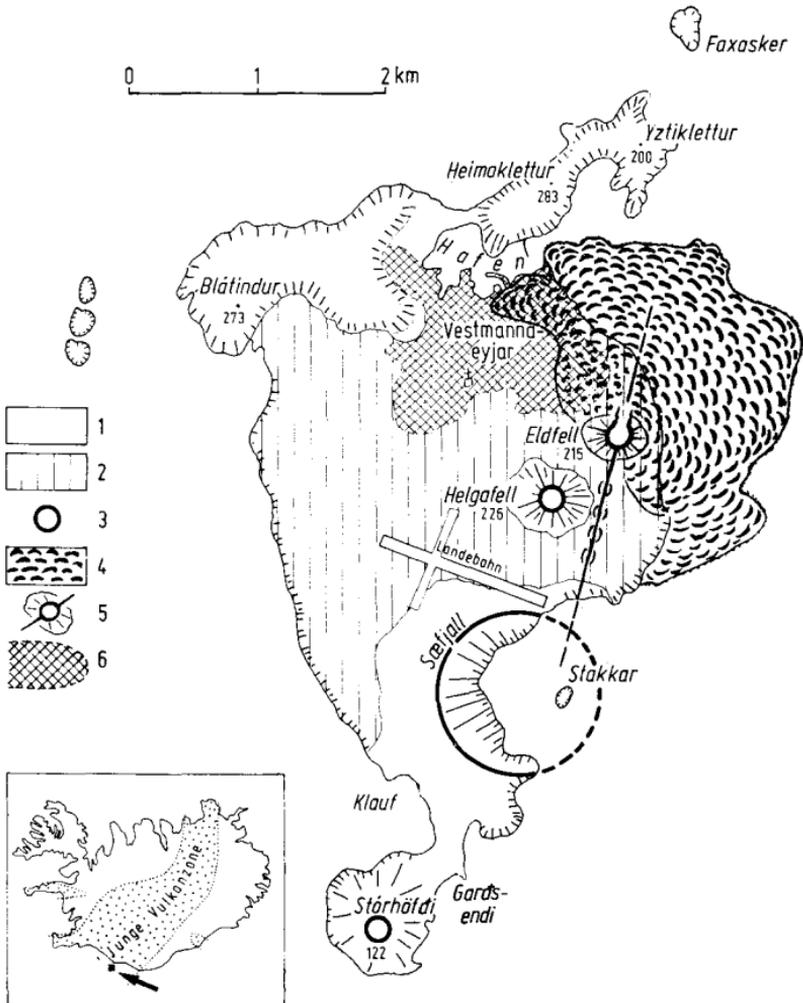


Abb. 22 Geologische Karte von Heimaey. 1 Hyaloklastit-Serie (Pleistozän), 2 Helgafell-Lava, 3 prähistorische Krater (2-3 ca. 5-6000 Jahre alt), 4 Lava von 1973, 5 Krater und Spalte von 1973, 6 Stadt. Im Lavafeld von 1973 ist die ehemalige Küste eingezeichnet. Nach Angaben isländischer Geologen.

Umfang dem lebenswichtigen Fischereihafen näherten (Abb. 23-24).

Wochenlang versuchte man mit Batterien von *Feuerwehrspritzen* die Lavafront zusätzlich zu kühlen und zum Stillstand zu bringen. Es ist nicht unmöglich, daß dieses letzte, fast aussichtslos erscheinende Mittel im Stadium der nachlassenden Eruptionstätigkeit mit dazu beigetragen hat, die nahe Katastrophe der Hafenerstörung – die gleichzeitig das Ende dieses isländischen



Abb. 23 So sah es auf Heimaey im Frühjahr 1973 aus: die Insel beginnt in schwarzer Asche zu versinken. Vom Friedhof ragt nur noch der obere Bogen des Eingangstors heraus. Im Hintergrund der tätige Vulkankegel Eldfell. fot. 31. 3. 1973. – Heute ist der Friedhof (wie der größte Teil der Stadt) wieder ausgegraben.

Wirtschaftszentrums bedeutet hätte – zu verhindern. Die Eruption endete am 26. Juni 1973, also nach über 5 Monaten. Im ganzen förderte der Vulkan, der Eldfell (Feuerberg) getauft wurde, 0,25 Kubikkilometer vulkanisches Material (Askja 1961: 0,15; Hekla 1970: 0,2; dagegen Hekla 1947–48 und Surtsey 1963–67 je 1 Kubikkilometer). Die Lava war zuletzt ein Alkalibasalt mit 47% SiO₂, die Ausflußtemperatur fast 1100 Grad.

Heimaey bot während des Ausbruchs ein überaus großartiges Schauspiel. Ein Besuch ist aber auch nach Beendigung der Eruption noch immer *höchst lehrreich* und durch einen 20-Minuten-Flug mit dem planmäßigen Flugzeug von Reykjavik aus leicht durchzuführen. Friedlich stehen jetzt Helgafell und Eldfell nebeneinander, der Alte begrünt, der Junge schwarz und kahl. Die ziemlich regelmäßige Kegelgestalt beider kontrastiert gegen die ungefügen, schroffen Berge am Hafen, die pleistozäne, stark abgetragene Vulkanruinen darstellen.

Die verschiedenartigsten Formen der erstarrten Lava, Bomben, Schlacken, Lapilli, Aschen kann man bei einer Wanderung zur Genüge studieren, ebenso die zerstörende Wirkung der heftigen Brandung am Kliffrand des Lavafeldes und natürlich die schwerwiegenden wirtschaftlichen Folgen des Ausbruchs: zerstörte Häuser, die schwarze Asche in der Stadt, aber auch die von den

zurückgekehrten Bewohnern tatkräftig betriebenen Aufräumungs- und Wiederaufbauarbeiten.

Die überaus eindrucksvollen Naturereignisse – man kann sie in den schönen Bildbänden von Thorl. Einarsson und Sig. Thora-rinsson ein wenig nachempfinden – illustrierten in grandioser Weise, daß wir uns hier wirklich in einer aktiven Zone der Erdkruste befinden. Freilich demonstrierten sie damit gleichzeitig, daß die Isländer auf einem Pulverfaß leben, was sie seit 1100 Jahren mit Gleichmut ertragen. Den Praktikern wie den Wissenschaftlern haben beide Ausbrüche viele neue Erkenntnisse, aber auch viele neue Probleme gebracht.



Abb. 24 Heimaey während des Ausbruchs 1973, vom Flugzeug gesehen. Blick nach Süden. Im Hintergrund Eldfell als schwarzer Schlackenkegel in lebhafter Tätigkeit; Helgafell (rechts davon) und die aschenbedeckte Stadt unter Neuschnee. Das neue Lavafeld, mit weißen Dampfwolken, schiebt sich gegen Stadt und Hafen (im Vordergrund) vor; die Lava hat die großen Fischverarbeitungsfabriken (rechts am Hafen) erreicht und bedroht die Hafeneinfahrt (im Bild durch den pleistozänen Berg Heimaklettur verdeckt). Flugaufnahme 5. 4. 1973.

AN DEN LAKI-KRATERN VON 1783

Nach den beiden Fahrten zu Vulkanen, die noch in allerjüngster Zeit tätig waren, nun zu den „Laki-Kratern“. Sie entstanden 1783, vor fast genau 200 Jahren, und dieses Naturereignis ist das folgenschwerste gewesen, das die Isländer in ihrer 1100jährigen Geschichte betroffen hat.

Erst seit 1968 kann man mit geländegängigen Fahrzeugen größere Exkursionen in dieses unwegsame Gebiet durchführen. An der ersten Fahrt, die das Islenzka náttúrufræðifélag (die „Isländische naturwissenschaftliche Vereinigung“) mit 130 Teilnehmern (nebst ihren Zelten) im August 1968 veranstaltete, konnte ich dank einer freundlichen Einladung des 1. Vorsitzenden, Dr. Thorl. *Einarsson*, teilnehmen. Daß so viele mitfuhren – noch mehr konnte man aus technischen Gründen nicht mitnehmen! – beleuchtet eindrucksvoll den hohen Bildungsstand des kleinen isländischen Volkes und dessen Begeisterung für die ereignisreiche Naturgeschichte ihres Landes.

Der Anmarschweg die Südküste entlang ist weit; von Reykjavik bis Kirkjubaejarklaustur, dem letzten größeren „Ort“, sind es fast 290 Kilometer isländische, unbefestigte Straße. Der erste Teil der Strecke ist allen wohlbekannt: Hellisheidi, Hveragerdi, in der Ferne links die schneegekrönte Hekla, rechts die felsigen Westmännerninseln; Skógafoss, die großen Sander ziehen vorüber. Den ersten geologischen Halt machen wir bei *Dyrhólaey*¹³, dem südlichsten Vorsprung Islands. Der Name bedeutet „Tür-Hügel-Insel“. Wirklich erhebt sich das kleine, 110 Meter hohe Vorgebirge beherrschend wie eine Felsinsel aus dem flachen Küstenvorland (Abb. 25) – ähnlich wie wenig weiter östlich der begrünte flache Berg Hjörleifshöfði aus dem weiten Mýrdalssander, und erst in junger Zeit (wenn auch lange vor der Landnahme) wurde Dyrhólaey durch Anschwemmungen aus einer Insel zur Halbinsel und damit landfest. Eine lange Nehrung und der schwarze Sandstrand beweisen, daß noch heute der Sedimenttransport im Meer weitergeht.

Die heftige Meeresbrandung arbeitete aus den schwarzen basaltischen Schichten *ein mächtiges Felsentor* heraus – so hoch, „daß ein großes Schiff mit den höchsten Masten bequem hindurchzusegeln imstande sein würde, wenn die Brandung dort nicht so fürchterlich wäre“. So versicherte jedenfalls der Kapitän des dänischen Dampfers „Kong Trygve“ in bestem Seemannslatein C. *Küchler* (dem Island-Bearbeiter im alten Baedeker), wie dieser in seinem isländischen Reisebuch 1906 berichtet. Eine der vielen schönen naturwissenschaftlichen Briefmarken Islands gibt das



Abb. 25 Dyrhólaey, das Südkap Islands – eine Vulkanruine. Dahinter der sandbedeckte Sólheima-Sander (mit dem „Inselberg“ Pétursey) und als Abschluß das Eyjafjallajökull-Massiv (mit dem Sólheima-Gletscher). Flugaufn. F. K. v. Linden.

Felsentor gut wieder, und das „dyr“ (isl. Tür) im Namen des Kaps wird uns jetzt verständlich. Die englischen Schiffsleute, die nach Island kamen, erinnerte das Felsenkap an die Insel Portland vor der heimischen Südküste – daher auf alten Karten auch dieser Name anstelle von Dyrhólaey. Auch die einzelnen schwarzen Felsen hier und etwas östlich (bei Vik) sind ein Werk der zerstörenden Brandung, z. T. vielleicht die Schlotte noch älterer, kleiner, fast ganz abgetragener Vulkane.

Die erste große Merkwürdigkeit der Laki-Ausbrüche sind ihre ungeheuren Lavafelder, die wir auch als erstes näher kennenlernen. Denn bei der Fahrt vom Mýrdalssander in Richtung Kirkjubaejarklaustur queren wir auf eine lange Strecke das graue Meer der „Skaftáfeuerlava“ (Abb. 26).

Aus den Laki-Kratern floß 1783–84 *die größte Lavamenge aus, die je bei einem historischen Ausbruch auf der Erde beobachtet wurde*²⁶.

Anfänglich auf das unbesiedelte Innere Islands und das schmale Skaftá-Tal beschränkt, breitete sie sich jenseits des Gebirgsrandes auf den weiten Ebenen des Südens mit ihren Gehöften

gewaltig aus. Ein zweiter Strom drang durch das Hverfisfljóttal vor. Dicke graue Flechten- und Moospolster überziehen heute das Schollengewirr – ein treffliches Beispiel dafür, wie rasch die Bewachsung von Lava vor sich gehen kann, wenn – wie hier – die Niederschläge hoch sind und die häufige Staubanwehung die Bodenbildung begünstigt. In den 8 Monaten zwischen dem Pfingstmorgen 1783 und Februar 1784 überfloß die Lava 565 Quadratkilometer (Abb. 27).

Schon westlich von Kirkjubaejarklaustur überschreiten wir die Skaftá und biegen nach Norden ab. Die kleine Fjadrá (Fjardará) hat sich hier über 100 Meter tief in dunkle basaltische Schichten eingeschnitten und bildet eine düster-malerische, verwinkelte Schlucht mit rippenartigen Vorsprüngen. Ein Nebenflüßchen, das mit der tiefen Erosion der Fjadrá nicht Schritt halten konnte, stürzt in einer hohen Wasserfall-Kaskade die Schlucht herab. Die Landschaft bleibt zunächst recht grün, aber bald lassen wir das letzte bewohnte Gehöft Heidarsel hinter uns; der Weg wird schlechter, der Graswuchs immer dürtiger und die Hochfläche vielfach wüstenhaft.

Es ist schon fast dunkel und der beherrschende, 1090 Meter hohe Gipfel des Sveinstindur am Langisjór eine schwarze Silhouette vor dem gelb-rötlichen Abendhimmel im Nordwesten, als unsere



Abb. 26 Das unübersehbare Lavameer des Laki-Ausbruches von 1783 (Skaftár-eldhraun). Dicke Moos- und Flechtenpolster überziehen die Lavaschollen. fot. 4. 8. 1955.

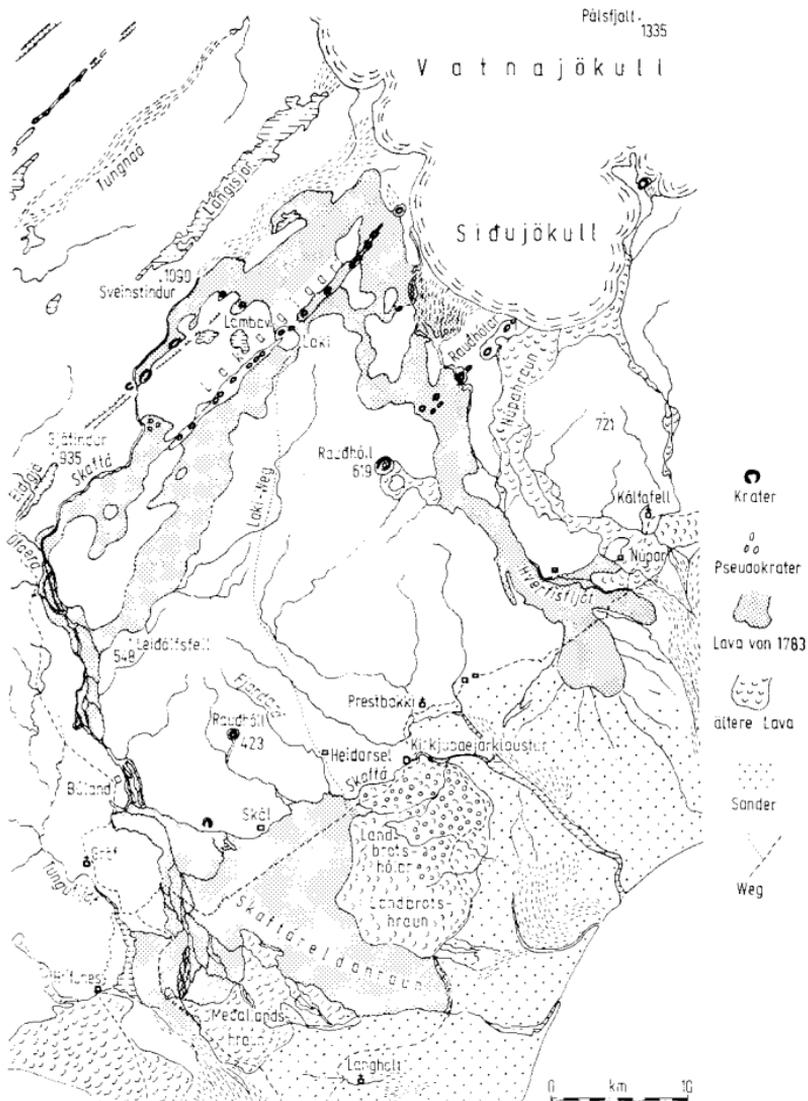


Abb. 27 Die Laki-Krater (Lakigigar) und die riesigen Lavaströme von 1783. Kraterreihen, Flüsse, Seen folgen im NW vielfach sklavisch der Richtung NO-SW. Nach Thórarinnson (1967) und der geol. Karte 1 : 250 000 von G. Kjartansson.

Wagen die breite Varmá-Talung (den Varmárdalur) vorsichtig hinabschaukeln. Immerhin erkennen wir noch die kilometerbreite Lavaflut im Tal und am Talrand drüben eine Reihe von grauen Bergkegeln; wir sind am Laki angelangt.

Bei prächtigem Sonnenschein, aber eisigem Wind besteigen wir am nächsten Morgen als erstes diesen 818 Meter hohen Berg, wo-

bei uns gleich eine zweite Merkwürdigkeit der „Laki-Eruption“ klar wird: sie führt ihren Namen eigentlich völlig zu Unrecht! *Laki ist gar kein junger Kraterberg*, sondern die Ruine eines eiszeitlichen subglazialen Palagonit-Vulkans mit zum Teil sanften Hängen, seit einigen 10000 Jahren erloschen. Was 1783 die Bevölkerung in Schrecken versetzte, beginnt vielmehr erst zu seinen Füßen. Wir können das von unserem luftigen Standort wunderbar überblicken (Abb. 28). Nach Nordosten zieht sich eine Reihe von ganz jungen Kraterkegeln 12 Kilometer weit bis zur weißen Eishaube des Vatnajökull. In der gleichen Richtung ragt der schwarze Nunatak des 1336 Meter hohen Pálsfjall aus dem Gletschereis heraus. Nach der anderen Seite ist der Blick ganz ähnlich; die Kraterreihe setzt sich in gleicher Länge nach Südwesten fort. Den Hintergrund bildet hier – freilich viel ferner als im Nordosten – gleichfalls eine flache Eiskappe, die des Mýrdalsjökull, unter der sich die gefürchtete Katla verbirgt.

Von dem „Warmen Fluß“, nach dem der Varmárdalur seinen Namen hat, ist heute nichts mehr zu sehen. Die weite Talung, die sich genau in Nordost-Südwest-Richtung erstreckt, und in der er bis 1783 zur Skaftá hinfloß, ist in ihrer ganzen Breite von dunkler, aber vielfach moosbewachsener Basaltlava erfüllt. Entlang dem Tal öffnete sich damals eine *25 Kilometer lange Spaltenzone*, auf der sich an zahlreichen Stellen Ausbrüche ereigneten; sie sind heute durch die einzelnen Schlackenkegel gekennzeichnet. Es handelt sich also nicht um *einen* Vulkan, sondern um über hundert an der Spaltenzone aufgereihte Feuerberge (nach S. *Thórarinsson* mindestens 115, von denen einige allerdings von älteren Eruptionen herrühren). Wir haben eine *Kraterreihe** vor uns, und es dürfte auf der ganzen Erde nicht leicht ein ähnlich großartiges Beispiel zu finden sein. Damit hätten wir eine dritte merkwürdige Eigenheit der Ausbrüche von 1783. Die Laki-Spalte zeigt genau die gleiche Südwest-Nordost-Richtung wie die nur wenige Kilometer entfernte Eldgjá.

Wie in dieser ganzen Gegend Berge und Täler, Flüsse und Seen der Südwest-Nordost-Richtung fast sklavisch folgen, zeigt die Karte mit aller Klarheit (Abb. 27). Aber während die Eldgjá im wesentlichen aus dem Gebirge herausgeschnitten wurde, sind nördlich und südlich vom Laki Berge aufgebaut worden; eine große Schlucht ist in der Landschaft nicht vorhanden.

Laki selbst stand ziemlich unbeteiligt inmitten dieser Ausbruchsreihe. Zur geographischen Kennzeichnung der Ausbrüche kann man seinen Namen natürlich heranziehen, wie es der norwegische Geologe Amund *Helland* 1881 zuerst tat; aber um Mißverständnisse auszuschließen, darf man nicht von dem Laki-Aus-



Abb. 28 Die Laki-Krater (Lakagigar) auf einer isländischen Naturschutz-(náttúruvernd-)Briefmarke.

bruch sprechen, sondern von den Ausbrüchen der (nahe Laki gelegenen) Laki-Krater (isländ. Lakagigar).

Die Größe der Kraterkegel wechselt von Miniaturformen bis zu solchen von fast 100 Metern Höhe. Oft bestehen sie aus schwarzen, verschweißten Lavaschlacken. Lavafontänen spielten während der Ausbrüche eine große Rolle. Feine, glasähnliche Lavafetzen, z. T. haarfein (auf Hawaii „Peles Haar“ genannt), wurden vom Winde weit vertrieben.

Auf den umliegenden Berghängen, z. T. bei dem kleinen See Lambavatn, wächst auf solchen glänzend-schwarzen Tuff-Feldern nicht ein Pflänzchen; denn aller Niederschlag versickert hier restlos. Nur einer der Krater enthält einen Kratersee. Die dichten Moospolster auf den Hängen der Kraterkegel verleihen ihnen die ungewöhnliche, hellgraue Farbe.

So großen Schrecken die Ereignisse seit dem Pfingstsonntag 1783 den Bauern an der Südküste einjagten – als wißbegierige Isländer ritten sie beherzt auf die benachbarten Berge und beobachteten, so gut das aus der großen Entfernung möglich war, was sich abspielte. Und selbstverständlich fand sich in diesem Lande auch ein gelehrter *Chronist*, der Pfarrer Jón Steingrímsson von Prestbakki, der uns alles getreulich überlieferte – nicht ohne allerlei Betrachtungen über das sündhafte Leben seiner Pfarrkinder und über die Strafe des Himmels, die mit dem Rauch und Feuer hereinbrach, anzustellen. Es erschien als ein Wunder, daß die Lavafluten schließlich 2,5 Kilometer von Kirkjubaejarklaustur zum Halt kamen. Der über 80jährige, bedeutende isländische Bildhauer Ásmundur Sveinsson hat diesem Ereignis des Stillstandes des Lavastroms (das den Bewohnern während eines Gottes-

dienstes zum Bewußtsein kam) in einem abstrakten metallenen Kunstwerk Ausdruck verliehen, das er *Eldmessa* nannte („Feuer-gottesdienst“; aufgestellt in dem eigenwilligen Ausstellungsbau des Künstlers in Reykjavik).

Wir versäumen auf der Rückfahrt nicht, bei Kirkjubaejarklaustur den kleinen alten Kirchhof zu besuchen, auf dem Jón *Steingrims-son* begraben liegt. Sein Grabstein besteht sinnigerweise aus einer schönen Basaltsäule. So regelmäßig sind solche Säulen hier manchmal ausgebildet, daß man eine dieser Stellen, wenige 100 Meter von hier, „Kirkjugólf“, d. h. Kirchenboden, nannte und tatsächlich glaubte, den Boden einer längst verfallenen Kirche vor sich zu haben (Abb. 29).

Zwei Kirchen und 14 Höfe waren schließlich von der Lava völlig überdeckt, 30 Höfe schwer beschädigt. Aber als weit unheilvoller erwies sich, daß der Graswuchs auf der ganzen Insel und damit die Lebensgrundlage der bäuerlichen Bevölkerung aufs schwerste betroffen wurden. Die Ursache lag nur in der näheren Umgebung von Laki unmittelbar im Aschenfall, im wesentlichen dagegen in einem bläulichen *Dunst*, der sich über das ganze Land legte und auch sonst in Europa (auch in Norddeutschland), Asien und Afrika stellenweise bemerkbar war. Offenbar stand er mit der enormen Menge vulkanischer Gase in Zusammenhang (vor allem wohl SO₂), die mit der Lava gefördert wurden. Die Erfahrungen bei den Hekla-Ausbrüchen 1947/48 und 1970 lassen auch an die Mitwirkung von Fluor-Vergiftungen denken. Jedenfalls hat kein Ereignis so tief in die Geschichte des isländischen Volkes eingegriffen wie diese; es war wirklich eine *Naturkatastrophe*.

11 000 Rinder (50 Prozent des Bestandes), fast 200 000 Schafe (79 Prozent), 28 000 Pferde (76 Prozent) kamen um; die größte Hungersnot Islands folgte und verringerte die Bevölkerungszahl von 49 000 im Jahre 1783 auf 38 000 im Jahre 1786, d. h. um 24 Prozent.

Zu den wenigen Geologen, die in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts zum Laki vordrangen, gehören auch zwei Deutsche: Karl *Sapper* (1906)²⁷ und Hans *Reck* (1908)²⁸. Aber der erste Wissenschaftler, der den Ort der Laki-Katastrophe besuchte, war 1794 der Isländer Sveinn *Pálsson*²⁹, dessen Name in dem schon früher erwähnten Sveinstindur weiterlebt. Stellen wir uns vor, der ehrwürdige Sveinn wäre 174 Jahre später an jenem Augusttage, an dem wir wieder heimwärts fahren, zu unseren Zeltplätzen am Rande der Laki-Lava gekommen. Er hätte verwundert da und dort Wagenspuren beobachtet (und sie als Bewohner des wagenlosen Islands nicht deuten können), aber sonst kaum etwas

Auffälliges gefunden, kein Schnitzelchen Papier und keine leere Konservenbüchse. Nichts hätte ihn auf den zu seiner Zeit sowie so unglaublichen Gedanken bringen können, daß mehr als hundert Reykjaviker zu ihrer Belehrung und Freude einen Wochenendausflug hierher, in Islands entlegene Vergangenheit, gemacht hatten.



Abb. 29 Kein „Kirchenboden“ sondern säulig abgesonderter Basalt. Kirkjugólf bei Kirkjubaejarklaustur. fot. 4. 8. 1955.

ÜBER LANDMANNALAUGAR ZUR ELDGJÁ

Bei unserer Laki-Fahrt wurde auch schon die Eldgjá erwähnt, Islands berühmte „Feuerspalte“. Wie so viele andere lockende Reiseziele dieses Landes war auch sie einst nur unter größten Schwierigkeiten erreichbar. Heute aber finden wir den Namen öfters im Programm der Reiseunternehmer, nachdem kühne und erfahrene Isländer wie Gudmundur *Jónasson* Wegbereiter (im wörtlichen Sinne) solcher und ähnlicher Fahrten wurde. Die Abb. 32 legt gutes Zeugnis von ihrem Wagemut ab. Manche mögen bedauern, daß das brave Pony von den PS der Motoren verdrängt wurde. Daß aber die Romantik der Islandreisen trotzdem geblieben ist, wird jeder Teilnehmer einer solchen Unternehmung gern bestätigen.

Bei trübem Wetter hatten wir die nördlichen Randgebiete der Hekla überquert, einen Blick in die kilometerlange, phantastische, schwarze und feuerrote Kraterkluft der von H. *Noll* erforschten Valagjá⁴¹ und auf die Lavaströme von 1878 und 1913 geworfen – beide schon reichlich mit grauen Flechten und grünem Moos bewachsen; wir hatten in den blaugrauen Kratersee Bláhylur und auf einen modellartig schönen kleinen Basaltkraterkegel am Frostastadavatn geschaut und nachts noch *Land-*



Abb. 30 Urlandschaft bei Landmannalaugar. In das breite Tal, von einem „verwilderten“ Fluß in zahlreichen Armen durchströmt, fließen schwarze Obsidianlavaströme hinab. Vom Nordhang des Bláhnjúkur aus gesehen. fot. 31. 7. 1955.



Abb. 31 Geologische Übersichtskarte von Landmannalaugar. Zusammenge- stellt von K. Saemundsson (1964).

mannalaugar mit der kleinen Schutzhütte der Wandervereinigung erreicht. Am nächsten Morgen kam die Sonne durch die Wolken und beleuchtete eine seltsame, farbenprächtige Landschaft (Abb. 30): rötliche und gelbliche Rhyolithberge, zwischen denen sich ein Fluß mit unzähligen Armen hindurchwindet, warme Quellen (das Wort „laugar“ deutet sie schon an) und Heiß-

dampf-Austritte, die (wie am Námafjall und Gr. Geysir) für die buntfarbige Zersetzung der Rhyolithe verantwortlich sind. Aber den Geologen ziehen ebenso die wundervollen kleinen Lavaströme an, die wie schwarze Zungen aus den Seitentälern herab ins Haupttal stoßen (Abb. 31). Wir erklettern die seltsam zerrissenen Lavablöcke gleich hinter unserem Zeltplatz und stellen mit Erstaunen fest, daß sie gar nicht aus Basalt bestehen wie die allermeisten Lavaströme Islands, sondern wenigstens äußerlich aus pechschwarzem, muschelrig brechendem „Glas“, aus *Obsidian*.* Der Geologe weiß, daß es sich hier um kieselsäurereiche Lava handelt (wie bei Rhyolith auch), die äußerst rasch und daher glasartig erstarrte. Solche Dinge sind nicht gerade häufig, Obsidian-Lavaströme ganz besonders, und so stellt auch Landmannalaugar wie so manche andere Stelle Islands ein geologisches Schatzkästlein dar³⁰.

Wir versäumen nicht, vom 943 Meter hohen Bláhnjúkur einen lehrreichen Blick auf die bunte Welt von Landmannalaugar und darüber hinaus bis zum weißen Vatnajökull zu werfen und vom Gipfel nach dem oberen Ende des einen Obsidianstroms abzu- steigen. Weiße Dämpfe zischen dort auf, als sei er erst vor kurzem ausgebrochen. Aber der Schein trügt. Immerhin – da diese kleinen Lavaströme das heutige Relief offensichtlich bereits vor- fanden, können sie auf keinen Fall sehr alt sein. Wie alt im einzel- nen – das weiß man freilich nicht.

Von Landmannalaugar führt ein alter, beschwerlicher Weg, der Fjallabaksvegur, nach Osten zu unserm eigentlichen Reiseziel. Als das Zeitalter der Busreisen begann, suchte man nach etwas besseren Routen. Von einer solchen Fahrt 1955 stammt die Abb. 31. So halsbrecherisch wie damals ist es jetzt nicht mehr, doch ist der Weg zur Eldgjá auch heute noch ziemlich mühsam zu be- fahren, vor allem bei schlechtem Wetter.

Die *Eldgjá* ist eine über 30 km Länge zu verfolgende, strecken- weise schnurgerade Spaltenzone. Sie gilt als die größte Vulkan- spalte der Erde. Am 22. Juli 1893 sah sie *Thoroddsen* zum ersten Mal, „vordem war sie unbekannt“. Die Gegend ist so unwegsam, daß auch in den folgenden 60 Jahren nur ganz selten einmal ein Geologe dorthin kam, und die Karte, die K. *Sapper*²⁷ 1906 an- fertigte, blieb noch lange eine wichtige Grundlage für die Forschung.

Die Eldgjá beginnt im Südwesten am oder unter dem Gletscher- eis des Mýrdalsjökull – vielleicht mit dem subglazialen, wegen seiner Gletscherläufe gefürchteten Katla-Vulkan. Am andern, dem Nordost-Ende, erhebt sich der Gjátindur (vgl. Abb. 27 und 33). Dort bietet sie auch den großartigsten Anblick, denn wäh-



Abb. 32 So reist man gelegentlich in Island. Gudm. Jónasson probiert zwischen Jökuldalur und Eldgjá eine neue Route aus. fot. 2. 8. 1955.



Abb. 33 Die gewaltigste Explosionsspalte der Erde – die Eldgjá, Nordostende. Im Hintergrund der 935 Meter hohe Gjátindur. Die Nordari-Ófaera stürzt in hohen Wasserfällen die Schlucht hinab. fot. 2. 8. 1955.

rend sie weiter südwestlich aus einzelnen Explosionskratern und kürzeren Grabenstücken besteht, endet sie dort im Nordosten mit einer steilwandigen, bis 270 Meter tiefen und 600 Meter breiten Schlucht, die sich zusammenhängend und geradlinig fünf Kilometer lang durch die Gegend zieht. Die Eldgjá quert Höhen und Täler „mit souveräner Verachtung des Geländes“, wie K. Sapper treffend sagte. Es ist eine phantastische Vorstellung, daß ein Vulkanausbruch diese riesige Kerbe der Erdkruste verursachte. Das Material wurde zum Teil herausgeblasen, zum großen Teil mögen auch bruchartige Vorgänge eine Rolle bei der Entstehung der Hohlform gespielt haben. Die vulkanische Tätigkeit konzentrierte sich dabei gelegentlich auf einzelne Zentren, die noch deutlich als kraterähnliche Gebilde zu erkennen sind.

Die kolossalen, steilen *Wände* der Schlucht zeigen fast überall den gleichen geologischen Aufbau: unten ältere vulkanische Hyaloklastite* u. a., dazu auch Moränenablagerungen, und als oberste Deckschicht basaltische Lava vom Eldgjá-Ausbruch.

An einzelnen Stellen der langen Spalte sind gewaltige Lavamengen ausgeflossen. Da sie z. T. von dem jüngeren Laki-Ausbruch überdeckt wurden, läßt sich ihr Areal nur annähernd angeben. *Thoroddsen* schätzte es auf 700 Quadratkilometer, und nach seiner Meinung gehören selbst die Kraterhügelkuppen von Landbrot, die Landbrotshólar bei Kirkjubaejarklaustur, dazu. (Auf die „Pseudokrater“ kommen wir noch beim Mývatn zurück; siehe auch Abb. 48.).

Die Großartigkeit der Eldgjá erschließt sich dem Besucher erst richtig, wenn er einige Tage hier verweilt und am tiefen Grunde der Schlucht entlangwandert. Blickt er nur kurz, etwa vom Fjallabaksweg, in sie hinein, so erinnert das Bild den unbefangenen Wanderer lebhaft an ein gewaltiges, wenn auch eigentümlich geradliniges Erosionstal, das bei Sonnenschein auch einer gewissen Anmut nicht entbehrt. Ein mächtiger Fluß, die *Nordari-Ófaera*, rauscht tief unten entlang, der breite Talboden leuchtet grün von Moosen herauf, und auch die Schutthänge zeigen da und dort grüne Anflüge. Tatsächlich aber ist die *Nordari-Ófaera* nur ein flüchtiger Gast in der Schlucht. Wenig weiter nordöstlich stürzt sie in kühnen Kaskaden in die Eldgjá hinab – ein wundervolles Bild, wenn man es vom gegenüberliegenden Hang betrachtet (Abb. 33). Eine Naturbrücke aus Basaltfelsen ist im Laufe der Zeit von den schäumenden Wassermassen herausgewaschen worden (Abb. 34). Zwei Kilometer unterhalb des Wasserfalls aber bricht der Fluß bereits wieder aus der Schlucht heraus, um der *Skaftá* zuzufließen.

Weiter oberhalb, am äußersten Ende der Eldgjá, sind wir mitten

in der großartigsten und einsamsten Landschaft. Kein Fluß rauscht mehr, kaum daß die Totenstille einmal durch den tackenden Ruf eines Steinschmätzers unterbrochen wird. Zu beiden Seiten steigen aus dem flachen sandüberschütteten Talboden die Hänge steil in die Höhe, vor uns ragt der über 900 Meter hohe Gjátindur in den wolkenbedeckten Himmel.

Es ist nicht bekannt, ob Menschen das gewaltige Ereignis beobachteten, durch welches die „Feuerschlucht“ ins Leben trat. *Thoroddsen* glaubte, aus alten Berichten auf eine Ausbruchszeit um 950 schließen zu dürfen. Auf ganz anderem Wege, durch tephrochronologische Untersuchungen, kam man neuerdings zu einer ähnlichen zeitlichen Eingliederung. Für das Jahr 934 A. D. ließ sich nämlich eine sehr große Eruption nachweisen, und „das ist fast sicher der Ausbruch, der die Eldgjá-Spalte geschaffen hat“, wie S. *Thorarinsson* 1979 feststellte³¹.

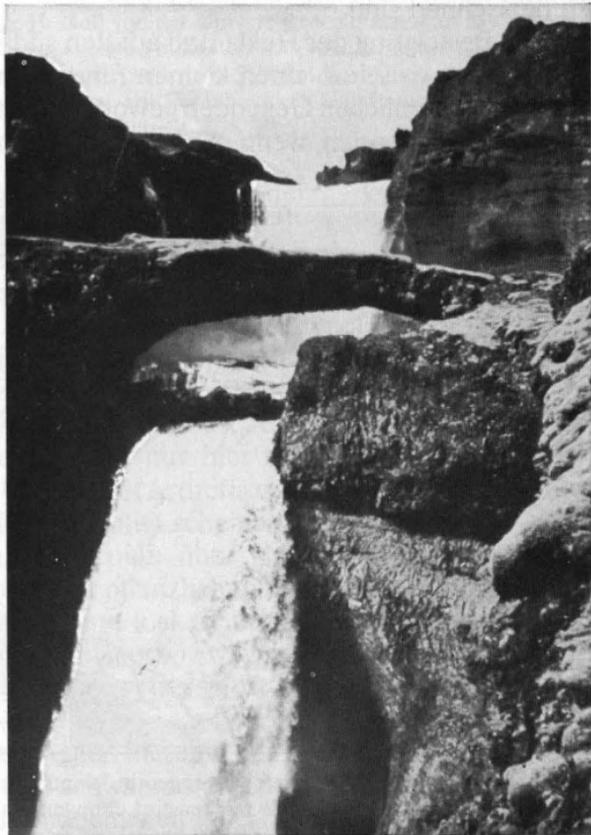


Abb. 34
Die Naturbrücke
aus Basalt am
Ófaera-Wasserfall.
fot. 2. 8. 1955.

DURCH ISLÄNDISCHE WÜSTEN ZUR ASKJA

Das isländische Telefonbuch ist auch für den Geologen eine anregende Lektüre. Er entnimmt dem Telefonverzeichnis von Reykjavik nicht nur, daß er seine Kollegen Trausti *Einarsson* und Thorleifur *Einarsson* nicht unter „E“ wie *Einarsson*, wohl aber den einen unter „T“ wie *Trausti*, den ändern unter „Th“ wie *Thorleifur* zu suchen hat (und dieses isländische „Th“ nicht beim „T“, sondern hinter dem „Y“!). Er bekommt außerdem, wenn er vorn die Übersichtskarte des isländischen Telefon-Netzes (Abb. 35) betrachtet, gleichzeitig einen vollständigen Überblick der Besiedlung und Bewachung der Insel. Offensichtlich wohnen nur in den randlichen Gebieten Menschen. Der weitaus größte Teil Islands dagegen ist unbewohnt; er ist pflanzenarm oder gar pflanzenleer – *die Insel ist größtenteils Wüste!* Selbst wenn man die eigentlichen Gebirge abrechnet (die gleichfalls nur dürrtige Vegetation tragen), bleiben immer noch 30000 Quadratkilometer (d. h. 30 Prozent des Landes) übrig, die als wüstenhafte Gebiete zu bezeichnen sind.

Bei der Besteigung der Hekla und auf den südisländischen Sandern haben wir schon einen kleinen Eindruck von diesen öden und lebensfeindlichen Gegenden gewonnen. Am vollständigsten lernen wir sie kennen, wenn wir quer durch Inner-Island reisen,

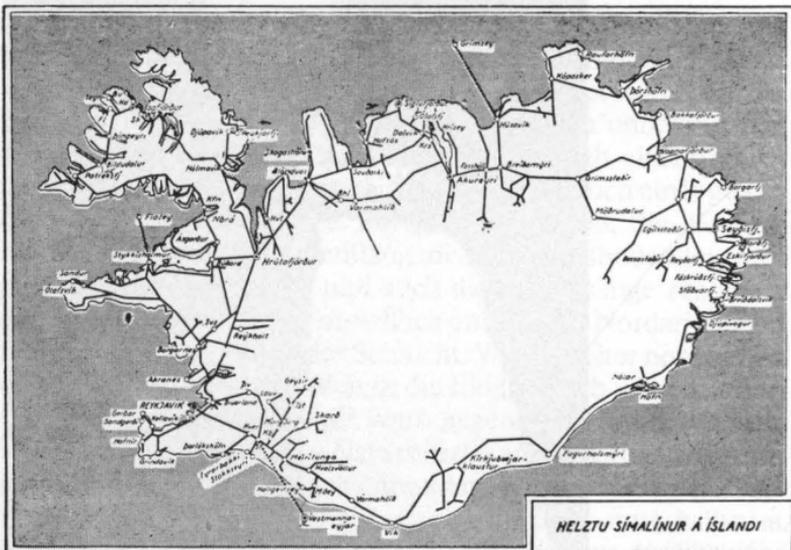


Abb. 35 „Die wichtigsten Telefonleitungen in Island“. Aus dem isländischen Telefonbuch der 50er Jahre. Im SW reichen die Leitungen jetzt ein wenig weiter ins Innere zu den Kraftwerken.



Abb. 36 Das gibt es in der Sahara nicht: Mit dem Schlauchboot durch die Wüste. Dipl.-Geologe H. Noll von der Universität Köln benutzte das Boot, um wissenschaftliche Untersuchungen in Kraterseen durchzuführen. Hier befördert er es gerade mit dem damaligen cand. geol. Saemundsson durch die Sandwüsten nördlich von Landmannalaugar. Die Forelle in Nolls Hand zeugt von dem reichen Leben in den Seen. fot. Noll-Friedrich 20. 8. 1963.

etwa bei einer Fahrt zur Askja, einem der merkwürdigsten und in der neueren Zeit tätigsten feuerspeienden Berge der Insel.

Ódádahraun heißt das von düsteren Sagen umwobene Wüstengebiet um die Askja: „Missetatenlava“, weil einstmals die Geächteten dort ihr Leben zu fristen versuchten. An die zerklüftete Lavawüste schließen sich weitere kahle Flächen aus lockerem vulkanischen Geröll und Sand an; da und dort erheben sich bizarre, schuttgepanzerte Berge daraus. Auf diesen schwarzen Lava- und Lapilli-Feldern steht nur hier und da ein kümmerliches Pflänzchen: die Grasnelke (*Armeria vulgaris*), Leimkräuter (*Silene maritima*, *Silene acaulis*) scheinen am anspruchlosesten zu sein. Manchmal sucht man über Hunderte von Metern vergeblich nach einer Spur pflanzlichen Lebens. Der Boden ist vielfach dicht gepflastert mit lockeren Steinen; der schwarze Sand und Staub dagegen sind hier wie weggeblasen und dafür an anderen Stellen wieder angeweht; selbst kleine Dünen erscheinen hier und da.

Die isländischen Wüsten bieten ein überaus düsteres Bild, nicht nur, weil graue und schwarze Farben bei Sand und Fels so vorherrschen, sondern auch, weil der Himmel oft genug grau und

wolkenbehangen ist; ja, in diesen Wüsten *regnet* es paradoxerweise genausoviel wie im freundlichen, grünen Akureyri, und die größten Gletscher und die grauschwarze Wüste stoßen in Inner-Island unmittelbar aneinander. Man kann unter Umständen sogar Wüstenwanderer mit Boot und einer eben gefangenen Forelle antreffen (Abb. 36). Mit der Sahara und anderen heißen Wüsten haben die isländischen Wüsten nur die Pflanzenleere gemein; sonst ist ihr Klima nicht wesentlich anders als in manchen anderen Teilen Islands, und ihre Niederschlagsmenge – obwohl viel geringer als etwa im regenreichen Vík an der Südküste – reicht an die 465 Millimeter von Akureyri mit seiner uns fast üppig erscheinenden Vegetation heran.

Die tiefere Ursache für die Wüstenbildung liegt also nicht in zu geringem Niederschlag. Wir müssen sie vielmehr vor allem darin suchen, daß der *vulkanische Boden ungewöhnlich durchlässig ist*, und der Regen sofort darin versickert – so tief, daß er für die meisten Pflanzen nicht mehr erreichbar ist. Nur besonders anspruchslose und besonders angepaßte (wie z. B. langwurzelige) kommen hier noch fort. Man kann die besondere Art von Wüsten, deren Wasser- und damit Pflanzen-Armut durch den durchlässigen Boden verursacht ist, als *edaphisch* bedingte Wüsten* bezeichnen. (Edaphos ist das griechische Wort für Boden.) Sie treten – wenn auch meist nur zeitweilig und nirgends so ausgedehnt – auch in anderen jungen Vulkangebieten auf; die Cañadas auf Teneriffa und die Kau-Wüste auf Hawaii sind Beispiele, die ich später kennengelernt und mit Island verglichen habe. Das kühle, den Pflanzen und der Bodenbildung nicht allzu günstige Klima Islands wirkt hier natürlich als ein zusätzlicher Faktor³².

Mitten in diesen isländischen Wüstengebieten erhebt sich das *Askja-Massiv* bis zu 1510 Meter – keine so imposant aufragende Berggestalt wie die seit 1947 fast gleichhohe Hekla, und an Höhe steht es erheblich hinter Islands höchstem Vulkan-Berg Öraefajökull (2119 Meter) (und sogar noch hinter dem Grimsvötn-Vulkan) zurück. Dennoch möchte ich sie unter den Feuerbergen Islands mit an die vorderste Stelle setzen, weil sie ein besonders merkwürdig gebautes, bis in die jüngste Zeit tätiges Vulkanmassiv darstellt.

Die Askja sah ich zum ersten Mal 1958, drei Jahre vor ihrem letzten Ausbruch. Ein Bauer aus der Gegend von Grimstadir hatte Dr. *Jux*, Thorleifur Einarsson (damals Kölner Student) und mich mit seinem Jeep dorthin gebracht, vorbei an Islands schönstem Berg, der 1682 Meter hohen Herdubreid, einem Tafelberg, den 1908 der deutsche Geologe Hans *Reck* zum ersten Mal

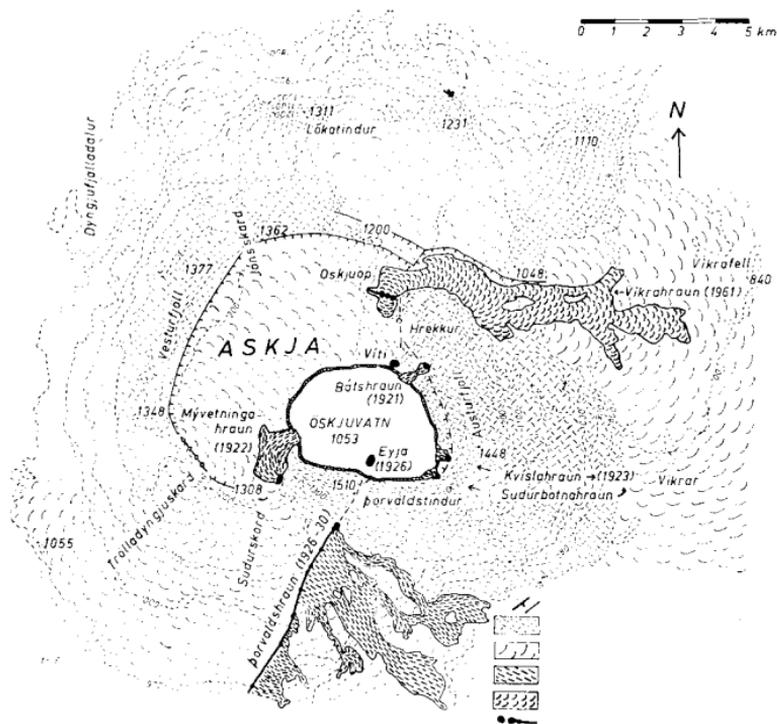


Abb. 37 Geologische Karte der Dyngjufjöll mit der Askja.
Nach Th. Einarsson (1963).

bezwang. Gegen Abend stiegen wir durch das Öskjuop – eine tief eingeschnittene, grabenartige Senke in der Umrandung des Berges – zur Askja hinauf oder fast richtiger: hinein. Wir verstanden nun überhaupt erst ihren Namen. Askja bedeutet „Schachtel“. Der eigentliche Berg heißt ganz anders: Dyngjufjöll, und in ihn ist ein fast kreisrunder Kessel von 8 Kilometer Durchmesser eingeschachtelt oder, geologisch gesprochen, eingebrochen (Abb. 37). So etwas nennen die Geologen eine Caldera (nach dem spanischen Wort für „Kessel“ oder genauer gesagt, nach der seitdem berühmten „Caldera“ auf der Canaren-Insel La Palma). Im ausgehenden Tag schritten wir auf dem kahlen, flachen, mit hellem Bimssand bedeckten Boden der Askja dahin, zur Seite die schwarzen Lavawände der Caldera. Den hellen Bims hatten wir schon auf der Fahrt beobachtet; kilometerweit wird das Antlitz der Wüste östlich der Askja von ihm bestimmt. Er rührt von dem großen Ausbruch vom 28./29. März 1875 her, bei dem riesige Mengen solcher Bimssande und -aschen in die Luft geschleudert und durch den Wind nach Osten und am folgenden Tage bis nach Schweden vertragen wurden (Abb. 38).

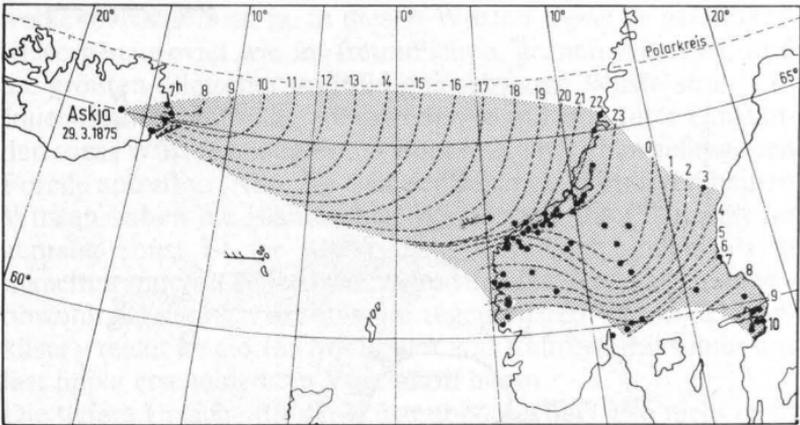


Abb. 38 Die Asche des Askja-Ausbruches von 1875 verwehte der Wind schon am nächsten Tag bis nach Schweden. Nach H. Mohn 1877 (auch in S. Thórarinsson 1970).

Die Landschaft hat hier in besonderem Maße etwas Düsteres, fast Unheimliches. Die bleichen Schneeflecken auf den Hängen, die Totenstille ringsum verstärken diesen Eindruck. Wir erreichen den großen, 6 x 4 Kilometer messenden See, der die Caldera z. T. füllt – eine kleine Caldera in der großen (Abb. 39). Dieser See entstand erst nach dem Ausbruch von 1875, und aus den spärlichen Beobachtungen, die zuletzt *van Bemmelen* und *M. G. Rutten* zusammengestellt haben, ergibt sich, daß sein Umfang seit 1875 ständig gewachsen ist. Der Spiegel liegt bei 1053 Meter. 1907 weilten drei Deutsche hier, um genauere geologische Untersuchungen anzustellen; für Wochen waren sie damals von aller Verbindung mit außen abgeschnitten, denn die Bauern mit den Pferden, die sie hergebracht hatten, sollten erst 14 Tage später wiederkommen. Sie fanden nur noch cand. geol. *Spethmann* vor; Dr. *Walther von Knebel* und der Berliner Maler *Rudloff* waren mit einem Segeltuchboot, das man auf die Expedition mitgenommen hatte, am 10. Juli 1907 auf bis heute nicht geklärte Weise ertrunken. Auch die Expedition, die im nächsten Sommer *Knebels* Verlobte, *Ina von Grumbkow*, zusammen mit Dr. *Hans Reck* nach der Askja durchführte und in einem Buch („Isafold“) anschaulich schilderte, hat das Rätsel des tragischen Todes der beiden nicht gelöst. Ein Mal aus Felsblöcken mit einer 1979 „von Islandfreunden in Köln und Hamburg“ erneuerten Gedenktafel erinnert noch heute an *W. v. Knebel*²⁸ und *Rudloff*.

Wenige Schritte von dem 170 Meter tiefen Askja-See (Öskjuvatn, manchmal auch *Knebel-Caldera* genannt) liegt ein selbständiger kleiner kreisrunder, steilwandiger Kessel von nur 100 Meter

Durchmesser und 50 Meter Tiefe mit schwefelgelbem, warmem Wasser. Bei den Isländern heißt er *Viti* („Hölle“). Er stellt den Explosionskrater des Ausbruches von 1875 dar.

1962 kam ich ein zweites Mal hierher, diesmal mit einer Gruppe schwedischer Quartärgeologen, die Dr. Sigurdur *Thórarinsson* führte. Die schöne, anregende Fahrt hatte uns zuerst an und auf den Vatnajökull geführt, und so gelangten wir nun von Süden her zur Askja. Bei prächtigem Wetter und klarer Sicht sahen wir viele Stunden lang, während die geländegängigen Wagen sich mühsam einen Weg durch öde Lavafelder und Aschenwüsten suchten und gelegentlich sogar im Schnee steckenblieben, das ganz weite Land zwischen Vatnajökull und Mývatn mit all seinen wunderbaren Vulkanen vor uns liegen: Trölladyngja, Islands größten und schönsten Schildvulkan, zahlreiche Palagonitberge, beispielhaft schöne, nordost-südwestlich gerichtete Reihen von jungen Kraterkegeln – und auch die Askja, oder genauer gesagt, die Dyngjufjöll. Aber sie (Fjöll ist Plural und bedeutet „die Berge“!) fallen nicht besonders auf; ihr wechselvoller geologischer Werdegang, den besonders *van Bemmelen* und *Rutten* zu deuten versucht haben, führte zu einem uneinheitlichen Vulkanmassiv, das gar nicht der landläufigen Vorstellung eines feuerspeienden Berges entspricht.

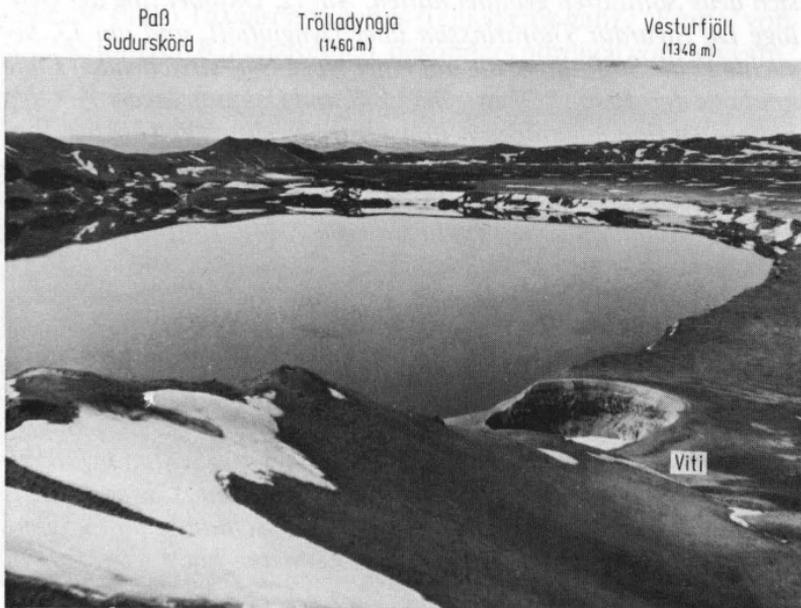


Abb. 39 Die große Askja-Caldera mit dem darin eingesenkten Öskjuvatn. Blick nach SW. Vorn der kleine Explosionskrater Viti von 1875. fot. Páll Jónsson, aus Th. Einarsson (1963).

Die Askja hatte seit 1875 mehrere kleine Eruptionen gehabt. Nun aber waren wir gespannt, die Wirkungen des *Ausbruchs von 1961* zu sehen, der erst wenige Monate zurücklag. Wieder ging es von unserem Zeltlager am Ostfuß des Berges das Öskjuop hinauf: aber wie hatte sich das Bild geändert! Die ganze Breite von fast einem Kilometer füllt nun wie ein riesiger schwarzer Strom ein wüstes Gewirr scharfer und zackiger Stollen oder glatter Stricklava. Der Lavastrom im November 1961 hatte schon in den ersten 24 Stunden 7–8 Kilometer Länge erreicht, bei einer Fließgeschwindigkeit von etwa 5 Meter pro Minute. Insgesamt ist er 9,2 Kilometer lang.

Immer höher steigen wir hinauf. (Heute kann man, freilich mühsam, auch fahren.) Da sind die Ausbruchsstellen: drei ansehnliche Kegel aus schwarzen Schlacken, mit tiefen Kratern.

Der Ausbruch dauerte zwei Monate. Trotz der ungünstigen Jahreszeit wurde er aber sehr genau verfolgt, ja, obgleich die Askja so abgelegen ist, kam er nicht einmal unerwartet. Hören wir Th. *Einarsson*³³, der (wie S. *Thórarinsson* und G. E. *Sigvaldason*) einen eingehenden Bericht über die Eruption gegeben hat:

„Am 10. Oktober 1961 flogen einige Bauern auf der Schafsuche über Ódádahraun. Sie merkten, daß am Fuße der Austurffjöll in der Askja sich neue Solfataren gebildet hatten. Am 12. Oktober flog der Geologe Dr. Sigurdur Thórarinsson über Dyngjufjöll, und am 13. besuchte er die Solfataren, die auf einer Nord-Süd-streichenden Linie am Fuße der Austurffjöll zwischen Viti und Öskjuop lagen. Von den Solfataren floß ein größerer, lauwarmer Bach mit reichlicher Tonschlammführung zu Öskjuop hin.

Am 19. Oktober besuchten dann die Geologen Dr. Tómas Tryggvason und Dr. Gudmundur E. Sigvaldason die Askja. Dort hatten in der Zwischenzeit einige Veränderungen stattgefunden. Die südlichen Solfataren waren nicht mehr aktiv, aber auf dem mittleren Teil der Spalte hatte sich ein großer Schlammvulkan gebildet, der augenscheinlich kurz vorher eine Eruption gehabt hatte. Auf der Schneedecke beobachteten sie eine schmale, über einen Kilometer lange Tonschlammzunge, Steinbrocken waren über 200 Meter geflogen. Während sie noch in der Askja weilten, ging dieser Schlammvulkan, Hrekkur (das heißt Schreck) genannt, nochmals los. Eine Dampfsäule stieg aus dem Kraterloch und riß Tonschlamm und größere Steinbrocken mit sich, die bis zu 100 Meter hoch geschleudert wurden.

Am 26. Oktober gegen 14.30 Uhr sahen Piloten und Passagiere eines Linienflugzeuges auf der Strecke Reykjavik–Akureyri eine hohe Rauchsäule, die hoch über die Wolkendecke in Richtung Dyngjufjöll

emporstieg. Am selben Abend gegen 18 Uhr beobachteten Piloten einer amerikanischen Düsenmaschine Lavafluten durch Öskjuop strömen, und gegen Mitternacht hatten die längsten Teilströme schon eine Länge von 6 bis 7 Kilometer erreicht (Abb. 40).

Der Ausbruch wird wohl gegen 11 Uhr vormittags am 26. Oktober begonnen haben. Die Seismographen in Reykjavik registrierten nämlich Erdbeben in der Askja um 10^h 56^m 01^s und 11^h 00^m 34^s, die wohl die Anfangszeit des Ausbruches angeben.

In der Nacht vom 27./28. Oktober traf eine Gruppe von Geologen in der Askja ein, und man kann sagen, daß der Ausbruch von da ab die nächsten drei Wochen unter ständiger Beobachtung stand, bis die Witterungs- und Schneeverhältnisse Mitte November diese Feldbeobachtungen undurchführbar machten."

Die bis 1200 Grad heiße Lava wurde in den ersten Tagen nicht nur als Lavastrom gefördert, sondern auch in Form von großartigen Lavafontänen herausgeschleudert, die unter gewaltigem Getöse bis 400 Meter Höhe erreichten und aus einer 750 Meter langen Spalte kamen. Besonders nachts war das ein äußerst eindrucksvolles Bild. Über dieser Spalte bauten sich die Kraterkegel auf, die wir bestiegen haben. Niemals konnte man bis dahin auf Island eine typische Spalten-Eruption so genau beobachten (obgleich im Lauf der Jahrtausende Spalten-Ausbrüche dort häufig gewesen sind!). Inzwischen gab es freilich eine ganze „Reihe“ von noch schöneren Krater-Reihen, besonders nördlich vom Mývatn.



Abb. 40 Öskjuop am 4. November 1961. Der oberflächlich schwarz erstarrte, aber noch warme Lavastrom (Vikrahraun) hebt sich prachtvoll gegen die weiße Schneelandschaft ab. In der Ferne, am westlichen Ende, rauchen die neuen Kraterkegel. Flugaufnahme von E. Sigurgeirsson, aus Th. Einarsson (1963).

AM MÝVATN: DAS „WAHRE GELOBTE LAND DER VULKANE“

So kennzeichnete der Norweger Amund *Helland* vor 100 Jahren diese Gegend³⁴ – nicht zu Unrecht, wie wir sehen werden. Und in dem melodischen Wort „Mývatn“ scheint ja überhaupt die ganze Poesie und Romantik von Ultima Thule, dem „Letzten Land“ der alten Griechen, mitzuschwingen (Abb. 41).

Tatsächlich hat das isländische „mývatn“ freilich die prosaische und zeitweise nur allzu treffende Bedeutung „Mückensee“ oder, wörtlich übersetzt, „Mückenwasser“. Davon abgesehen gilt aber das Mývatn als besonderes landschaftliches Juwel Nord-Islands; es gibt ein paar kleine Gasthäuser dort, und nicht selten leuchten im Sommer weiße Zelte aus dem Grün der Wiesen. In den letzten Jahren ist freilich die Industrie – die sonst in Island wenig Stätten hat – bis hierher vorgedrungen. Man baut jetzt die *Kieselgur* ab, die sich am Boden des Sees absetzt. Kieselgur besteht aus den winzigen Panzern von Kieselalgen oder Diatomeen, die massenhaft im Mývatn vorkommen. In einer kleinen, modernen



Abb. 41 Am Mývatn. Die Inseln sind kleine Kraterhügel aus Basaltschlacken („Pseudokrater“). Der große Vulkan am anderen Ufer (das Vindbelgjarfall) wird dagegen von „Palagonittuff“-Schichten aufgebaut. Vorn ein Lavafeld, z. T. mit Birken- und Weidengebüsch überwachsen. Nach einer Ansichtskarte.

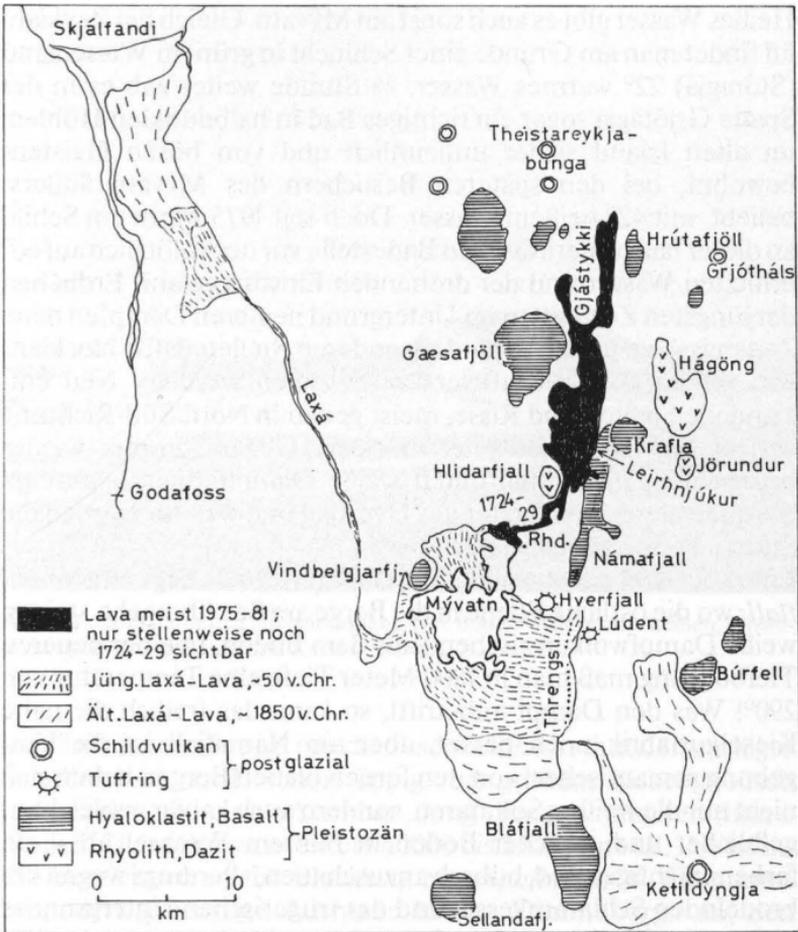


Abb. 42 Geologische Übersichtsskizze für das Mývatn-Gebiet (vereinfacht nach S. Thorarinnsson und dem geol. Blatt NE-Island von K. Saemundsson). Einige Lavaströme sind besonders hervorgehoben, so die von 1975-81.

Fabrik östlich von Reykjalid wird das Sediment zu einem technisch wertvollen, für Filter u. ä. verwendeten weißen, mehligem Material verarbeitet. Den heißen Dampf, der für den Fabrikationsvorgang notwendig ist, gewinnt man aus Bohrungen an Ort und Stelle. Der Naturfreund bedauert natürlich, daß hier ein Stück unvergleichlicher Landschaft der Technik geopfert wurde. Doch muß man zugeben, daß auch ein Bohrfeld mit seinen weißen, zischenden Dampfaustritten einen unmittelbaren, imponierenden Eindruck der Kräfte des Erdinneren vermittelt und in eine Landschaft hineinpaßt, die ringsum von Vulkanen beherrscht wird (Abb. 42).

Heißes Wasser gibt es auch sonst am Mývatn. Gleich bei Reykjahlid findet man am Grunde einer Schlucht in grünem Wiesenland (Stóragjá) 22° warmes Wasser. ¾ Stunde weiter gab es in der Spalte Grjótagjá sogar ein richtiges Bad in halbdunklen Höhlen, im alten Island sicher unheimlich und von bösen Geistern bewohnt, bei den späteren Besuchern des Mývatn äußerst beliebt, mit 42° heißem Wasser. Doch seit 1975 warnt ein Schild an dieser halb unterirdischen Badestelle vor dem plötzlich auf 60° erhitzten Wasser und der drohenden Einsturzgefahr. Erdbeben der jüngsten Zeit hatten im Untergrund heißeren Dämpfen neue Zugangswege geöffnet (und an anderen Stellen dafür blockiert, wie wir am Krafla-Kraftwerk noch sehen werden). Neu entstandene Spalten und Risse, meist genau in Nord-Süd-Richtung verlaufend, kann man jetzt in dieser Gegend immer wieder beobachten, manchmal durch weiße Dampffahnen angezeigt. Sie queren z. B. den Krater des Hverfjall und weit im Norden die Strandebene am Axarfjord.

Eines der schönsten Solfatarenfelder (Abb. 43) liegt am *Námafjall*; wo die östliche Ebene in die Berge am See übergeht, steigen weiße Dampfwolken zischend aus dem Boden. In einer neueren Tiefbohrung maß man in 1800 Meter Tiefe eine Temperatur von 290°! Was den Dampf anbetrifft, so kann das freilich die nahe Kieselgurfabrik noch besser, aber am Námafjall ist die Umgebung romantischer: von den fernen blauen Bergen heben sich nicht nur die weißen Solfataren, sondern auch kahler gebleichter, gelblicher und rötlicher Boden in buntem Wechsel ab – ein farbenprächtiges Bild, hübsch anzuschauen, allerdings wegen der brodelnden Schlammkessel und des trügerischen Untergrundes nicht ungefährlich zu begehen und zudem unangenehm zu riechen, denn die Dämpfe enthalten Schwefelverbindungen. „Wenn die Hexen des Macbeth für ihre infernaln Beschäftigungen noch nicht den rechten Platz aufgefunden hätten, so könnte ihnen der böse Feind wahrhaftig nicht besser raten, als im Namar von Reykjahlid ihre Werkstatt aufzuschlagen“, meinte *Sartorius von Waltershausen*. Man versuchte immer wieder, schon seit Jahrhunderten, den Schwefel nutzbringend zu gewinnen. Der Name Námafjall deutet schon darauf hin (náma = Bergwerk, fjall = Berg). Im weit entfernten Hafenstädtchen Húsavik wurde der Schwefel verschifft, der es freilich mit den viel reicheren und verkehrsgünstigeren Vorkommen Süd-Italiens nicht entfernt aufnehmen konnte.

Lava und immer wieder Lava begegnet uns bei jedem Spaziergang am Mývatn. Gelegentlich ist es helle rhyolithische (so am Hlidarfjall), aber ganz überwiegend schwarze basaltische. Sie breitet

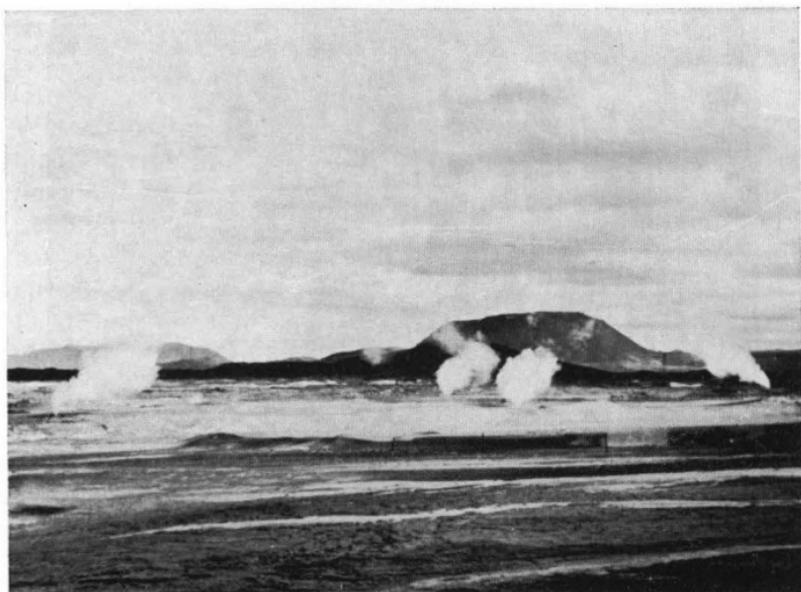


Abb. 43 Solfatarenfeld am Námaskard. Der Boden ist durch die heißen, schwefelhaltigen Dämpfe gelb und rot verfärbt. fot. 21. 7. 1954.

sich östlich vom See als ein chaotisches Gewirr dunkler, zackiger Schollen aus, z. T. schon üppig mit grünem Birkengebüsch bewachsen, aber unverkennbar „jung“ im geologischen Sinne. Nach S. *Thórarinsson* ist sie etwa 1000 bis 2500 Jahre alt. Die Isländer bezeichnen solche Blocklava als „*Apalhraun*“³⁵. Sie nimmt besonders großartige Ausmaße in den Dimmuborgir an, den „Dämmerburgen“, die nahe dem Ostufer des Sees liegen. Auf einer rundlichen, etwas eingesenkten Fläche von vielleicht einem Kilometer Ausdehnung erheben sich dort ohne erkennbare Ordnung zahlreiche Lavatürme und -wälle, oft zehn und mehr Meter hoch, bald breit und plump, bald spitz und zackig, mit bizarren Erkern, Vorsprüngen, scharfen Kanten, Höhlen und richtigen Torbögen, kahl und grau; nur am Boden wachsen Birkenbüsche, Heidekraut, Moos. Wahrscheinlich bestand hier ehemals ein Lava-See mit kaminartigen Aufstiegswegen, die erstarrt übrig blieben, als der Lava-See ausfloß³⁶.

Ein völlig anderes Bild bietet die Lava unmittelbar bei Reykjahlid. Wenige Minuten vom Gasthaus Reynihlid entfernt erhob sich ein malerisches, winziges Kirchlein mit Wellblechdach. Es hatte ein für isländische Verhältnisse ehrwürdiges Alter; denn es bestand schon 1729³⁷. Die Lavaströme des Leirhnjúkur erreichten im August dieses Jahres Reykjahlid und ließen nur die Kirche

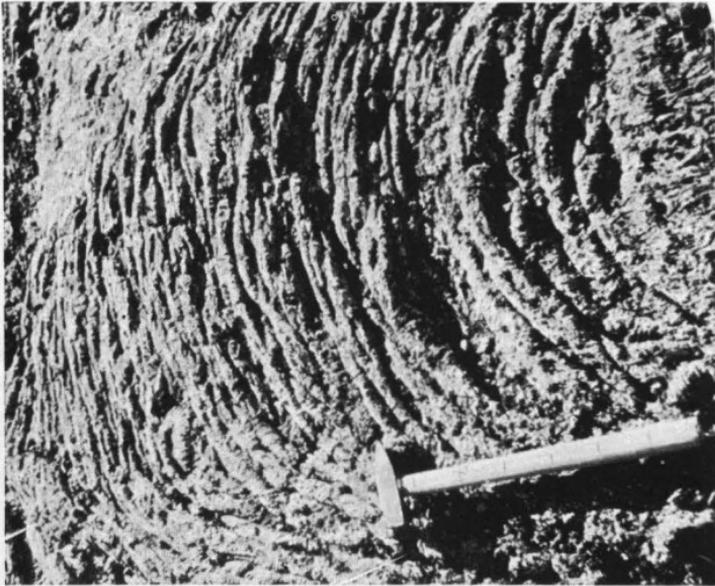


Abb. 44 Eine dünne, bereits erstarrte Haut der Lava wurde durch Fließbewegungen zu „Stricken“ zusammengeschoben. Lava von 1729 am Mývatn. fot. 13. 8. 1955.

übrig, was freilich weniger theologisch als geologisch zu erklären ist; sie stand etwas erhöht. Was wir dort sehen, ist glatte Lava: weitgespannte hellgraue Rücken, oft wie riesige, versteinerte Schildkröten, in der Längsrichtung und auch quer nicht selten dezimeter- oder gar meterbreit aufgespalten, doch oberflächlich so glatt, daß sie beinahe eiszeitlichen Rundhöckern ähnlich sehen. Häufig aber zeigen sich auch die girlandenartigen Bögen von Strick- oder Seil-Lava (Abb. 44); sie enthüllen uns die Fließrichtung des Stroms. Auf alle Fälle ist es leicht, solche „*Heluhraun*“, wie sie bei den Isländern heißt, zu überqueren.

So wie die Lava, so zeigen auch die *Vulkanberge* am Mývatn alle möglichen (um nicht zu sagen, unmöglichen) Formen. Beherrscht wird das großartige Panorama von den meist isoliert stehenden „*Tafelbergen*“*: eiszeitlichen, unter dem Gletschereis entstandenen Vulkanbauten mit Kissenlaven und Hyaloklastiten*. Ihre subglaziale Entstehung (Abb. 45) hat zuerst der isländische Geologe Gudmundur *Kjartansson* 1943 genauer begründet, und eine inhaltsreiche Monographie widmeten ihnen die Holländer *van Bemmelen* und M. G. *Rutten*. *Sellandafjall*, *Bláfjall*, *Búrfell* sind die markantesten Gestalten unter ihnen, aber auch der charakteristische Gipfel des Westufers, das *Vindbelgjarfjall*, gehört seiner Entstehung nach in diese Gruppe. Von ihnen

erreicht das Bláfjall immerhin 1222 Meter. Die subglazialen Hyaloklastite betrachten wir eingehender später noch am Gullfoss.

Wir wollen aber zunächst einen besonders sonderbaren, viel niedrigeren und auch viel jüngeren Vulkan besteigen, das *Hverfjall* (Abb. 46), nahe dem Ostufer des Sees gelegen. Das Hverfjall ist wirklich ein *Vulkankegel* – freilich ein ganz abgestumpfter, und daher unwahrscheinlich breit (ein „Tuffring“*); wir brauchen nur einmal etwa mit dem Vesuv zu vergleichen.

Die Hänge – mit schwarzem Basaltbims bedeckt – neigen sich mit etwa 20–25°. Besonders nach oben hin sind sie so gut wie völlig kahl, und das gilt auch für den weiten runden Krater, der über 1000 Meter Durchmesser und 140 Meter Tiefe erreicht (Abb. 41). Dabei beträgt die Gesamthöhe des Hverfjall über der Ebene nur 150 Meter (seine absolute Höhe ist 452 Meter)! Ein kleiner länglicher Hügel am Kratergrund bezeichnet die letzte Eruptionsstelle, die (nach S. *Thórarinsson*) wohl an die 2500 Jahre alt ist, eine zur Zeit deutlich sichtbare Erdbebenspalte, die den Krater quert, dagegen erst wenige Jahre!

Wie ist das Hverfjall entstanden? Offenbar durch Explosionen, bei denen nur lockere Basaltlavastücke gefördert und zu einem riesigen Ringwall aufgeschüttet wurden. Mancher Italienreisende kennt vielleicht sein südliches Gegenstück, den Monte Nuovo bei Neapel, der am 29. bis 30. September 1538 sozusagen in einer Nacht vor den Augen der erschrockenen Pozzulaner entstand. Dieser ist nur kleiner, und so möchte man meinen, daß beim

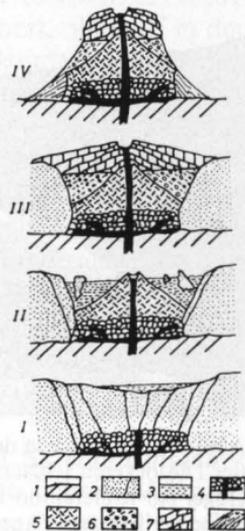


Abb. 45 Subglaziale Entstehung der „Tafelberge“ (Herdubreid usw.). 1 älterer Untergrund; 2 Gletscher; 3 Schmelzwasser; 4 Pillow-Lava mit Basaltgängen; 5 Hyaloklastit; 6 geschichtete Brekzien und Pillows; 7 Basaltlava; 8 Gehängeschutt. Nach Th. Einarsson 1968.

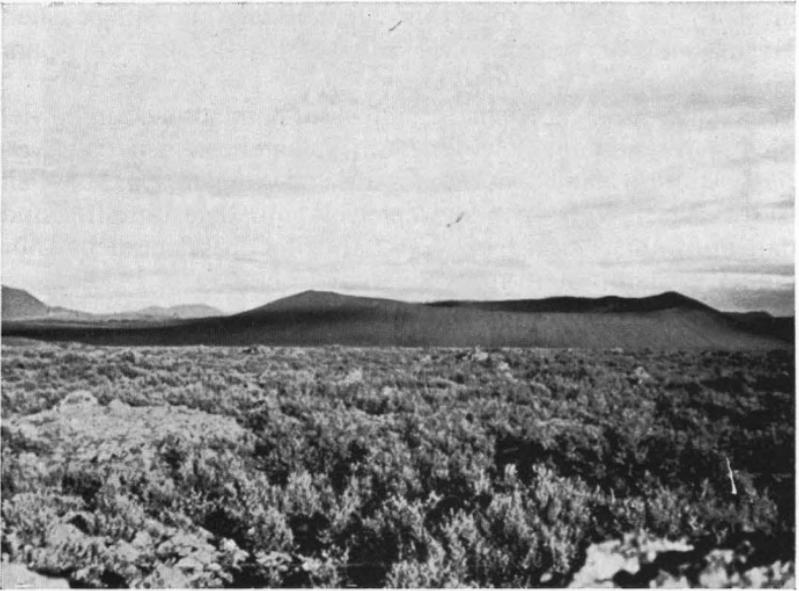


Abb. 46 Der breite Kraterkegel des Hverfall am Mývatn. Das Lavafeld im Vordergrund (das zeitlich in den Hverfall-Eruptionszyklus gehört, aber nicht unmittelbar von Hverfall her stammt) ist dicht bewachsen. fot. 21. 7. 1954.



Abb. 47 Ein Blick in den kahlen Krater des Hverfall. Der Krater ist 140 Meter tief. Die lockeren Schlackentuffe sind von Erosionsrinnen zerfurcht. Der längliche Hügel am Kratergrund entspricht der eigentlichen Eruptionsstelle. Im Hintergrund der Mückensee und das Vindbelgjarfall. fot. 22. 7. 1954.



Abb. 48 „Pseudokrater“ am Mývatn. Die vielen modellartigen Kraterkegel haben keine eigene Verbindung mit dem Magma in der Tiefe. Skútustadir, Flugaufnahme 16. 8. 1966. Vgl. auch Abb. 56.

Hverfjall vielleicht doch mehr als 1 bis 2 Tage nötig waren, um ihn aufzubauen. Aber daß das Hverfjall tatsächlich nur ganz kurze Zeit ein tätiger Vulkan war, scheint sicher. Er entstand durch „einen“ Ausbruch³⁸.

Nicht minder ebenmäßig als das Hverfjall, freilich von ganz anderer Regelmäßigkeit, sind *zahlreiche kleine Vulkankegel* besonders am südlichen Mývatn (Abb. 48). Sie fallen uns als erstes auf, wenn wir von Akureyri her in diese Gegend kommen: begrünte, runde Hügel, oft nur wenige Meter hoch, deren schwarzer Basalt-Schlackenkegel da und dort hindurchschimmert, obenauf in der Regel ein deutlicher Krater. Sie tragen in besonderem Maße zur Schönheit des Mývatn bei; denn ein Teil von ihnen bildet dessen Inselwelt.

Ähnliche „*Kratergruppen*“ gibt es öfters in Island, so südlich von Kirkjubaejarklaustur die Landbrotshólar; dort zählt man Tausende von Kratern auf engem Raum, und sie machen, wenn man sie zuerst sieht, einen wahrhaft verwirrenden Eindruck. Auch die Raudhólar, die „Roten Hügel“, bei Reykjavik gehören dazu oder richtiger: gehörten dazu, denn die unersättliche Zivilisation betrachtet sie nicht als Naturwunder, sondern als simplen Rohstofflieferanten für Straßen und Flugplätze und hat sie schon weitgehend verschlungen.

Wir dürfen wohl mit Th. Thoroddsen und S. Thórarinsson³⁹ annehmen, daß alle diese Krater gar keine echten Vulkane, sondern „Scheinvulkane“ oder „Pseudokrater“ darstellen. Sie

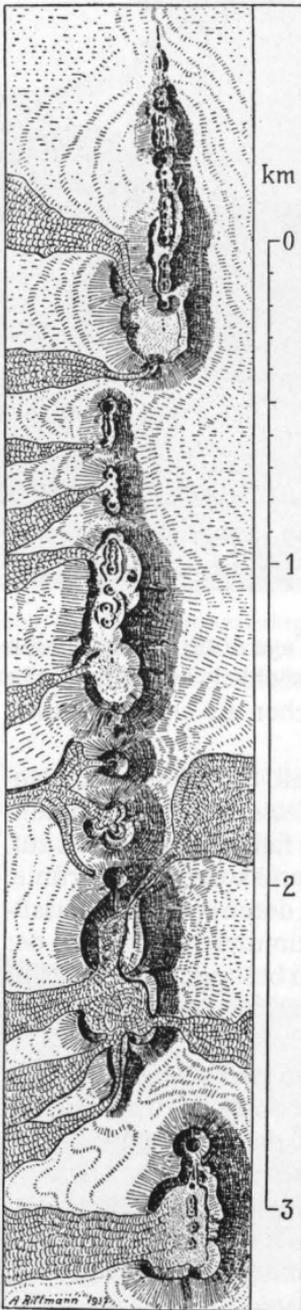


Abb. 49 Eines der schönsten Beispiele für eine „Spalten-eruption“: die Threngslaborgir. Karte von A. Rittmann (1938).

haben keine gesonderte Verbindung mit einem tieferen Magmaherd gehabt, sondern entstanden dort, wo sich ein Lavastrom über wasserreichem Untergrund (etwa einem Moor) ausbreitete, und dadurch an vielen Stellen Explosionen und sogar Sekundäreruptionen einsetzten, deren Eruptionskegel in ihrer äußeren Form von echten Vulkanen naturgemäß nicht zu unterscheiden sind. -

Vom Hverfjall aus hat man an einem sonnigen Tage eine unvergleichlich klare Sicht auf das Mývatn und seine vielen Kraterinseln, die wir nun schon kennen und die nahe und fernen Berge ringsum. Aber den Blick fesselt auch ein nahes Ziel östlich von uns: eine lange Reihe niedriger Kegel, wie an einer Schnur aufgereiht. *Threngslaborgir* heißen diese Kraterhügel. Sie setzen sich nördlich in die *Lúdentborgir* fort und sind eines der schönsten Beispiele für *Spalteneruptionen* in Island, und das will im Lande der Spalten schon etwas heißen. Der Schweizer Vulkanologe Alfred *Rittmann* veröffentlichte eine übersichtliche Karte davon (Abb. 49), die besser als die Photographie das Wesentliche zeigt⁴⁰.

In der 8 Kilometer langen Reihe erheben sich Dutzende von flachen Schlackenkegeln und -kratern aus dem Heidegelände. An einzelnen Stellen flossen auch kleine Lavaströme seitlich ab. Auch das geschah in „prähistorischer“ Zeit, nach S. *Thórarinsson* vor etwa 2000 Jahren.

Mývatn-Feuer

Spalteneruptionen sind wir auf unseren Fahrten schon mehrfach begegnet, so an der Hekla, bei der Laki-Kraterreihe von 1783, auf Heimaeý und soeben bei den Threngslaborgir. Aber hervorragende Beispiele hat in jüngster Zeit auch die Gegend nördlich vom Mückensee geliefert.

Zum letzten Mal ist 1729 in das Mývatn Lava hineingeflossen. Die Ausbrüche jener Zeit (1725–29) sind als „Mývatn-Feuer“ (Mývatn-eldar) in die isländische Geschichte eingegangen. Als Hauptausbruchsstelle galt lange die Krafla, 818 Meter hoch, 12 Kilometer nordöstlich vom Mývatn; aber sie ist seit der Eiszeit, seit Tausenden von Jahren, ein erloschener Vulkan, ein „harmloser Palagonit-Rücken“ (H. Noll, 1967) ⁴¹. Er trägt zwar an seinem an Solfataren reichen West-Hang einen heute wassergefüllten Explosionskrater namens Viti („Hölle“ – wie sein Gegenstück in der Askja!), und dieser leitete, wie man erst in neuerer Zeit erkannte, die Mývatn-Feuer gleichsam mit einem Paukenschlag 1724 ein. Aber alle Lava-Ergüsse kamen aus einer 11 Kilometer langen Kraterreihe des Leirhnjúkur, eines Berges westlich von der Krafla. So kam die Krafla „völlig zu Unrecht in den Ruf, einer der gefährlichsten Vulkane Islands zu sein“.

Diesen Ruf hat sie bis 1981 gewahrt. Denn als 1975 nach 250 Jahren Ruhezeit die Ausbruchstätigkeit nördlich vom Mývatn überraschend wieder begann, tauchten als deutsche Zeitungsnachrichten erneut „Krafla-Ausbrüche“ auf ⁴². Aber der Schauplatz war wiederum nicht die Krafla, sondern die Gegend des Leirhnjúkur und die spaltenreiche Zone nördlich davon, Gjástykki (gjá = Spalte). In gewissem Sinne war es ein *neues* „Mývatn-Feuer“. Wie im 18. Jhd. waren die Ausbrüche 1975 und in den folgenden Jahren mit zahlreichen, aber meist kleinen Erdbebenerschütterungen und mit deutlichen langsamen Hebungen und Senkungen (im Dezimeter-Bereich) gekoppelt. Alles hängt mit Bewegungen des Magmas engstens zusammen und wird genauestens registriert, so daß man hier hervorragende Einblicke in das Geschehen im Untergrund erhält. Die eigentlichen Ausbrüche (Dez. 1975, April und Sept. 1977, März, Juli und Okt. 1980, Jan.–Febr. und Nov. 1981) dauerten immer nur wenige Tage, doch förderten die Eruptionen von 1980 und 1981 ganz beachtliche Lavamengen. Alle Ausbrüche waren typische Spalteneruptionen und auf ein schmales, 10 Kilometer langes Gebiet von Leirhnjúkur bis Gjástykki nördlich davon beschränkt. (Die Lavazungen reichten im Norden noch mehrere Kilometer weiter.) Die unruhigen Vorgänge neuer Spaltenbildung erstreckte sich jedoch bis zum Axa-

fjörður. Jedenfalls veranschaulicht das ganze Gebiet besonders klar die Eigenheiten der „zentralen vulkanischen Zone“ Islands: alte und neue Spalten und Spaltenschwärme in der Längsrichtung der Zone (hier in Nord-Island: Nord-Süd), Spalteneruptionen, verknüpft mit Schwarmbeben geringer Magnitude, hochtemperierte Solfatarenfelder.

Die Juli-Eruption 1980 fiel gerade in die Touristensaison, und manche Island-Reisende hatten das große Glück, das grandiose Feuerwerk der Eruptionsspalte aus nächster Nähe beobachten zu können oder gar zu filmen. 6 Dänen berichteten darüber in der Zeitschrift „Varv“. Doch auch Wochen oder selbst Monate nachher bieten die schwarzen Lavafelder mit ihrem Schollengewirr, die düstere Kraterspalte und ihre weißen Dampfwolken immer noch eine höchst lebendige Vorstellung von einem Vulkanausbruch und ein ungewöhnliches Erlebnis, wie das z. B. den Teilnehmern einer „Karawane“-Reise im Juli 1981 (an der Eruptionsstelle vom Dezember 1980) geboten wurde.

Island befindet sich seit den 60er Jahren in einer Periode unerwartet reger vulkanischer Tätigkeit, und das an ganz verschiedenen Stellen. Die Aussicht, auf einer Islandreise einen Vulkanausbruch zu erleben, ist also z. Zt. erheblich größer als es dem Altmeister der isländischen Geologen, Thorvaldur Thoroddsen (1855–1921) vergönnt war (er wurde 1978 auch durch eine Briefmarke geehrt! Abb. 50); ein unermüdlicher Geländegeologe und hervorragender Historiker der Vulkane Islands – aber er ist zeit seines Lebens nie unmittelbarer Zeuge eines Ausbruches gewesen. Freilich muß man berücksichtigen, daß es damals noch kaum Telefone zur Nachrichtenübermittlung und als Transportmittel nur das Islandpony gab.

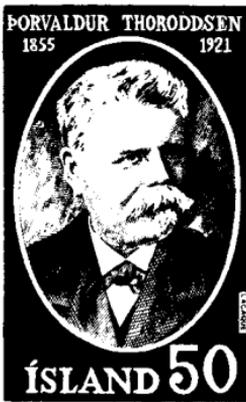


Abb. 50 Thorvaldur Thoroddsen (1855–1921). Briefmarke (1978). Bedeutender Geologe, verfaßte die erste umfassende „Geologie Islands“ mit einer ersten guten geologischen Karte (erschieden 1905–06 bei J. Perthes in Gotha).

AUF DEN SPUREN DER EISZEIT IN ISLAND

„Viele haben die falsche Vorstellung, daß Island ein sehr kaltes Land sei, aber das stimmt nur für seinen Namen.“ So lesen wir im Reiseprospekt, doch glücklicherweise ist es eine freundliche Übertreibung. Zwar sind wir wirklich nicht in Grönland, aber große Gletscher gibt es trotzdem im „Eisland“ – 11% des Landes nehmen sie ein – und sie ziehen den Geologen ebenso an wie die Vulkane. Die isländischen Gletscher sind seit der letzten Eiszeit weit zurückgewichen und gingen auch in den letzten Jahrzehnten noch zurück, und so beobachten wir an ihrem Rand heute nichts anderes als das, was sich in Norddeutschland vor 20 000 Jahren abspielte. In den isländischen Gletschergebieten – den heutigen wie den früheren – befinden wir uns also gleichzeitig auf den Spuren der norddeutschen Vereisungen⁴³. –

Meine erste Eiszeitexkursion in Island machte ich 1954 am Morgen nach meiner Ankunft in Reykjavik, als mich Jóhannes Áskelsson mit seinem Wagen zum Öskuhlid-Hügel am Stadtrand brachte, einem gewaltigen, vom Gletschereis glattgeschliffenen Rundhöcker* (vgl. auch Abb. 51 mit einer Miniaturform!). Auf ihm stehen die modernen Wahrzeichen der Stadt – die großen Tanks, die Reykjavik mit natürlichem Heißwasser versorgen.



Abb. 51 Ein Miniatur-Rundhöcker mit Gletscherschrammen. Vorland des Sólheima-Gletschers. Deutlich erkennt man eine flache „Luv“- und eine steile „Lee“-Seite; der Gletscher kam also von rechts. fot. 28. 7. 1954.



Abb. 52 Zahllose Moränenblöcke ließen die eiszeitlichen Gletscher zurück. Nördlich von Gullfoss. Im Hintergrund die spitzen Zacken des Jarlhettur und die flache Eiskappe des Langjökull. fot. 31. 7. 1954.

Heute liegt das nächste Gletschereis (der Langjökull) 75 Kilometer entfernt! An anderen Stellen zeugen unzählige *Moränenblöcke* von der ehemaligen Eisbedeckung, mit am schönsten vielleicht südlich der Kerlingarfjöll, da, wo der uralte Kjalweg quer durch das einsame Innerisland zieht (Abb. 52). Wie im norddeutschen Flachland die mächtigen Findlinge, gibt es auch in Island da und dort besonders auffallende Felsblöcke, die wenigstens z. T. große Gletschergeschiebe darstellen. Sie heißen hier Grettistök („Grettir's Steine“), nach dem starken Grettir der isländischen Sage; denn sie stehen so unnatürlich in der Landschaft, daß sie nur ein starker Mann dahin gesetzt haben kann⁴⁴. Wir wollen auf einigen Fahrten ein wenig in die Eiszeitgeheimnisse der Insel eindringen.

Auf der Halbinsel Snaefellsnes

Bei klarem Wetter taucht im Nordwesten von Reykjavik, weit in der Ferne, eine bei dieser Entfernung beinahe unwirklich erscheinende weiße Berggestalt „wie ein Geist aus der Edda“⁴⁵ aus dem blaugrünen Meer, der Snaefellsjökull. Über 100 Kilometer liegen zwischen diesem vergletscherten Vulkan und der Hauptstadt. Es ist verlockend, ein kleines Flugzeug zu chartern und ihn aus der Nähe zu betrachten; er ist in gleicher Weise ein prachtvolles vulkanologisches wie glaziologisches Objekt (Abb.



Abb. 53 Südflanke des Snæfellsjökull (1446 m) mit gewaltigem Lavastrom (Háahraun). Unten die Straße Dritvik-Arnarstapi. Der Höhenunterschied auf dem Bild beträgt über 1400 m! Flugfoto 1971.

52), ja, sogar ein literarisches, denn in seinem Krater begann Prof. *Lidenbrock* aus Hamburg seine von Jules *Verne* so phantasievoll geschilderte „Reise zum Mittelpunkt der Erde“. Als vergletschertter Vulkan gehört der Snæfellsjökull in die Gruppe der andern großen, mit... jökull benannten Vulkan- und Gletscherberge. Doch nicht der Berg, sondern die Nordküste der großen Halbinsel *Snæfellsnes*, der er den Namen gegeben hat, soll unser nächstes Ziel sein.

Wir hatten Regenwetter, eine nicht ungewöhnliche Erscheinung auf der Insel, dem locus typicus des „Island-Tiefs“ und letzten Endes an seinen Eiskappen maßgeblich beteiligt; denn ohne Niederschlag kein Gletscher. Vom malerischen Hafenstädtchen Stykkishólmur ging es die zerrissene Fjordküste nach Westen hin; tief hingen die dunklen Wolken über den Bergen. Am Nach-

mittag erreichten wir das Kirkjufell, den „Kirchenberg“, eine kühne Pyramide aus flachlagerndem Basalt und anderen Schichten. Noch vor wenigen Jahrzehnten nisteten auf seinem Felsgipfel Adler. Wir können noch ein holpriges Stück Weges vordringen; dann aber heißt es trotz des Regens aussteigen und über nasse, sumpfige Wiesen den kleinen Nachbarn des Kirkjufell ersteigen, die *Stöd* (Abb. 54–55). Basaltfelsen schlagen wir mit unserem Hammer an seinem Fuß an; ihre Oberfläche ist von Gletschern glattgehobelt. Eisgeschliffener Basalt bildet auch den sturmumbrauten Gipfel der *Stöd*. Aber dazwischen liegen Sedimente, erst konglomeratische Schichten mit Meeresmuscheln, 100 Meter über dem heutigen Meer und mit Arten kalten, arktischen Klimas, darüber Sande und Tone, in denen wir massenhaft die Abdrücke von kleinen, hübsch gesägten Birkenblättchen finden. Die besagen uns nicht allzu viel; denn Birken wachsen in der arktischen Tundra wie im wärmeren Deutschland. Viel wichtiger ist, daß Jóhannes Áskelsson in diesen Schichten auch die Erle durch Pollen nachgewiesen hat⁴⁶. Heute gedeiht die Erle in Island nicht mehr, da es zu kalt ist, besonders im Sommer. Was liest der Geologe aus all dem ab? Er übersetzt das, was er beim Aufstieg zum Gipfel übereinandergeschichtet sah, gleich ins zeitliche Nacheinander:

1. Gletschereis ging über Basaltfelsen hinweg und hobelte sie ab; eiszeitliches Klima.
2. Das Eis zog sich zurück, doch es war noch immer sehr kalt; ein arktisches Meer überflutet die Gegend und lagert Geröllmassen,



Abb. 54 Stöd und – rechts – Kirkjufell an der Nordküste von Snaefellsnes. Von Búlandshöfði aus gesehen. Man vergleiche dazu Abb. 55. fot. 14. 7. 1954.

aber auch arktische Muscheln ab; noch immer eiszeitliches Klima.

3. Vom nahen Land werden Ton und Sand ins Wasser eingeschüttet, mit ihnen zusammen Blättchen, Zweige usw. von Birken und Erlen; Klima wie heute oder sogar etwas wärmer.

4. Basaltlava überdeckt alles, und darüber schreitet abermals Gletschereis vor; der Basalt wird geschrammt; eiszeitliches Klima.

So haben wir also hier am Strand des Nordatlantik, nur 350 Kilometer von den Eiswüsten Grönlands entfernt, einen klaren Beweis für *mindestens zwei Eiszeiten in Island*, unterbrochen durch eine Zeit milderer Klimas. Die birken- und erlenführenden Tone und Sande in der Mitte des Profils stellen ein „*Interglazial*“* dar. Es gibt noch ein paar andere Vorkommen zwischeneiszeitlicher Schichten in Island (so – am Rande von Reykjavik – an der Meeresbucht Fossvogur⁴⁶, am Svinafell im Öraefi⁵², Bakkabrúnir in Nordwest-Island⁴⁷), aber auch in der Lüneburger Heide oder bei Innsbruck und an vielen weiteren Stellen auf der Erde. Es wird uns eindrucksvoll klar, welch ungeheures, wirklich erdumspannendes Phänomen das Eiszeitalter mit seinen rätselhaften Klimaänderungen gewesen ist. Dabei nimmt das Interglazial von *Bakkabrúnir* eine besonders hervorragende Stellung ein: es ist nach den neuen Untersuchungen von L. E. Koerfer 2 Millionen Jahre alt – älter als das Quartär und weit älter als die übrigen Interglaziale. Offenbar begann das „Eiszeitalter“ im hohen Norden schon *vor* dem Quartär!

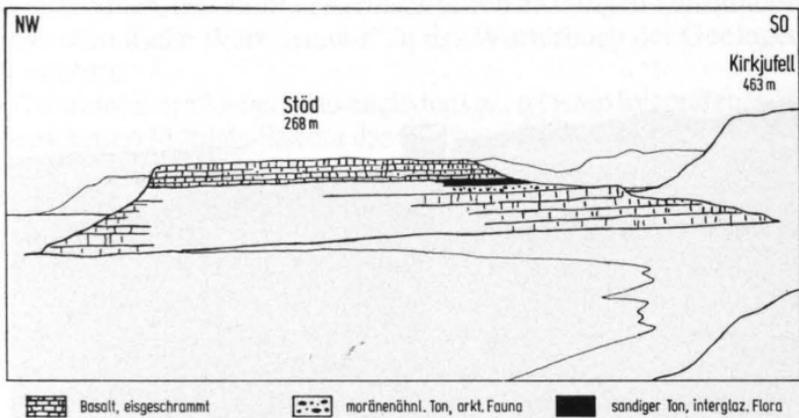


Abb. 55 Die Schichtenfolge am Stöd. Die interglazialen Pflanzenablagerungen liegen zwischen zwei gletschergeschrammten Basalt-Serien. Nach M. Schwarzbach (1955). Vgl. Abb. 54!

Isländische Sander und Gletscherläufe

Die isländische Sprache hat nicht nur den Vulkanologen den „Geysir“, sondern auch den Eiszeitforschern einen Begriff für ihre internationale Nomenklatur geliefert, das Wort „Sander“ (oder in der isländischen Schreibweise „sandur“). Wenn wir sie kennenlernen wollen, müssen wir an der Südküste Islands entlangfahren. „Reykjavík – Vík – Kálfafell 320 Kilometer“ zeigt der Autobusfahrplan an. Das ist die lange Straße der Sander. Skógasandur, Sólheimasandur, Mýrdalssandur, Medallandssandur, Brunasandur, Skeidarársandur, Breidamerkursandur, Steinasandur, Hoffellssandur folgen hier hintereinander, und alle stehen in engster Beziehung zu den großen Kappen von „Inlandeis“, die Island auszeichnen (vgl. Karte Abb. 1).

Der *Skóga-Sander* ist einer der kleinsten, aber doch vollkommen typisch. An einem sonnigen Julitag stand ich zum erstenmal mitten in dieser kahlen Sandebene. Eine undurchdringliche Wolke von gelbem Staub verhüllte den davoneilenden Autobus, der mich hier abgesetzt hatte; ich konnte ihn an dieser Spur noch viele Kilometer verfolgen. Der Blick nach Süden, zum Meere hin, ruft ganz besonders die Erinnerung an Wüstenfahrten wach; denn das Auge sieht eigentlich nichts als blanken, schwarzen Sand und Kies, die in der Sonne flimmern, und die eigenartige Erscheinung der „Kimmung“ am Horizont, die dem Auge den einige Kilometer entfernten Strand emporhebt, verstärkt den



Abb. 56 Auf dem Mýrdalssander. Schwarze Sandwüste, Staubfahnen hinter den Autos, im Hintergrund die Gletscherkappe des Mýrdalsjökull. Die Hügel links sind „Pseudokrater“. fot. P. Everts, 19. 8. 1970.

Eindruck der Wüste mit ihrer „Fata morgana“. Freilich: wenn wir nach Norden schauen, schwindet die Illusion einer Sahara: schneeweiß heben sich die flachgewölbten Eiskappen des Eyjafjalla- und Mýrdalsjökull gegen den blauen Himmel (Abb. 56), und das gleiche gilt, wenn wir wenig weiter östlich an den milchigen Wassermassen der Jökulsá stehen, einem mächtig strömenden Gletscherfluß. Ein prächtiger Blick bietet sich dann auf den Sólheimagletscher, der vom Mýrdalsjökull abfließt oder „herabschreitet“⁴⁸, wenn sich auch die große Gletscherzunge in einem recht schmutzigen und unansehnlichen Kleide zeigt, und eine Große Raubmöwe, die offenbar ganz in der Nähe ihr Nest hat, uns immer wieder mit pfeilschnellen Sturzflügen angreift und von dieser ruhigen Betrachtung ablenkt.

Ungeheure Mengen von Schlamm und Geröll verfrachten die Gletscherflüsse. Dauernd verlegen sie ihr Bett und überschottern auf diese Weise immer größere Strecken, so daß schließlich die riesigen Sand- oder „Sander“-Ebenen Islands entstanden und noch immer entstehen. Sie formen das eigenartige Bild der isländischen Südküste, einer flachen, hafenlosen, ja, den Schiffen gefährlichen Küste. Um Kilometer hat sie sich stellenweise seit dem Mittelalter vorgeschoben. Und wenn wir uns wieder einen Augenblick nach Norddeutschland versetzen, dann steigt unwillkürlich das Bild der Lüneburger Heide oder der Mark Brandenburg, der „Sandbüchse des Deutschen Reiches“, oder der weiten Heidegebiete Niederschlesiens vor uns auf. Sie sahen einmal ähnlich aus, wenn auch bei uns das Meer fehlte und die Gletscherflüsse dort keine schwarzen basaltischen Lapilli und Aschen, sondern helle Quarzsande ablagerten. Jedenfalls ist es verständlich, daß Konrad *Keilhack* schon im vorigen Jahrhundert das isländische Wort „sandur“ in das Wörterbuch der Geologen einführte.

Während beim Skóga- und auch dem nach Osten folgenden, ausgedehnten Mýrdals-Sander das Bild hauptsächlich vom Sand und nicht so sehr von den Gletscherwässern geprägt wird, ist das ganz anders bei dem größten Vertreter seiner Art in Island, dem *Skeldarár-Sander*. In 50 Kilometer Breite zieht er sich am Südrand des Vatnajökull entlang. Ein phantastisches Bild bietet er vom Flugzeug aus (Abb. 57). Ich sah ihn schon bei meiner ersten Islandreise an einem etwas stürmischen, aber ziemlich klaren Tage bei einem Flug von Reykjavik nach Höfn am Hornarfjord. Wir hatten einen wunderbaren Blick auf die langgestreckte Hekla und ihren weißdampfenden Schulterkrater genossen und die bunten Berge von Landmannalaugar überquert; dann verhüllte für kurze Zeit Regen und Wolkennebel die Sicht, aber am

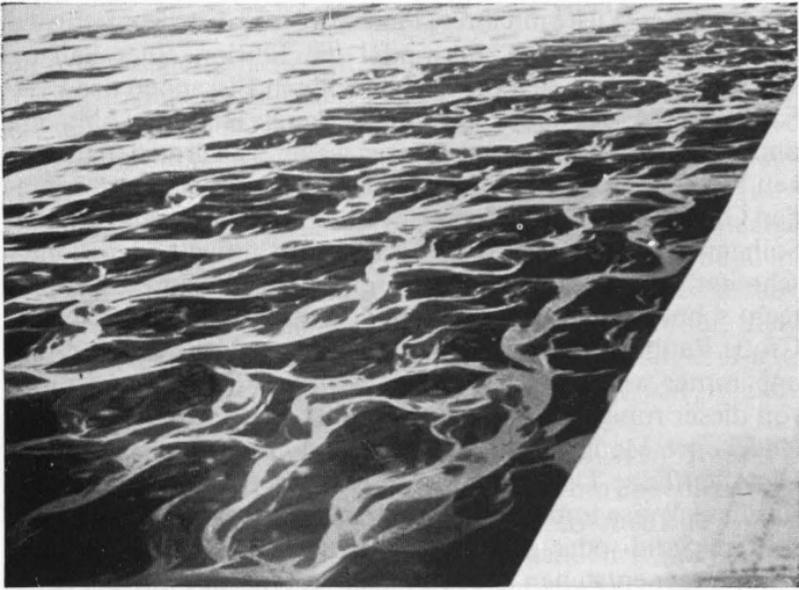


Abb. 57 Im Grenzgebiet von Land und Wasser. Blick vom Flugzeug auf den Skeidarar-Sander mit seinen unzähligen Wasserarmen. Fließrichtung nach links und vorn. fot. 6. 8. 1954.

Skeidarar-Sander wurde es zum Glück wieder schön. Links, im Norden, der gewaltige weiße Vatnajökull mit seinen großen und kleinen Ausflußgletschern und Nunatakkern, unter uns ein Gewirr von schmalen und breiten, sich unaufhörlich verästelnden und wieder vereinigenden, hellstimmernden Wasserfäden, zwischen ihnen kahle Sandinseln, -bänke, -rücken. Man versteht, was für ein Verkehrshindernis das in früheren Zeiten gewesen ist. *Feuer und Eis* berühren sich nirgends auf der Erde so innig wie in Island. Die gelegentlichen Vulkanausbrüche unter den Gletschern rufen hier einzigartige Erscheinungen hervor: katastrophale Fluten von Schmelzwasser brausen dann über die Sander hinweg. *Jökulhlaup* („Gletscherlauf“) heißt so etwas bei den Isländern. Vielfach entsteht ein Gletscherlauf aber auch ohne den unmittelbaren Anlaß einer Eruption, indem sich subglaziale Seen (durch Solfatarentätigkeit gebildet) plötzlich entleeren. Die historischen Berichte schildern vielfach anschaulich, welche Ausmaße solche Gletscherläufe erreichen können. Gelegentlich ist der ganze Mýrdalssandur von Höfdabrekka bis zum Skálm-Fluß (d. h. über 30 Kilometer Breite) überflutet gewesen. Besonders kennzeichnend sind die vielen kleinen und großen Eisblöcke, die die Fluten mit sich führen und dann an anderen Stellen oder selbst im Meer zusammenschwemmen. Beim Katla-Ausbruch von 1755 entstanden durch einen Gletscherlauf zwei

solcher Eis- und Schuttrücken von 20 Kilometer Länge und 30–40 Meter Höhe. Bei den Isländern heißen diese schuttbedeckten Eisrücken „jökull“; sie gebrauchen also dafür dasselbe Wort wie für „Gletscher“. Mancher „Jökull“ stellt noch heute eine auffällige Landmarke in dieser tischebenen Landschaft dar, und das Eis darin hält sich sicher viele Jahrzehnte, vielleicht gar Jahrhunderte.

Th. Thoroddsen gab eine Schilderung⁴⁹ von einem der jüngeren großen Gletscherläufe der Katla, dem von 1918:

„Der erste Gletscherlauf erfolgte am 12. Okt. 3½ Uhr nachm. und dauerte zwei Stunden. Er überschwemmte einen großen Teil des Mýrdalssandur, der flachen Sandwüste am Fuß der Katla. Von Aussichtspunkten nahe Vik sah man eine große Wasserflut, eingehüllt in Dampf und Staubwolken, mit gewaltigen Eisstücken beladen, nach der Rinne der Múlakvisl niederstürzen, und rasch war das Meer draußen mit großen und kleinen Eisbergen bedeckt. Um 5½ Uhr setzte ein neuer Gletscherlauf weiter östlich ein und dauerte, solange man abends sehen konnte, und noch den größten Teil der Nacht, wie das gewaltige Brausen des Wassers und das Krachen und Dröhnen der aneinanderstoßenden Eisberge erkennen ließen... Ein Augenzeuge von Hjörleifshöfði berichtete, daß eine mächtige Wasserflut, beladen mit Eisstücken, von der südwestlichen Spitze des Katlagletschers zwischen Selfjall und Hafursey ausgebrochen war und sich einen Weg zwischen den Rinnen der Múlakvisl und Sandvatn bahnte, dann aber sich über die ganze Fläche zwischen Múlakvisl und Blautakvisl (etwa 100–150 Quadratkilometer) ausbreitete, so daß man auf derselben bald keine trockenen Flecke mehr sah. Die Wasserflut führte unter Krachen und Knacken eine unzählige Menge von Eisstücken mit sich, zuweilen groß wie Berge. Die größten derselben strandeten auf dem Sand und bohrten sich in denselben ein. Am südwestlichen Vorsprung bei Hjörleifshöfði befindet sich eine 60 Meter hohe Klippe, an der sich die Wasserflut brach, so daß Eisstücke und Wasser hoch in die Luft spritzten, wie bei schwerster Brandung. Am nächsten Morgen war aber die Hauptmasse des Gletscherlaufs abgelaufen.“

Daß ein solches Ereignis verhängnisvoll für Reisende werden kann, die davon überrascht werden, und daß zum mindesten die Verkehrswege tage- oder wochenlang unterbrochen sein können, braucht kaum besonders erwähnt zu werden. Ich habe meine schwierigste Flußdurchquerung bei einer solchen Gelegenheit auf dem Mýrdalssander gemacht, als uns Gudmundur Jónasson in einer Augustnacht 1955 mit einem geländegängigen Bus durch die hochangeschwollene Múlakvisl fuhr. Es war die spannendste Nacht, die ich auf 20 Islandreisen erlebte.

Der eben betrachtete Skeidarársandur gehört seiner Entstehung nach bereits zu Islands größtem „Inlandeis“, dem *Vatnajökull*. Dessen Name bedeutet „Wassergletscher“, und man kann kaum zweifeln, daß das Labyrinth seiner Schmelzwässer auf dem Skeidarársandur an der Namensgebung wesentlich beteiligt war. Die zahlreichen Randgletscher – z. T. typische „Schreitgletscher“⁴⁸ – führen besondere Namen (Skeidarárjökull usw.). Eine Fahrt am Südrand des Vatnajökull entlang zeigt uns mehr als ein Dutzend der prachtvollen randlichen Schreitgletscher – es ist wohl *die schönste und bequemste Gletscherfahrt*, die man in Island machen kann⁵⁰ (Abb. 58).

Aber das gilt erst für die neueste Zeit. Die Ausflußgletscher erreichen fast das Meer; ein schmaler Küstenstreifen trägt eine Reihe stattlicher Bauerngehöfte. Noch nach dem 2. Weltkriege waren die westlichen Gehöfte die *unzugänglichsten in ganz Island*: nach Norden bilden die Eismassen des Vatnajökull, nach Süden die gefährliche, hafenlose Meeresküste, nach Westen die verästelten Gletscherflüsse des Skeidarársandur und im Osten der tiefe, reißende Abfluß des Breidamerkurjökull natürliche Hindernisse, die nur unter größten Schwierigkeiten zu überwinden waren. Erst als man bei Fagurhólmsmýri einen kleinen Flugplatz anlegte, erhielt diese Gegend (Öraefasveit) regelmäßige Verbindung mit Reykjavik. Regelmäßig bei *normalem* Wetter – auch heute noch muß mancher Reisende bei schlechter Sicht oder widrigem Wind gelegentlich tagelang in Höfn oder Fagurhólmsmýri darauf warten, daß ein Flugzeug landen kann. Dann kam vor wenigen Jahren eine neue, große Brücke über die Breidamerkurjökulsá, und nun konnte man endlich mit dem Auto von Reykjavik nach Skaftafell (dem entferntesten Gehöft der Öraefasveit) gelangen – freilich sozusagen auf einer „Umgehungsstraße“, nämlich um fast ganz Island herum.

Das letzte Hindernis einer direkten Verbindung beseitigte 1974 eine neue „Straße“ quer über den nördlichen Skeidarársandur. Sie verkürzte die Strecke Reykjavik – Skaftafell um 783 Kilometer, d. h. *auf weniger als 1/3!*

Die markante Bastion der neuen Straße ist im Westen der 767 Meter steil aufsteigende *Lómagnúpur*, am Gehöft Núpsstadur (nordöstlich von Kirkjubaejarklaustur; den Weg von Reykjavik dorthin berühren andere Fahrten, vgl. S. 74 und S. 36 ff.). Auf der andern Seite des weiten Skeidarársandur, der nur wenig über den Meeresspiegel ansteigt, erhebt sich als weißleuchtende Landmarke Islands höchster Berg, der *Öraefajökull*, ein gletscher-

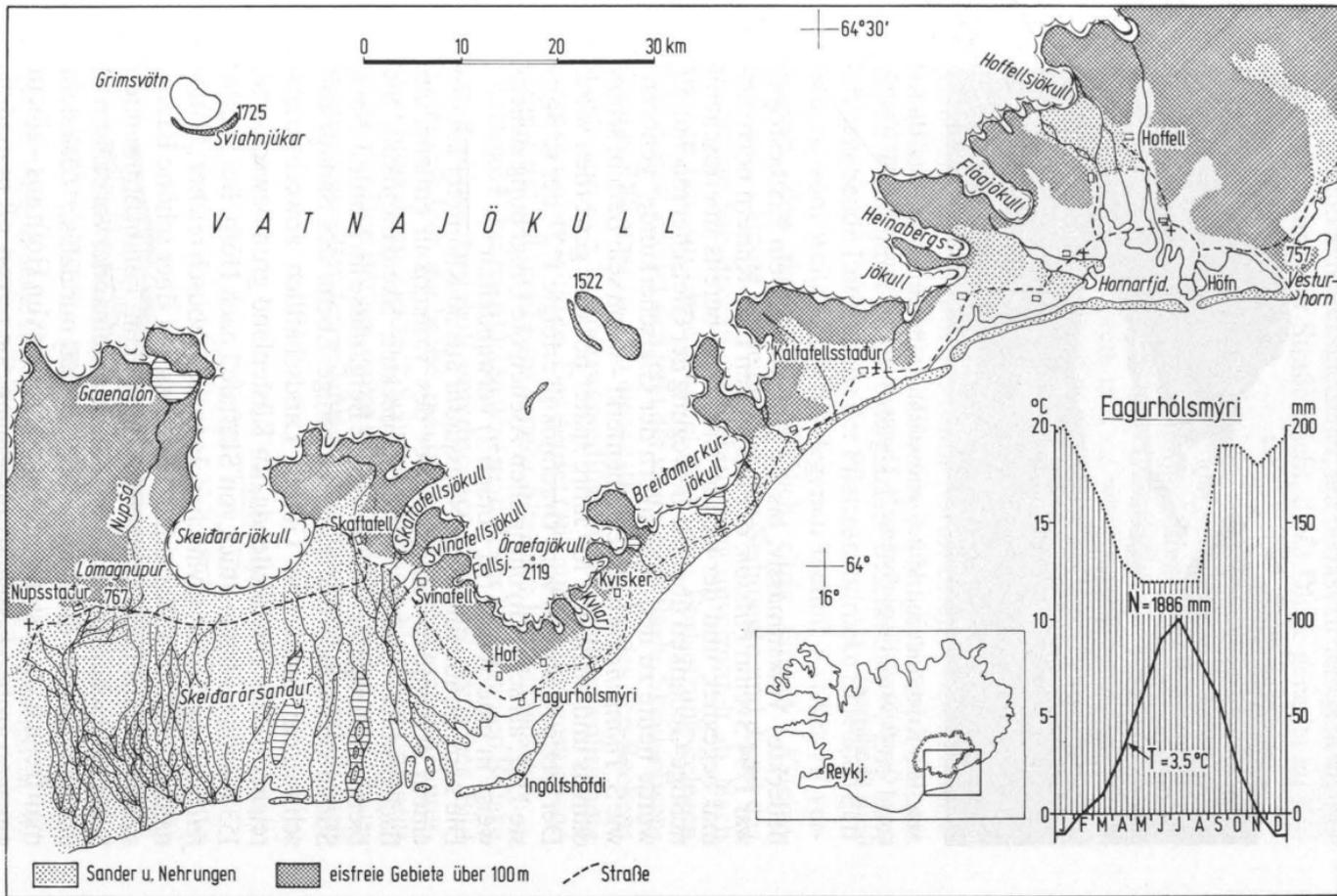


Abb. 58 Karte vom Südrand des Vatnajökull. Z. T. in Anlehnung an S. Thórarinnsson 1956; mit Klimadiagramm von Fagurhólmseyri.



Abb. 59 Kviarjökull mit Mittel- und mächtigen Seitenmoränen. Im Hintergrund Öraefajökull. Flugaufnahme N. Thome, 18. 8. 1960 (von Dr. Thome freundlichst überlassen).

bedecktes Vulkanmassiv, bis zu 2119 Meter. Sein Erstbesteiger war 1794 Sveinn *Palsson*, der uns an den Laki-Kratern noch einmal begegnet, und der sich in jener Zeit bereits überraschend richtige Gedanken über die Bewegung der Gletscher machte. Er würde heute zu den „Klassikern der Gletscherkunde“ gehören, wie S. *Thórarinnsson* mit Recht bemerkt – wenn sein Bericht schon damals und nicht erst 100 Jahre später bekannt geworden wäre. Der letzte Ausbruch vom Öraefajökull erfolgte 1727, der schwerste 1362, als seine rhyolithischen Aschen die Umgebung stellenweise in eine Wüste (isl. „öraefi“!) verwandelten⁵¹.

Die neue Straße führt von Núpsstadur aus 30 Kilometer lang an einem der großen Randgletscher des Vatnajökull entlang, am flachgewölbten, vielfach staubbedeckten Skeidarárjökull. Sie bietet großartige Fernblicke auf die Bergkulisse im Norden. Nach Süden dehnt sich die weite, eintönige Ebene des Sandur mit schwarzem Sand und Geröll. Landschaftlich abwechslungsreicher ist das anschließende, im Küstenland grün bewachsene, 153 Kilometer lange Stück von Skaftafell nach Höfn. Bei *Skaftafell* liegt ein kleiner, idyllischer, an Birkengebüsch reicher „Nationalpark“ mit dem Wasserfall Svartifoss, der über schöne Basaltsäulen herabstürzt. Die vom Vatnajökull herabkommenden Schreitgletscher, an denen wir dann nacheinander vorbeifahren, erinnern ganz an die alpinen Talgletscher, nur daß sie – das sieht man freilich am besten vom Flugzeug oder von Höfn aus – einem einzigen großen Eisschild entspringen. Sie zeigen, oft in modellhafter Weise, End-, Seiten-, Mittelmoränen (Abb. 59), auch Toteisgebiete und überhaupt Rückzugserscheinungen. Es lohnt

sich, etwa am Svinafellsgletscher, der bis fast zu dem gleichnamigen Gehöft und zur Straße reicht, diese Dinge genauer zu studieren.

1–2 Kilometer südlich von *Svinafell* sind im steilen Berghang, der die Straße begleitet, überraschenderweise tonig-sandige, feingeschichtete See-Ablagerungen aufgeschlossen, 120 Meter mächtig (Abb. 60). Sie liegen z. T. auf Hyaloklastit, also wohl subglazial entstandenen Schichten, und sie werden überlagert von Moränenbildungen. Die Tone dagegen enthalten stellenweise Pflanzenabdrücke, u. a. Blätter der heute in Island nicht mehr heimischen Grün-Erle (*Alnus viridis*). Wir haben also auch hier – ähnlich wie an der Stöd – die zeitliche Folge: 1. eiszeitliches Klima (Hyaloklastit), 2. wärmeres Klima (Grün-Erle), 3. erneut eiszeitliches Klima (Moränen). S. *Thórarinsson* hat diesen bedeutungsvollen Fundpunkt eines Interglazials beschrieben⁵². Die ausschlaggebende Entdeckung der Pflanzenabdrücke ist jedoch den Bauern vom weiter östlich gelegenen Gehöft Kvísker zu verdanken, den naturwissenschaftlich eifrig tätigen „*Kvísker-Brüdern*“. – Heute schneiden die See-Sedimente und damit das ehemalige See-Becken am Gebirgshang unvermittelt ab. Nach Westen hin, wo ohne Zweifel einst ihre Fortsetzung gelegen haben muß, breitet sich jetzt der weite, ganz flache Skeidarársander aus. Offenbar ist also die westliche Flanke des See-Beckens später von den Schmelzwasserflüssen des Sanders vollständig weggewaschen worden. Das deutet (wie auch die ausgestorbene Grün-Erle) auf nicht ganz junges Alter des Interglazials hin.

Die lange Fahrt nach Osten wird man sicher an der neuen Brücke am *Breidamerkurjökull* unterbrechen. Ein fast arktisches Bild bietet sich hier: die breite, mächtige Gletscherzunge im Hintergrund mit ihren Zickzack-Schmutzbändern, Moränen und seitlichen dunklen Bergen, davor ein blaugrüner See mit weißen Eisbergen; ein reißender, milchiger Gletscherstrom, der schon nach

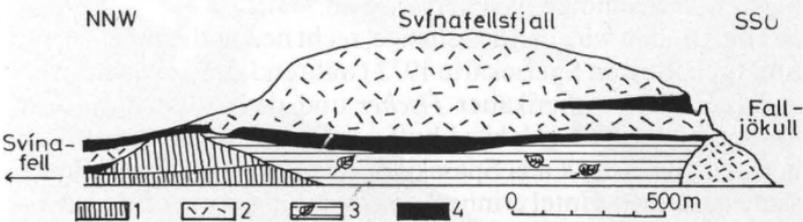


Abb. 60 Schichtenfolge südlich vom Gehöft Svinafell mit dem Interglazial. 1 Basalt, 2 Hyaloklastite mit Basalt-Lagen, 3 gebänderte, tonig-sandige See-Sedimente mit Pflanzenabdrücken (Interglazial), 4 Tillite mit gekritzten Geschieben. Nach S. *Thórarinsson* 1963, vereinfacht.

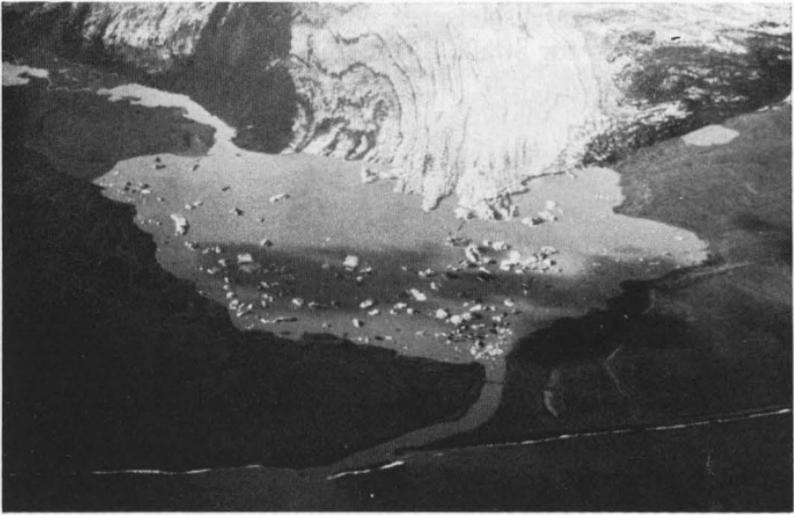


Abb. 61 Der Breidamerkurjökull kalbt in einen kleinen, aber 130 m tiefen See. Das Meer liegt ganz nahe (weißer Brandungstreifen); der Gletscherfluß (die Jökulsá) mit der neuen Brücke ist ganz kurz. Flugaufnahme 28. 8. 1971.

wenigen 100 Metern das Meer erreicht. Das See-Becken ist 130 Meter tief! Er reicht also, was man nicht ahnt, weit unter den Meeresspiegel⁵³ (Abb. 61).

Von den östlichen Schreitgletschern wird der *Fláajökull* gern besucht, auf dessen Eis man leicht gelangen kann.

Unsere „Gletscherstraße“ endet am „Hornarfjord“ (kein Fjord im norwegischen Sinne, sondern eine breite, durch Nehrungen begrenzte Meeresbucht) mit dem kleinen Hafenort *Höfn* und prächtigem Blick auf den Südrand des Vatnajökull bis hin zum Óraefajökull, auf der andern Seite nach dem Südostpfeiler Islands, dem schroffen *Vesturhorn*. Die eisgeschliffenen Gabbro-Felsen an seinem Fuß – 5-9 Millionen Jahre alt – ziehen Geologen und Seehunde gleichermaßen an.

In Höfn finden wir auch das einzige, recht neuzeitliche Hotel weit und breit, dessen Speisekarte 1972 (während des Schachturniers zwischen dem Amerikaner *Fischer* und dem Russen *Spassky*) humorvoll anpries: „Hakkad buff à la Spassky m. lauksósu“ (auf deutsch: Hacksteak à la Spassky mit Zwiebelsoße). Eine Basaltsäule nahe dem Hotel erinnert an einen Flugpionier *Eric Nelson*, der am 2. August 1924 als Erster nach Island flog, und erinnerte uns gleichzeitig daran, daß es auch ein halbes Jahrhundert später unsicher ist, ob wir morgen mit dem Flugzeug wegkommen – heute konnte es wegen des schlechten Wetters nicht landen.

EINERGIEQUELLEN ISLANDS

ISLÄNDISCHE WASSERFÄLLE

Es gibt wenige Gegenden der Erde, die so viele prachtvolle Wasserfälle auf engem Raum aufweisen wie Island⁵⁴. Begründet ist der Reichtum in den vielen Niederschlägen einerseits (2300 Millimeter im Süden, bei Vik!), dem jugendlichen Relief andererseits. Die Flüsse haben noch nicht vermocht, ihre immer wieder durch Lavabänke gestörte Gefällskurve auszugleichen. Aber sie arbeiten unermüdlich daran, und immer wieder wird einem in Island die gewaltige Kraft des fließenden Wassers vor Augen geführt, ob wir nun hier am Gullfoss oder am Godafoss, dem Detti- oder Skógafoss, oder wie sie alle heißen, stehen. Oft schon Kilometer vorher bleibt das Auge an einer dünnen weißen Wolke haften, die aus der düsteren Landschaft emporzusteigen scheint; unscharf begrenzt, verschwindet sie manchmal fast, und man glaubt, sich getäuscht zu haben, aber da wird sie wieder deutlicher. Dann erreicht auch das ferne, dumpfe Brausen unser Ohr, bis wir vor den schäumenden und brüllenden, herunterstürzend in weiße Gischt zerstäubenden Wassermassen stehen. Die Sonnenstrahlen zaubern einen wundervollen Regenbogen in diesen feinen



Abb. 62 Der Gullfoss, wohl der schönste Wasserfall Islands. Zwei Fallkanten, die fast senkrecht zueinander stehen. fot. 25. 7. 1954.

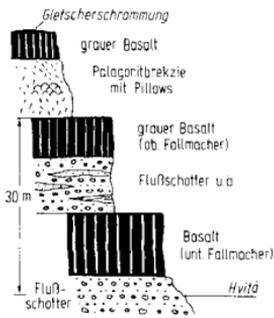


Abb. 63 Die Schichtenfolge am Gullfoss. An die beiden unteren harten Basaltlagen als „Fallmacher“ sind die beiden Fallstufen geknüpft.

Wasserstaub; der Gullfoss verdankt dem seinen poetischen Namen „Goldener Fall“.

Der nüchterne Geologe geht auch in diesem „Fall“ den Dingen sogleich mit scharfem Blick auf den Grund. Wir haben Zeit dazu; denn der Autobus, der uns herbrachte, macht längeren Aufenthalt. Früher verlockte dazu auch ein bescheidenes Gasthaus. Aber es ist seit einigen Jahren verschwunden – für die Erhaltung der natürlichen Landschaft ein hervorragendes Beispiel, das man in den großen Touristenländern vergeblich suchen wird. So ziehen wir unbeschwert den Hammer heraus, um die Gesteine ein wenig zu studieren. Der dunkle, harte Basalt überwiegt dabei weitaus – und er macht dem Fluß tüchtig zu schaffen. Das Wasser stürzt über zwei kolossale Kaskadenstufen insgesamt 30 Meter herab, und wir bemerken sofort, daß die untere von einer bis zu 20 Meter mächtigen Basalttafel gebildet wird, mit deren Zersägung das Wasser noch nicht so weit gekommen ist wie mit den oberen Schichten; dieser Basalt bildet den unteren „Fallmacher“*, und wir können ihn mit seinen schönen, senkrechten Säulen in dem tiefen Canyon unterhalb des Falles weit verfolgen. Darüber und darunter aber beobachten wir von unserm Standpunkt aus mehrere Meter geschichtete Sandsteine und Schotter, die der Fluß offenbar früher einmal abgesetzt hat, und als oberste harte Schicht und damit als oberen Fallmacher noch einmal säuligen Basalt, bis zu 15 Meter dick. Das Ganze wird am Ostufer von einer ebenen Fläche abgeschnitten, die über und über mit Schotter bedeckt ist⁵⁵ (Abb. 63).

Die beiden Fallkanten des Gullfoss verlaufen im übrigen fast senkrecht zueinander, weil das Gestein in diesen zwei Richtungen bevorzugt geklüftet ist; das erleichterte dem Fluß das Einschneiden beträchtlich. In der Richtung der tieferen Fallkante verläuft sogar eine weit verfolgbare Spaltenzone (Dimmagróf), die am Gullfoss zu einer geradlinigen, tiefen Schlucht ausge-

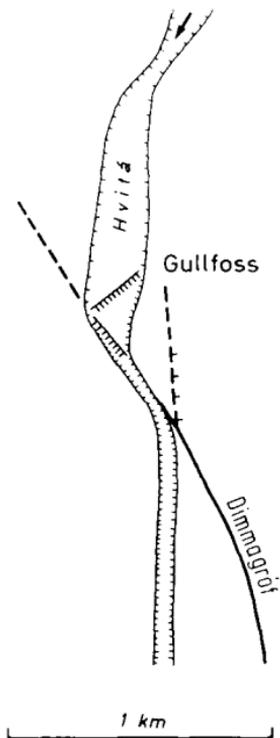


Abb. 64 Kärtchen von Gullfoss. Die beiden Fallkanten des Gullfoss stehen fast senkrecht aufeinander - bedingt durch entsprechende Kluftrichtungen im Basalt. Die tiefe Schlucht am unteren Fall ist in einer Spaltenzone (Dimmargróf) ausgewaschen.

waschen wurde - ähnlich wie (freilich in viel größeren Dimensionen) an den Victoriafällen des Sambesi (Abb. 64).

Ein etwas vollständigeres Profil können wir am Westufer studieren. Dort liegen über dem zweiten Basalt (dem oberen Fallmacher des Gullfoss) eigenartige basaltische Trümmergesteine, die man früher als „Palagonittuff“ bezeichnete, und darüber folgt schließlich eine dritte Basalttafel. Steigen wir hinauf - der Blick von dort oben ist besonders eindrucksvoll - so fällt uns gleich auf, daß diese Basaltfelsen vom Eis glattgeschliffen sind. Also ist die ganze Schichtenfolge mindestens „glazialen“ Alters. Sie ist aber andererseits wohl auch nicht älter als das Eiszeitalter.

Den „Palagonittuff“* klopfen wir noch ein wenig mit dem Hammer an. Es ist eine der merkwürdigsten vulkanischen Bildungen Islands und hier weit verbreitet, wenn auch nicht auf dieses Land beschränkt. Der Name Palagonit klingt italienisch und ist es auch; er kommt von Palagonia in Sizilien (35 Kilometer südwestlich von Catania gelegen) und wurde von dem vielgereisten Göttinger Geologen und Vulkanforscher *Sartorius von Waltershausen*⁵⁶ schon 1846 geprägt. Wir erkennen deutlich die typische Brekzien-Struktur* des Gesteins; in einer dichten Grundmasse stecken

eckige Brocken und Bröckchen von schwarzer, glasiger Basaltlava, außen zu einer gelb-bräunlichen Mineralsubstanz, dem Palagonit, umgewandelt. Die Brekzie geht stellenweise in kissenförmig erstarrte Basaltlava über, deren einzelne Kissen („pillows“*) einen glasigen Rand aufweisen. Es ist offensichtlich, daß die Glasstückchen im „Palagonittuff“ nichts anderes sind als der zerbröckelte Rand von „pillows“. Heute neigt man der Auffassung zu, daß der „Palagonittuff“ in Island hauptsächlich bei Vulkanausbrüchen unter dem Eis durch die plötzliche Abkühlung der Lava im eiskalten Schmelzwasser, ihre kissenförmige Absonderung und z. T. glasige Erstarrung und die Zerbröckelung der Glaskrusten entstanden ist. Tatsächlich kommt er in Island fast ausschließlich in eiszeitlichen Schichten vor, und tatsächlich haben wir hier noch heute tätige „subglaziale“* Vulkane, so die Katla unter dem Mýrdals-, die Grimsvötn unter dem Vatnajökull. Von ihren gefährlichen Ausbrüchen war bereits die Rede und gleichfalls von den isländischen „Tafelbergen“*, die auf die subglazialen Eruptionen zurückgehen. Doch kann ebensowenig ein Zweifel bestehen, daß sich palagonitische Gesteine auch ohne Eis und dessen Schmelzwasser bilden können. Für die sizilianischen Vorkommen gilt das ganz sicher, und auch die am Gullfoss gehören jedenfalls nicht zu einem subglazialen Vulkan. Kontakt von Lava und Wasser ist aber auch in diesen Fällen anzunehmen. Da alle „Palagonittuffe“ (im Gegensatz zu echten Tuffen*) *nicht* aus vulkanischen Trümmern bestehen, die in die Luft geschleudert wurden und dann herabfielen, sollte man sie auch gar nicht Tuffe nennen, sondern besser von Palagonitbrekzie oder mit einer modernen Bezeichnung von Hyaloklastit* sprechen (griech. „zerbrochenes Glas“). Die isländische Bezeichnung dafür ist „móberg“.

Die Mittags- oder Kaffeepause ist vorüber, eine bunte Gesellschaft füllt wieder den Bus. Ein ganzes Stück fahren wir noch flußabwärts den Canyon entlang und können anhand der Karte noch ein wenig über den Fluß und die Entstehungsgeschichte des Wasserfalls nachdenken. Der Fluß kommt von den Gletschern des Langjökull, die wir in der Ferne weiß schimmern sehen, und sein milchigweißes Wasser gab ihm den Namen *Hvítá*, „Weißer Fluß“. Schon der Anfang der *Hvítá* ist sehenswert, denn sie entfließt dem wunderschönen und einsam gelegenen See *Hvítárvatn*, in den zwei Gletscher münden und nicht selten „kalben“. Wir erinnern uns eines sonnigen Sommernachmittags, als wir von den einsamen Kerlingarfjöll und den farbenbunten heißen Quellen der Hveravellir in Innerisland zurückkehrten und am *Hvítárvatn* rasteten. Ein geradezu idyllisches Gemälde nahm

unsere Augen gefangen: vor dem Hintergrund blauer Berge und der am Wasser blaugrün schimmernden Eisströme der dunkle See, umkränzt von schönen grünen Wiesen mit den unzähligen, schneeweißen Köpfchen des Wollgrases.

Die Mündung der Hvitá liegt heute weit im Süden – wir fuhrten morgens bei Selfoss auf langer Brücke über die unruhig dahinströmenden Wassermassen hinweg –, aber sie lag einmal nahe dem heutigen Gullfoss und nahe am Geysir. Da und dort am Weg beobachteten wir langgestreckte, kahle Kiesterrassen, die den Talhängen etwas unorganisch angeklebt zu sein scheinen. Es sind Schutfächer, die von den Flüssen im spätglazialen Meer abgesetzt wurden. Damals – am Ende der letzten Eiszeit – war Island erheblich kleiner als jetzt; damals entstand als eine Art küstennaher „Sander“ die weite Schotterfläche, die wir vorher über dem Gullfoss-Profil bemerkten. Das Meer zog sich dann langsam zurück, und damit begann für die Hvitá die mühsame Arbeit der Erosion. Der schmale, tiefe Canyon zwischen Gullfoss und dem 5 Kilometer unterhalb gelegenen Tungufell ist seitdem entstanden, aber auch die weniger tiefen schluchtartigen Talstücke noch weiter stromabwärts.

Der Gullfoss lag zunächst bei Tungufell; im Laufe der Zeit wanderte er rückwärts bis zu seiner heutigen Stelle. Dazu standen ihm zwar einige tausend Jahre zur Verfügung, aber im ganzen ist es doch eine respektable Leistung. In den oberen, z. T. weicheren Schichten und in den Flußsedimenten ging es etwas leichter und schneller, der harte Basalt aber hielt den Fluß erheblich auf; daher die zwei Kaskaden.

Dem prächtigen *Godafoss* begegnen wir bei einer Fahrt von Akureyri zum Mückensee. Sein Name „Götterfall“ rührt nach der Überlieferung davon her, daß hier einst die alten heidnischen Götzenbilder hineingeworfen wurden. Noch weiter im Nordosten, mit Auto oder Autobus heute ebenfalls viel besucht, liegt Islands größter Wasserfall, der *Dettifoss*.

Auch er gehört zu einem Gletscherfluß, zu einer „Jökulsá“, wie das auf isländisch heißt. Zum Unterschied von anderen heißt er *Jökulsá á Fjöllum* („Gletscherfluß auf den Bergen“). Einen imponierenden Eindruck von ihm erhält man schon, wenn man seine gurgelnden trüben Wellen zwischen Mývatn und Grimstadir auf einer modernen, schmalen Brücke überquert. Aber dieser Eindruck wird noch bei weitem übertroffen, wenn man 30 Kilometer weiter unterhalb am Dettifoss steht. Meist besucht man ihn von der Ostseite der Jökulsá her, aber nicht weniger lohnend ist die Fahrt mit dem Jeep vom Mývatn aus nach dem linken Ufer. Es regnete, als ich das erste Mal dort war, aber ich könnte nicht

sagen, daß das trübe Wetter der Majestät des Wasserfalls irgendwelche Einbuße getan hätte: im Gegenteil. Eine ungeheure, beinahe unheimliche Urwüchsigkeit liegt dann über diesem gewaltigen Bild, wenn vor uns der graue Strom fast 50 Meter tief über eine schräg zum Flußbett verlaufende Kante von Basaltfelsen tosend herabstürzt. Meterdick, wie eine riesige Mähne, fallen die Wasserschleier herunter. Im Sommer sind es bis 1540 Kubikmeter pro Sekunde! (Beim Rheinflall von Schaffhausen 100–600 Kubikmeter bei einer Höhe von 23 Meter, beim Niagara freilich 6000 Kubikmeter bei 50 Meter.)

Die spannende geologische Geschichte von Dettifoss, des nahen, unterhalb gelegenen Hafragilsfoss und überhaupt des ganzen Jökulsá-Canyons in den letzten Jahrtausenden hat S. *Thórarinsson*⁵⁷ aufgeklärt und dabei auch die Rätsel von *Ásbyrgi* zu lösen versucht, eines gewaltigen, basaltischen Felsen-Amphitheaters 25 Kilometer nördlich von Dettifoss. Diese „Burg der Götter“ ist nichts anderes als die Stelle eines „fossilen“ Wasserfalls, eines fast 100 Meter hohen, verschwundenen Ur-Dettifoss. Freilich haben ihn Menschengenossen nie gesehen, obgleich die Jökulsá erst vor 2500 Jahren ihren Lauf von *Ásbyrgi* zum heutigen Talbett verlegte⁵⁸.

Wie *Ásbyrgi* sind auch einige andere Wasserfälle Islands verschwunden – aber erst in den letzten Jahrzehnten und durch die Hand der Menschen. Das hohe Gefälle eines Flusses kann man ausgezeichnet für Turbinenkraftwerke verwenden, und es ist selbstverständlich, daß ein so armes Land, dem weder Kohle noch Erdöl zur Energiegewinnung zur Verfügung stehen, auf seine reichen Vorräte an Wasserkraft zurückgreift.

Das geschah mit einer 1000-Kilowatt-Anlage bei Reykjavik schon 1921. Eine Briefmarke mit dem Andakilsá-Kraftwerk (Abb. 65) zeigt anschaulich, wie das hohe Gefälle einer Wasserfall-Treppe mit Hilfe einer Druckrohrleitung im Turbinenhaus ausgenützt wird. Das geht natürlich auf Kosten der schönen Naturkaskaden. Doch in Island gibt es so viele solcher Wasserfälle, daß das kein großer Verlust ist. Anders bei den *großen* Wasserfällen, und da ist es erfreulich, daß man den Verlockungen widerstanden hat, die Gullfoss, Dettifoss usw. in dieser Hinsicht bieten. Mit Genugtuung blickt man am Gullfoss auf das einfache Denkmal einer Isländerin, die erfolgreich verhinderte, daß dieser schöne, den Isländern so teure Wasserfall nicht in die Hände skrupelloser Geldleute fiel.

Die großen neueren, für das Land lebenswichtigen Kraftwerke sind an landschaftlich weniger hervorragenden Stellen errichtet worden. Das gilt vom Búrfell-Kraftwerk an der Thjórsá (freilich

nicht weit von der unruhigen Hekla; siehe Abb. 20!); es versorgt die über 120 Kilometer entfernte, moderne Aluminium-Hütte Straumsvik bei Reykjavik mit viel Elektrizität. Ähnlich ist es mit dem noch weiter im Innern gelegenen, in den letzten Jahren ausgebauten Hrauneyjafoss-Kraftwerk (Sigalda-Projekt) an der Tungnaá, einem Nebenfluß der oberen Thjórsá.

Was im umgekehrten Fall herauskommen kann, lehrt warnend der meistbesuchte Wasserfall des europäischen Festlandes, der Rheinfall von Schaffhausen: ein großes Naturdenkmal ist zum kleinen Wahrzeichen einer verschandelten Landschaft geworden.



Abb. 65 Andakilsá-Kraftwerk (Borgarfjödur) auf einer Briefmarke (1956).

HEISSE QUELLEN IN ISLAND

EINST EINE WELTBERÜHMTHEIT: DER GROSSE GEYSIR



Abb. 66 Robert Bunsen, der Erforscher des Geysirs. Aus Ph. Lenard, Große Naturforscher, 1937.

„Herrlich, geliebteste Frau, herrlich sind die berühmten Wasserkünste zu Marly und St. Cloud, der Winterkasten bey Cassel, und zu Herrenhausen bey Hannover; aber herrlicher noch sind die natürlichen Wasserkünste von Island.“ So Friedrich *Knoll* in seinem entzückenden Büchlein „Wunder der feuerspeyenden Berge in Briefen an eine Frau, für Damen und Liebhaber der Natur“, erschienen 1748 in Erfurt. Doch kehren wir mit ihm „vom Heroldentone des Bewunderers zum ruhigen Tone eines beschreibenden Zuschauers“ zurück.

Mit besonderer Spannung erwartet jeder zünftige Geologe, der nach Island reist, die Fahrt zum weltbekannten Großen Geysir⁵⁹. Ist doch gerade diese Springquelle, „der Shakespeare unter den Quellen“ (um noch einmal F. *Knoll* zu zitieren), namengebend für alle anderen auf der Welt geworden, nachdem der be-

rühmte deutsche Chemiker Robert *Bunsen* 1846 grundlegende Untersuchungen an ihr anstellte und veröffentlichte⁶⁰. *Bunsen* (Abb. 66), damals Professor an der Universität Marburg, reiste eigens zu diesem Zweck nach Island, zusammen mit *Sartorius von Waltershausen* und dem französischen Mineralogen *Descloiseaux*. Man muß Schilderungen aus alter Zeit lesen, um einen kleinen Eindruck zu erhalten, wie mühsam das Reisen damals dort war, ja, bis vor wenigen Jahrzehnten noch gewesen ist. *Bunsen* selbst schreibt am 3. November 1846 in einem Brief seinem schwedischen Fachgenossen *J. J. Berzelius* von dem Lande, „wo der eifrigste Wille nur zu oft an den entfesselten Naturgewalten scheitern muß“, und wenn er nachher Beobachtungen über die Wirkungen des Windes in Island mitteilt und dazu berichtet, daß einer seiner Begleiter durch den Sturm vom Pferde geweht wurde, so kennzeichnet das ganz treffend die „Schwierigkeiten, mit denen der Reisende in Island unaufhörlich zu kämpfen hat“. *Und heute?* Wir besteigen Sonntag früh zusammen mit zahlreichen anderen „Touristen“ in Reykjavik einen komfortablen Autobus, der zwar nicht gerade die besten Wege benutzt, uns aber doch ganz angenehm in ein paar Stunden ostwärts ans Ziel bringt. Über die öden Lavafelder von Hellisheidi geht's⁶¹, die z. T. bei einem Ausbruch 1000 n. Chr. entstanden und wesentlich mit zur raschen Annahme des Christentums in Island beitrugen, dann steil hinunter zum Küstensaum. An dieser Stelle mußte ich immer schmunzelnd an den Storm'schen Reiseführer von 1927 denken, der über diesen Steilrand schreibt (S. 182): „Die Straße nimmt ihn in schwindelnden Serpentin. Ängstliche mögen aussteigen und zu Fuß gehen.“ An *Hveragerdi* mit seinen vielen dampfenden heißen Quellen und modernen Treibhäusern (Abb. 73) und den mächtigen Schuttwänden des *Ingólfssjall* fahren wir vorbei; die Felstrümmer an seinem Fuß erinnern an das große Erdbeben von 1896, als die Berge „das Erdreich abschüttelten wie ein Pudelhund das Wasser, wenn er aufs Trockene kommt“.⁶² Ein hübscher kleiner, wassergefüllter Krater, das *Kerid*, lockt zu einem kurzen Aufenthalt (Abb. 67). Man wird bei ihm an die Eifel-Maare erinnert. Wie sie, ist das *Kerid* ein Explosionskrater, freilich ist seine geologische Stellung anders als die der vereinzelt Sprengtrichter im Rheinland: es gehört zu einer Kraterreihe und bezeichnet das Ende von deren Tätigkeit. Mit einem Alter von über 6000 Jahren⁶³ ist es jünger als die Eifel-Maare. Ein weiter Blick öffnet sich zur blauen Silhouette der langgestreckten *Hekla* und den fernen Gletschern des *Langjökull*. Dann tauchen kleine weiße Dampffahnen in der sonst ziemlich eintönigen Ebene auf: wir sind am *Geysir* und den zahlreichen anderen



Abb. 67 Das maar-ähnliche Kerid (links) am NO-Ende einer kleinen Kraterreihe. Flugaufnahme 12. 10. 1966.

heißen Quellen und Fumarolen seiner Nachbarschaft angelangt. Die Karte gibt auf einer Fläche von nur einem halben Kilometer Länge über 40 solcher Heißwasseraustritte an.

Weit mehr als die Natur fällt aber zunächst die Zivilisation ins Auge: ein häßlicher Gasthauskasten mit kleinem offenen Schwimmbecken daneben; eine sauber gehaltene Auffahrt mit Betonpfählen und roter Lavaschlacke; Schilder zeigen an, daß es hier und da „dangerous“ ist. Ein paar Autobusse, vornehme Autos, ein buntes Sonntagspublikum, Butterbrotpapier und Apfelsinenschalen.

Ein kleiner Berg, das *Laugarfjall*, hebt sich gleich daneben 60 bis 70 Meter über die Ebene. Er besteht aus Rhyolith, während die hohen Berge in der Ferne alle aus basaltischen Gesteinen und Tuffen aufgebaut sind. In solchen Fumarolengebieten ist es übrigens meist gar nicht so leicht, die wirklich „anstehenden“ Gesteine zu untersuchen, denn sie sind durch die heißen Dämpfe oft völlig zu schmierigem Ton aller möglichen Farben – rot, gelb, grünlich, grau – zersetzt. Schon Robert *Bunsen* hat treffend bemerkt: „Ein Geologe, der nach Jahrtausenden, wenn einst die letzten Spuren der jetzt tätigen Fumarolen verwischt und die Tongebilde durch die sie durchtränkende Kieselsäure zu mergelartigen Gesteinen verhärtet sind, diese Gegenden durchforschte, würde dort durch Wasserabsatz gebildete Flötlagen zu erblicken glauben.“⁶⁴ Wir gehen am ebenfalls vielgenannten Strokkur vorbei gleich zum „*Großen Geysir*“. Er bildet ein rundes Becken von 14 Metern Durchmesser, bis fast obenhin mit dampfendem,

schön blauem Wasser gefüllt, eingesenkt in einem ganz flachen Kegel, der sich einige Meter über die Ebene erhebt. Das Becken setzt sich in einem senkrechten Schacht in die Tiefe fort, wovon wir freilich im Augenblick nichts sehen. Den kegeligen Hügel baute sich der Geysir im Laufe der Zeit selbst; er besteht aus hellen, kieseligen Quellabsätzen, also „Kieselsinter“ (auch Geysirit genannt). Uns fällt sofort auf, wie fein geschichtet, fast blättrig er ist. Ein kleiner Bach hat den Sinterkegel seitlich angeschnitten, so daß man dort den Aufbau aus den einzelnen Schichten vorzüglich studieren kann. Nicht selten sind versteinerte Pflanzenreste – Grashalme, Birkenblätter u. ä. – in die feinen Lagen eingebettet. Auch vulkanische Aschenlagen finden sich.

Sigurdur *Thórarinsson* verdankt man genauere und interessante Untersuchungen über die Chronologie dieser Schichten. Der ganze Sinter-Kegel ist vielleicht 10000 Jahre alt. Aber zunächst war der Geysir wahrscheinlich eine ganz normale, nicht springende heiße Quelle. Seine Ausbrüche begannen, soweit man historischen Berichten entnehmen kann, wohl erst 1294 im Zusammenhang mit einem großen Erdbeben. Wer denkt übrigens daran, daß noch nacheiszeitlich hier das Meer flutete, dessen Küste heute mehr als 60 Kilometer entfernt liegt?

Wir gesellen uns zu den Leuten, die am Rande des Geysir-Beckens wartend stehen oder sitzen. Der Boden ist angenehm warm und der Wind auf der freien Ebene oft ziemlich frisch. Hier hat wohl auch Robert *Bunsen* schon gesessen und mit Lot und Thermometer dieses geheimnisvolle Becken ausgemessen (Abb. 68). Er fand, daß sein zentraler Schacht 22 Meter tief ist, und daß kurz vor einem Ausbruch das Thermometer folgende Werte zeigt:

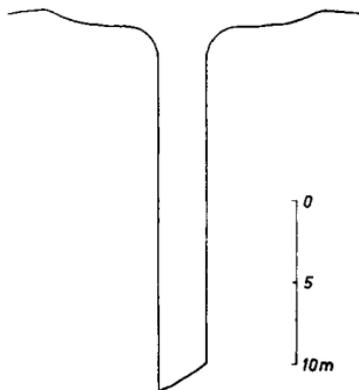


Abb. 68 Querschnitt durch den Geysir-Hügel mit dem flachen Becken und dem zentralen Schacht. Nach der Zeichnung Robert Bunsens.

Tiefe in Meter	Temperaturen in ° Celsius
2,05	85,2
7,25	106,4
12,15	120,4
15	123,0
22	127,5

Das Auffällige ist also, daß die Temperatur nach unten hin erheblich zunimmt. Und so war *Bunsen's* Erklärung des Geysir-Phänomens die: Das Wasser wird von unten durch vulkanische Wärme aufgeheizt. Dabei liegt der Siedepunkt in den tieferen Partien höher als bei 100 Grad Celsius, da ja eine beträchtliche Wassersäule darüber lagert (Druck erhöht den Siedepunkt!). Durch die aufsteigenden Gasblasen wird Wasser hochgeworfen; dadurch verringert sich der Druck, es kommt zum plötzlichen Sieden und zur Eruption. – Man kann den Vorgang leicht im Experiment nachahmen (Abb. 69). Dennoch ergeben sich bei *Bunsen's* Theorie auch manche Schwierigkeiten, so daß man auch andere Erklärungen herangezogen hat, etwa die im Wasser gelösten Gase (so der Isländer Th. *Thorkeleson* und der Norweger T. F. W. *Barth*). Im übrigen zeigt das Wasser alkalische Reaktion (pH-Wert = 8) und enthält 0,1 Prozent gelöste Bestandteile. Doch hat es im Laufe langer Zeiträume seine Beschaffenheit offenbar mehrfach gewechselt, wie man aus seinen verschiedenartigen Ablagerungen schließen muß.

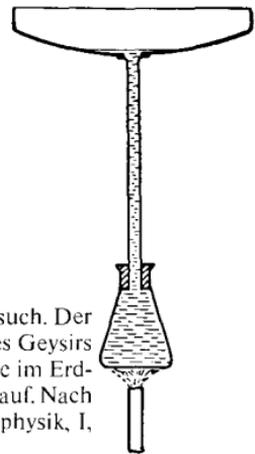


Abb. 69 Das Geysir-Phänomen als physikalischer Versuch. Der Bunsen-Brenner (der noch einmal an den Erforscher des Geysirs erinnert!) übernimmt die Rolle der vulkanischen Wärme im Erdinnern. Periodisch wallt das kochende Wasser geysirartig auf. Nach C. Schaefer und L. Bergmann (Lehrb. d. Experimentalphysik, I, 1954).

Die Zeit verstreicht. Noch vor einigen Jahren blieben unsere Augen wohl an einer schmucklosen Holzkiste mit der Aufschrift „Sunlight Soap“ haften. Ein sonntäglich gekleideter Isländer erschien, und nun verstanden wir die Holzkiste. Er fütterte sozusagen den Geysir mit deren Inhalt: erst mit schöner gelber *Kern-* und nach einiger Zeit noch einmal mit grünlicher *Schmierseife*. Das hatte seinen guten Grund. Der Geysir ist seinerseits eine Sehenswürdigkeit für die Fremden, andererseits ein höchst unzuverlässiger Bursche. Das ist eine Eigenschaft, die er mit den meisten seiner (wenigen) Vettern anderswo gemein hat. Er sprang manchmal bis 60 Meter hoch, aber nur widerwillig, je nach Laune zu unberechenbaren Zeiten, ja, zeitweise gar nicht. Zu Bunsen's Zeit betrug seine Periode 1 bis 30 Stunden, um 1860: 80 bis 100 Stunden, 1873: 6 Stunden, 1896 bis 97: 1 bis 12 Stunden, 1898 bis 1907 oft mehrere Wochen. 1915 stellte er seine Tätigkeit ganz ein, bis ihn eine Abflußrinne, die man 1935 auf Anregung von Prof. Trausti *Einarsson* anlegte, für eine Zeitlang wieder aus seiner Ruhe erweckte. Schon vor langem versuchte man, Springquellen künstlich zur Eruption zu bringen, z. B. dadurch, daß man Rasenstücke und Steine hineinwarf. Die alten Reiseberichte schildern das sehr genau. Dann entdeckte man, daß auch Seife diesen Zweck erfülle, und so wurde längere Zeit auch am Großen Geysir dieses probate Mittel Sonntag für Sonntag verwendet oder wenigstens versucht. Fragt man Physiker, worauf eigentlich die Wirkung der Seife beruht, so erhält man ganz verschiedene Antworten. Vielleicht spielt die Oberflächenspannung eine Rolle dabei.

Sei es nun diese oder sei es etwas anderes – auf alle Fälle stieg zunächst die Spannung der zahlreichen Zuschauer. Doch nichts geschah. Gleichmütig dampfte das blaue Wasser, nichts rührte sich als der leise Unwille der Menge, und einer nach dem andern verließ die unrühmliche berühmte Stätte, als letzter der betrubte Geologe. Der Große Geysir ist seit einiger Zeit tot.

Eine kleine Entschädigung bietet der schon erwähnte *Strokkur* („Butterfaß“), der z. Zt. alle paar Minuten, manchmal mehr als 10 Meter hoch springt. Die Eruption beginnt eigentümlicherweise damit, daß sich für ein paar Augenblicke eine große halbkugelige Blase bildet, die oben aufbricht. Mit dem imponierenden Schauspiel, das einst der Große Geysir bot (und nordamerikanische und neuseeländische Geysire noch heute bieten), läßt sich Strokkur's bescheidene Springtätigkeit freilich nicht vergleichen. Eine klassische Stätte bleibt aber dieses Geysirfeld trotzdem, und auch wer heute dorthin kommt, wird mit ganz anderer Anteilnahme die wunderschöne isländische Vierzig-Aurur-Briefmarke an-



Abb. 70 Eruption des Großen Geysirs.
Nach einer isländischen Briefmarke.

schaufen (Abb. 70) oder den Bericht lesen, den *Sartorius v. Waltershausen* bei einem Besuch 1846 gab⁴⁵:

„Stärkeres Donnern wird aus der Tiefe vernommen; das Wasser schwillt im Bassin, schlägt hohe Wellen und wirbelt umher; in der Mitte erheben sich gewaltige Dampfblasen und nach wenigen Augenblicken schießt ein Wasserstrahl in feinen, blendend weißen Staub gelöst, in die Luft; er hat kaum eine Höhe von 80 bis 100 Fuß erreicht und seine einzelnen Perlen sind noch nicht im Zurückfallen begriffen, so folgt ein zweiter und dritter höher emporsteigender dem ersten nach. Größere und kleinere Strahlen verbreiten sich nun nach allen Richtungen; einige sprühen seitwärts, kürzeren Bogen folgend, andere schießen aber senkrecht empor mit sausendem Zischen, wie die Raketen bei einem Feuerwerk; ungeheure Dampfwolken wälzen sich übereinander und verhüllen zum Teil die Wassergarbe, nur noch ein Stoß, ein dumpfer Schlag aus der Tiefe, dem ein spitziger, alle anderen an Höhe überragender Strahl, auch wohl von Steinen begleitet, nachfolgt, und die ganze Erscheinung stürzt, nach dem sie nur wenige Minuten gedauert hat, in sich zusammen, so wie eine phantastische Traumgestalt beim Einbrechen des Morgens. Ehe noch der dichte Dampf im Winde verzogen und das siedende Wasser an den Seiten des Kegels abgelaufen ist, liegt das vorhin ganz mit Wasser gefüllte Bassin trocken (Abb. 71), mit aschgrauen Sinterperlen überdeckt vor dem Auge des herannahenden Beobachters, der im tiefer führenden Rohre, fast zwei Meter unter dem Rande, das Wasser ruhig und still wie in jedem anderen Brunnen erblickt. Sehen muß man dieses Schauspiel selbst, beschreiben läßt es sich nur ungenügend, so oft es auch beschrieben ist; sein Anblick allein ist hinreichend, den Naturforscher reichlich zu entschädigen für die Anstrengungen, Entbehrungen und selbst Gefahren einer so mühsamen und oft einförmigen Reise.“

Und der alpenländische Geologe G. G. *Winkler*⁷ schließt seine Schilderung von einer Geysir-Eruption 1858:

„Jeder möchte gern ein unmittelbares Andenken von dem merkwürdigen Boden haben, und mein Geognostenhammer ist ein willkommenes Werkzeug, mit dem sich einer nach dem anderen ein Stück Sinter abschlägt, um es als teuerstes Erinnerungszeichen über das Meer mit nach Hause zu nehmen.“

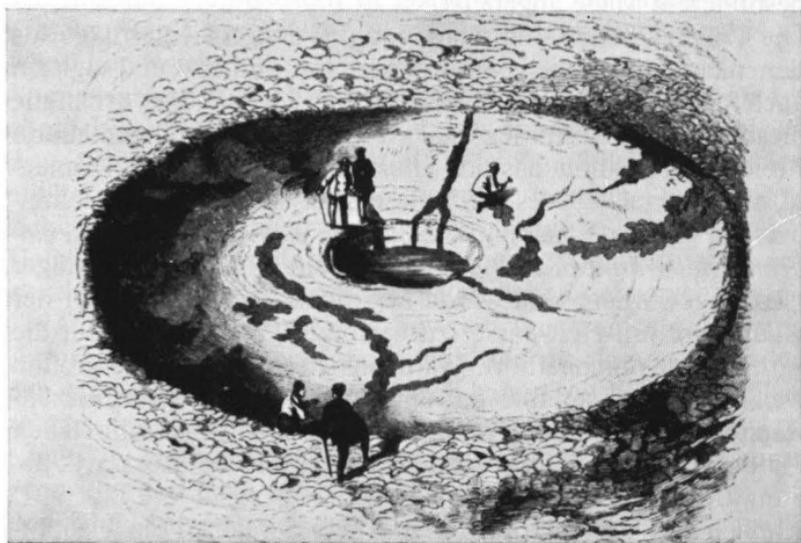


Abb. 71 Der Geysir nach einer Eruption. Das Becken ist leer, und der zentrale Schacht wird sichtbar; der Geologenhammer tritt in Tätigkeit. Nach G. G. *Winkler* (1861).

ISLAND ALS GEOTHERMALGEBIET

Die Insel Island ist nicht nur das Land von „Feuer und Eis“ und nicht nur das der Wasserfälle, sondern auch die „*Insel der heißen Wässer*“. So nannte sie *W. Carlé*, der als weitgereister und kenntnisreicher „Balneologe“ diese Eigenheit Islands 1980 zusammenfassend darstellte⁶⁵. Der Große Geysir und Strokkur beweisen uns augenfällig, daß wir uns in einem ungewöhnlichen Geothermalgebiet befinden. Weitere Beispiele sind uns auch sonst schon begegnet, vor allem in Landmannalaugar und am Mývatn, aber z. B. auch bei den „Gletscherläufen“ und nicht zuletzt in Reykjavik – eigentlich *zuerst* in Reykjavik; dessen Name enthält (wie der zahlreicher anderer Orte in Island) das Wort *reyka* (Dampf), und ebenfalls häufig treten *laug* (Bad) und *hver* (heiße Quelle) in Ortsnamen auf. Die Geothermal-Karte (Abb. 72) zeigt, daß Heißwassergebiete im ganzen Land vorkommen, hebt aber einige als Hochtemperatur-Gebiete heraus und untergliedert die Quellen nach der Temperatur, von solchen unter 20 Grad bis zu denen über 75 Grad. Man erkennt sofort, daß die Hochtemperatur-Gebiete – die meist verbunden sind mit Dampfaustritten (Fumarolen oder, wenn schwefelhaltig, Solfataren) – ganz auf die *Zone junger Vulkane* beschränkt sind. Das ist verständlich: dort wird vom Magma, das nicht allzu tief liegt und immer wieder als Lava an die Oberfläche tritt, das reichlich vorhandene Grundwasser in besonderem Maße angeheizt.

Die heißen Quellen sind schon von den ersten Siedlern, die aus dem nichtvulkanischen Norwegen kamen, entdeckt und sogleich auch für den Hausgebrauch genutzt worden. Das erste erhaltene diesbezügliche Kulturdenkmal ist wohl das kleine, gemauerte Freibad in Reykholt, das sich Snorri *Sturluson* (1179–1241) anlegte, die „Snorralaug“ des berühmten Saga- und Geschichtsschreibers. Inzwischen ist das natürliche heiße Wasser die *wichtigste einheimische Wärmequelle* und damit ein Haupt-Energieträger Islands geworden. 1930 wurde begonnen, die Wohnhäuser der Hauptstadt mit Heißwasser zu versorgen; heute ist das für die ganze Stadt durchgeführt. Wahrzeichen dafür sind die großen weißen Heißwassertanks auf dem Öskuhlid-Hügel (im Eiszeit-Kapitel bereits erwähnt). Das heiße Wasser wird aus zahlreichen Tiefbohrungen (bis über 2000 Meter) in und bei Reykjavik gepumpt.

Ähnlich ist es bei andern Orten und bei zahlreichen Einzelgehöften. Eine Kuriosität: in Kópavogur bei Reykjavik gibt es sogar einen Fußballplatz mit natürlicher Heizung! Wer die „Sommerhotels“ benutzt (die sonst als Internatsschulen fungieren), wird

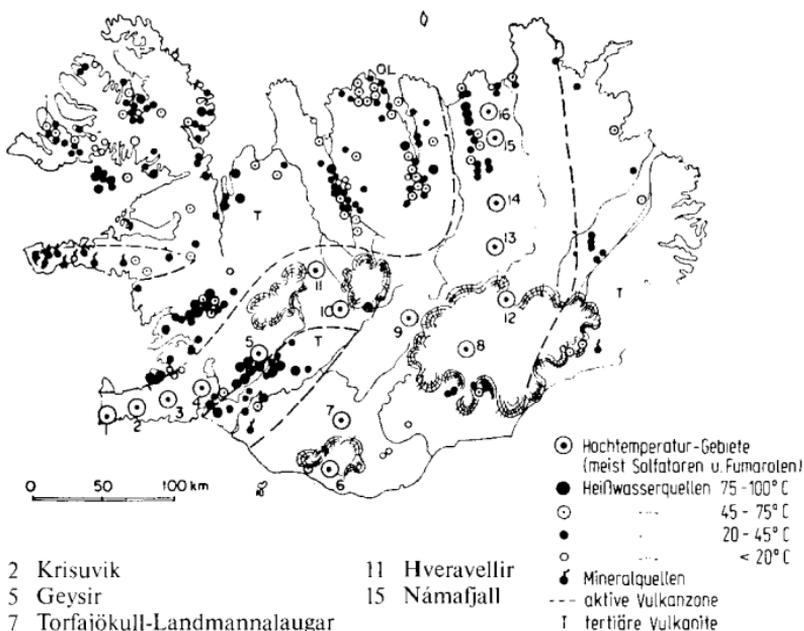


Abb. 72 Die Heißdampf- und Heißwassergebiete (Geothermalgebiete) Islands. Nach S. Arnórsson, J. Jónsson und J. Tómasson 1969.

immer ein „natürlich“ geheiztes Schwimmbad vorfinden. Bei der Fahrt zum Geysir kamen wir an Hveragerdi vorbei, dem Ort mit den meisten Treibhäusern in Island (Abb. 73). Auch auf die Kieselgurfabrik am Mývatn wurde in diesem Zusammenhang schon hingewiesen.

Aber es gibt auch nicht vorhergesehene Schwierigkeiten. Da ist nördlich vom Mývatn, nahe der *Krafla*, ein ganz *modernes Heißdampf-Kraftwerk* erbaut worden, in einem Solfataren-Gebiet mit hervorragenden geothermischen Bedingungen. Durch Bohrlöcher wird der reichlich vorhandene überhitzte Dampf aus der Tiefe in Turbinen geleitet und zur Erzeugung von Elektrizität verwendet. Das große Risiko ist die gefährliche Nachbarschaft junger Vulkane. Die Ausbrüche aus den nur wenige Kilometer entfernten Leirhnjúkur-Kraterreihen und die damit verbundenen seismischen Bodenbewegungen haben seit 1975 tatsächlich zu ganz unerwarteten Störungen geführt: die für das Kraftwerk benötigte Heißdampf-Menge vermindert sich besorgniserregend. Bei den einst so schönen Badegrotten der Grjótagjá bei Reykjahlid wurde bereits daran erinnert, wie gegensätzlich sich damals die Zufuhrwege des Heißdampfes im Untergrund änderten: plötzlich zu viel Zufuhr für das Badewasser, viel zu wenig beim Kraftwerk.

Die Ausbrüche am Laki 1783, die Entstehung eines neuen Vulkans auf Heimaey 1973 und auch die geologischen Ereignisse beim Krafla-Kraftwerk sind nur einige, wenn auch besonders einschneidende Beispiele dafür, wie wenig der Mensch die Naturgewalten im Griff hat.

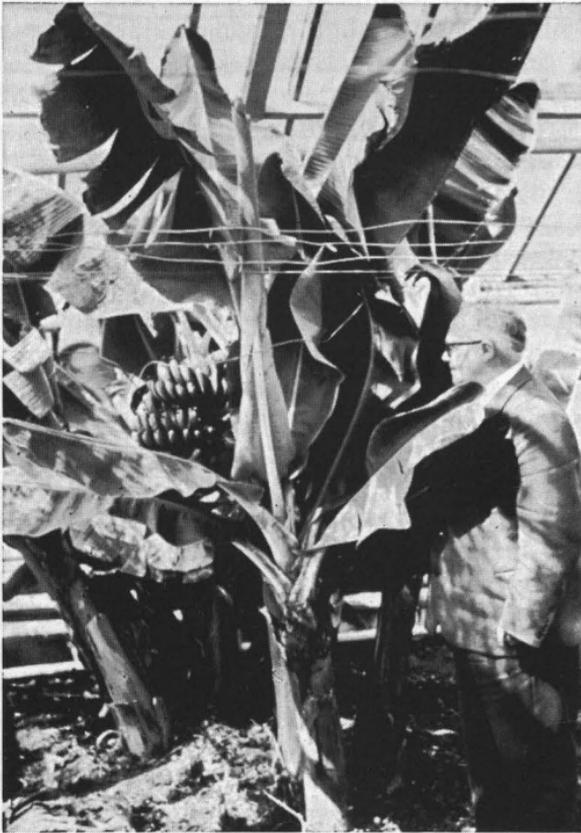


Abb. 73 Tropenpflanzen im Eisland. Treibhaus in Krisuvik mit Bananenstaude. An zahlreichen Stellen heizt man Treibhäuser mit den warmen Quellen. Rechts der isländische Geologe Jóhannes Áskelsson †. fot. 8. 7. 1954.

ISLAND UND DIE WANDERUNG DER KONTINENTE

THINGVELLIR - DER GESETZESPLATZ

Eine isländische Autostunde von Reykjavik entfernt, liegen an Islands größtem See, dem Thingvallavatn⁶⁶, die Thingvellir⁶⁷. Dieser alte „Thingplatz“ (Abb. 74) gilt als die berühmteste Parlamentsstätte der Welt. Seit 930 n. Chr. versammelten sich hier Sommer für Sommer die freien Isländer, sprachen Recht, berieten und verkündeten vom „Lögberg“ aus Gesetze. Hier wurde im Jahre 1000, sozusagen durch Volksabstimmung, wenn auch nicht wenig beeinflusst durch das geologische Ereignis eines großen Vulkanausbruches auf der nahen Hellisheidi, das Christentum eingeführt und am 17. Juni 1944 die freie Republik Island ausgerufen.

Wohl jeder fühlt sich von der herben Schönheit und historischen Weihe der Stätte ergriffen. Aber der Geologe sieht auch hier gleich wieder Jahrtausende weiter zurück – in „vorhistorische“ Zeiten. Nicht *Jahr*millionen, wie sonst meist – wir befinden uns, geologisch gesprochen, in einem ziemlich jungen Gebiet, dessen



Abb. 74 Thingvellir – der berühmte Thingplatz. Die Lavafelder, die das weite Tal erfüllen, sind von langen Spalten durchzogen. Im Hintergrund der Schildvulkan Skjaldbreiður. Die Höhen rechts und links vom Tal gehören zu den Palagonittuff-Schichten. Vorn die Basaltfelsen der Allmännerschluft. fot. 16. 7. 1954.

vulkanische Gesteine nicht vor das Eiszeitalter zurückgehen. Wenn wir die von basaltischer Fladenlava bedeckten schwarzen Felsen an der berühmten Almannagjá (der „Allmännerschluft“) ersteigen, so bietet sich der schönste Blick dar. *Lord Dufferin*, der vielgereiste englische Staatsmann und spätere Vizekönig von Indien, hat 1856 einmal geschrieben⁶⁸, die Allmännerschluft allein wäre eine Reise nach Island wert. Vielleicht würde er das nicht mehr so uneingeschränkt sagen, wenn er das Reklamebild einer Reykjaviker Autofirma vor sich hätte, das 20 moderne Wagen, „latest Amercian models“, in dieser traditionsreichen Schlucht aufgefahren zeigt. Heute sind sie wenigstens *in* der Schlucht nicht mehr zu sehen; denn die „Autostraße“ führt um sie herum. Wir blicken auf alle Fälle darüber hinweg nach dem ebenmäßig flachen Kegel des *Skjaldbreidur*, der 25 Kilometer östlich von uns den Horizont begrenzt – fasziniert deswegen, weil der Geologe, der nicht zufälligerweise Hawaii kennt, hier gewöhnlich zum ersten Mal einem solchen nur aus ganz dünnflüssiger Lava aufgebauten *Schildvulkan** begegnet. Das ist ein ganz besonderer Vulkantyp, der in jeder geologischen Anfängervorlesung vorkommt, aber den die meisten nie zu Gesicht bekommen. Über 1000 Meter steigt der *Skjaldbreidur* auf, doch mit ganz geringer, nur 6 Grad betragender Neigung. Einzelne Teile seiner Lavaströme erreichen sogar noch nicht einmal 1 Grad. „Breiter Schild“ ist also ein äußerst treffender Name. Es gibt in Island noch mehr solcher Schildvulkane.

Die Thingvellir enthüllen uns nicht nur lebendige Geschichte, sondern auch lebendige Tektonik in Island, ja nirgends in Europa, sind *riesige Spalten** in der Erdkruste so leicht zu beobachten wie hier. Die Almannagjá ist das hervorragendste – oder für eine Schlucht besser: eindrucksvollste – Beispiel. Zu beiden Seiten der Schlucht stehen mächtige, dunkle Basaltfelsen an, plump-quadrig abgesondert, aber auf der westlichen Seite weit höher als auf der anderen. Hier ist die Erde nicht nur geborsten, sondern Schollen haben sich auch vertikal beträchtlich verschoben. In der nahen Ferne beobachten wir mehrere solcher tiefer Spalten, die über Kilometer die Lavafelder zerreißen. Die Hrafnagjá, 5 Kilometer östlich von der Almannagjá, bezeichnet die andere Seite einer grabenartigen Einbruchsscholle.

Alle Spalten sind *einheitlich ausgerichtet*, alle verlaufen Nordnordost–Südsüdwest. Sie haben junges Alter, denn sie durchsetzen die Lava, die ihrerseits erst nacheiszeitlich ausgeflossen ist. Bei Erdbeben in historischer Zeit hat man beobachten können, daß solche Spalten neu bewegt wurden, so 1789 um 60 Zentimeter. Dieses Beben gab übrigens mit den „Anstoß“, den damals freilich



Abb. 75 Junge Bruchstufe im Kaldidalur. Ein großartiges Beispiel isländischer Tektonik: kilometerlang durchzieht eine junge Verwerfung in NO-SW-Richtung die öde Landschaft im Kaldidalur. Die Schmelzwässer vom Thórisjökull (links hinten) stauen sich an der Bruchstufe zu kleinen Seen und fließen dann nach Norden (vorn) ab. Flugaufnahme 30. 8. 1966.

schon ziemlich bedeutungslosen Althing von hier nach Reykjavik zu verlegen – ein weiteres Beispiel dafür, wie eng in Island geologische Vorgänge und Geschichte verbunden sind.

Aber diese Richtung tritt auch schon in viel älteren Zeiten auf, und auch an anderen Stellen, ganz großartig z. B. nordnordöstlich von hier in einer schnurgeraden, kilometerlangen Bruchstufe im Kaldidalur, am Westrande des Langjökull (Abb. 75). An diesem jungen Bruch stauen sich die Schmelzwässer des Gletschers zu kleinen Seen und fließen nach Norden ab. Die Spalten ordnen sich der „großen“ Tektonik Islands ein, deren Bauplan ganz überwiegend großzügig einheitliche Nordost-Südwest oder Nord-Süd-Orientierung aufweist. Sie gehorchen großen „ewig wirkenden“ Gesetzen (um zum Schluß noch einmal auf den historischen „Gesetzesplatz“ anzuspielen) und sind letzten Endes nur ein kleines Teilstück des längsten Gebirges der Erde, der „Mittelatlantischen Schwelle“, deren Erforschung in neuester Zeit zu einem faszinierenden Kapitel der Meeresgeologie und Geophysik geworden ist.

Die Spalten können wir als Ausgangspunkt für die abschließende Betrachtung eines kühnen und ganz modernen tektonischen Gedankengebäudes nehmen: die Wanderung der Kontinente und die „Plattentektonik“.

DIE HEUTIGEN VORSTELLUNGEN ÜBER ISLANDS GEOLOGISCHE GESCHICHTE: KONTINENTALDRIFT UND PLATTENTEKTONIK ⁶⁹

Nachdem wir zahlreiche Einzelgebiete Islands in ihrer geologischen Eigenart kennengelernt haben, verlockt es, die Insel und ihre geologische Geschichte in einem größeren Zusammenhang zu betrachten. Da müssen wir mit dem deutschen Meteorologen und Grönlandforscher Alfred *Wegener*⁷⁰ beginnen (geboren 1880 in Berlin, im Eis Grönlands ums Leben gekommen 1930) und uns dann mit der „Plattentektonik“ beschäftigen, die von Grundvorstellungen *Wegener's* ausging und vor allem in Amerika und England in den letzten beiden Jahrzehnten zu einer eigenständigen Hypothese ausgebaut wurde. Beide haben die Anschauungen über die geologische Geschichte der Erdkruste revolutionär verändert. Da diese Vorstellungen in zahlreichen allgemeinverständlichen Darstellungen bis hin zu den „Illustrierten“ auch den Nichtfachleuten nahegebracht worden sind, sollen hier nur wenige Einzelheiten herangezogen werden, die mit Island zusammenhängen.

Wegener kam zu seiner „Wanderung der Kontinente“ (1912) durch die augenfällige Symmetrie der atlantischen Küstenlinien: die von Europa–Afrika passen überraschend gut zu denen von Nord- und Süd-Amerika. Die „*Mittelatlantische Schwelle*“ – genau in der Mitte des Atlantiks entlangziehend – wurde erst später, aber noch zu *Wegener's* Zeit (besonders durch die Meteor-Forschungsfahrten) gut bekannt. Er betrachtete sie als die ehemalige Verbindungsnaht der Ost- und West-Kontinente und die „Schwelle“ (und damit auch Island) als „Abfallprodukte“ bei der Trennung der Kontinente. Er hat ihr also nur eine nebensächliche, keine „aktive“ Rolle in seiner Kontinentalverschiebungs-Hypothese eingeräumt.

Ganz anders wird Island (und werden die mittelozeanischen Rücken) in der „Plattentektonik“ eingestuft. Nach deren Vorstellungen wandern nicht allein die Festländer, sondern einzelne große „*Platten*“ und diese umfassen nicht nur Kontinente, sondern auch den festen Untergrund der Ozeane und den obersten Teil (etwa 70–100 Kilometer) des darunterliegenden Erdmantels. Die Abb. 76 zeigt schematisch den Aufbau der wandernden Platten (der „Lithosphäre“⁷¹).

Als Bewegungsmechanismus für die Drift der Platten betrachten die Plattentektoniker langsame, wirbelartige Strömungen im etwas tieferen Erdmantel (in der „Asthenosphäre“⁷²); sie schleppen wie eine Art gigantischer Förderbänder die starren Platten

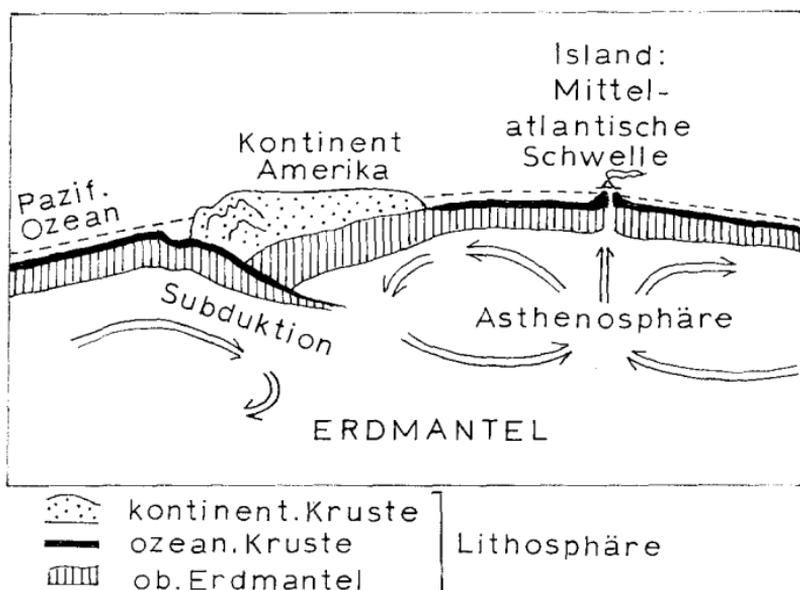


Abb. 76 Schema zur Plattentektonik. West-Ost-Profil vom östlichen Pazifik zum östlichen Atlantik⁷².

mit. Wo die Strömungen aufsteigen, wird die Lithosphäre auseinandergezerrt. Die Abb. 76 stellt das schematisch am Beispiel des Atlantiks dar: die „amerikanische“ Platte wandert langsam nach Westen, die „europäisch-afrikanische“ nach Osten⁷³, und in der Trennfuge steigt basaltisches Magma an die Oberfläche, baut eine Schwelle (und die Insel Island), aber gleichzeitig außerdem neuen, ständig wachsenden Meeresboden auf. Island spielt also in der Plattentektonik als ein Teilstück eines mittelozeanischen Rückens eine höchst aktive Rolle!

Die Auseinander-Bewegung an der mittelozeanischen Plattenfuge bedeutet Auseinander-Zerrung und somit, parallel dazu, Entstehung von *Spalten* in bereits verfestigter Lava⁷⁴. Wir sahen sie bereits in den Thingvellir! Wenn diese Spalten durch neu aufdringende Lava ausgefüllt werden, entstehen die „Gänge“ in den Plateaubasalten (siehe den Abschnitt „Brjánaelakur“). Wenn man die vielen, gleichmäßig in einer Richtung verlaufenden Spalten Islands betrachtet, so findet man es eigentlich erstaunlich, daß *Wegener* sie nicht weiter beachtete. Auf den Fahrten nach Grönland ist er mehrmals in Island gewesen, allerdings meist nur wenige Tage; nur 1912 für zwei Wochen, als man für ein Grönland-Unternehmen auf einer langen Route Akureyri-Vatnajökull (mit Überquerung) und zurück Islandpferde testete, eine Leistung, die noch heute Anerkennung verdient.

Es scheint, daß er von den Spalten Islands wenig gesehen oder sie nicht weiter beachtet hat; in den Thingvellir ist er wahrscheinlich nie gewesen. In seinen tektonischen Vorstellungen hat jedenfalls die Insel keinen besonderen Platz.

Kein anderes Stück eines mittelozeanischen Rückens ragt so weit als Insel heraus wie Island, und daher kann man Einzelheiten über den Aufbau und Bewegungsvorgänge der Rücken nirgends so gut studieren wie hier. Kein Wunder, daß inzwischen zahlreiche Forschungsgruppen der verschiedensten Länder hier gearbeitet haben. Offenbar ist gerade hier im Laufe langer Zeiträume besonders viel Lava aufgetürmt worden, und die vielen schönen und immer wieder tätigen Vulkane zeugen ja noch immer von ungewöhnlicher vulkanischer Aktivität. Das bedarf einer eigenen Erklärung. Man nimmt als Möglichkeit an, daß an dieser Stelle im tiefen Erdmantel eine besonders intensive Aufstiegszone heißen Magmas vorliegt. Das Magma breitet sich dann in der Asthenosphäre radial (wie eine „Hut-Feder“, „mantle plume“⁷⁵) aus und tritt als „heißer Fleck“ („hot spot“) in Erscheinung. Über diesen gleiten die Platten hinweg. Vor 50 Millionen Jahren lagen über dem isländischen „hot spot“ die heute an 500 Kilometer entfernten Basalt-Gebiete der Färöer und der ebenso weit entfernten Ostküste Grönlands (das Alter der Basalte konnte man mit radiometrischen Methoden feststellen: 50–60 Millionen). Sie sind in dieser Zeit weit nach Osten bzw. Westen abgewandert. Die erst vor 12–16 Millionen Jahre über dem „hot spot“ entstandenen Basalte sind natürlich noch nicht so weit gewandert: sie bilden zur Zeit die Ost- bzw. Westküste Islands. Ein Wanderweg kann auffällige Spuren hinterlassen: derjenige der Färöer z. B. ist zwar nicht durch eine über den Meeresspiegel herausragende Landbrücke gekennzeichnet, aber immerhin durch eine Schwelle, den Island-Färöer-Rücken (Abb. 77).

Es ist verständlich, daß die Ereignisse an den Plattengrenzen sich in seismischen Vorgängen äußern, in *Erdbeben*⁷⁶, und es leuchtet ebenso ein, daß in Island die jungvulkanischen Zonen seismisch am aktivsten sind. Island gehört zwar nicht zu den ganz großen Erdbebengebieten der Erde, aber es hat doch viele kleine und mehrmals auch Beben der hohen Magnitude 6–7 gehabt (Abb. 78)⁷⁷. Heute überwacht ein Netz moderner Seismographen die seismischen Bewegungen, die in enger Beziehung zu den platten-tektonischen Vorgängen und den damit eng zusammenhängenden Magma-Strömungen stehen.

Wenn Europa und Grönland (und Nord-Amerika) noch vor 60 Millionen Jahren (zu Beginn der Tertiär-Zeit) nahe zusammenlagen, also eine Landverbindung bestand, so muß sich das in der

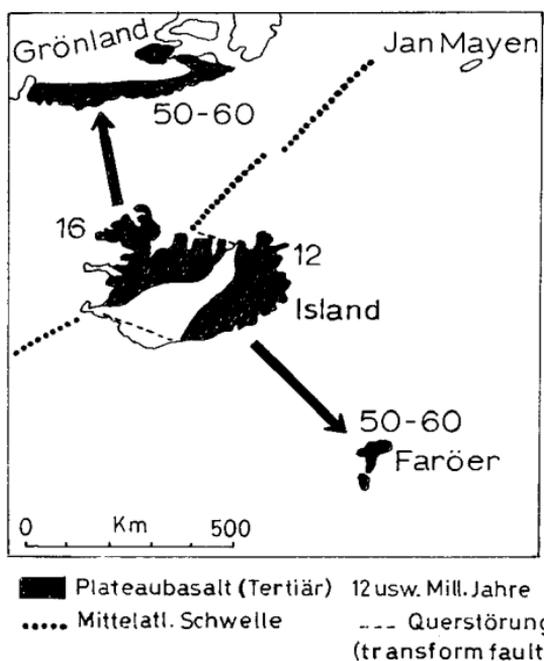


Abb. 77 Wanderwege der Basalte Ost- und West-Islands, Ost-Grönlands und der Färöer. Nach einer Karte von F. Tessensohn (1976), leicht geändert.

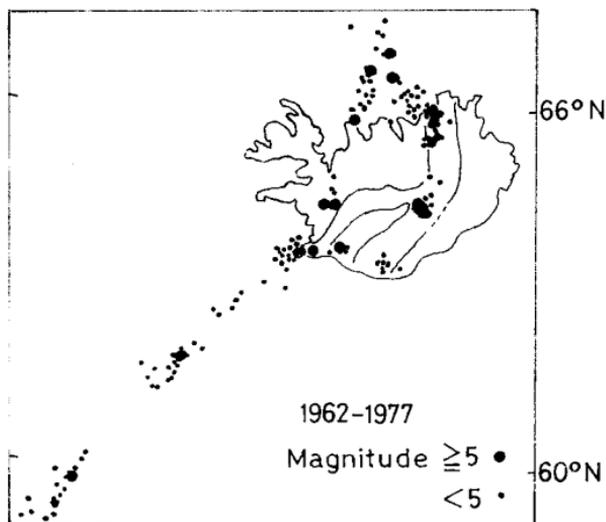


Abb. 78 Erdbebenkarte von Island und Umgebung. Epizentren der Jahre 1962-77. Nach P. Einarsson & S. Björnsson (1979).

Verwandtschaft von Flora und Fauna bemerkbar machen – das ist tatsächlich der Fall. Andererseits muß die marine Fauna nördlich und südlich der Island-Färöer-Schwelle Verschiedenheiten zeigen. Damit hat sich *F. Strauch* bei seinen Untersuchungen über diese Schwelle und die Tjörnes-Fossilien besonders befaßt. Schon *Wegener* sah als wichtigsten unmittelbaren Beweis für wandernde Kontinente die *direkte Messung* von Driftbewegungen an. Aber das ist auch heute trotz der großen Fortschritte der Meßtechnik noch nicht durchzuführen, weil die Wandergeschwindigkeiten zu gering sind; nur mittelbar kann man allerlei darüber aussagen. Auch die Spalten Islands laden dazu ein, mit Präzisionsmessungen horizontale und vertikale Veränderungen festzustellen. Das hat schon vor dem 2. Weltkrieg eine deutsche Expedition unter der Leitung von *Otto Niemczyk*, damals Professor an der TH Berlin, in Angriff genommen mit dem Ziel, diese Messungen nach einiger Zeit zu wiederholen⁷⁸. Nach dem Krieg hat u. a. *K. Gerke*, Braunschweig, mit deutschen Geodäten in dieser Richtung gearbeitet⁷⁹. Doch gehört auch bei Messungen nicht nur ein längerer Zeitraum dazu, exakte Ergebnisse zu erhalten, sondern es kommt erschwerend hinzu, daß auch andere Faktoren hineinspielen können, die mit echten Lageveränderungen nichts zu tun haben. (Magmenbewegungen, Erdbeben usw.) Daß Island als große Vulkaninsel mitten im Ozean liegt, in der Mitte zwischen Europa und Amerika, ist nicht nur ein spannendes Problem für die Geowissenschaftler, sondern reizt auch den Künstler. Ein Relief, das der 1954 verstorbene isländische Bildhauer *Einar Jónsson* geschaffen hat und in seinem Museum in Reykjavik zu sehen ist, zeigt Island mit seinen Basaltsäulen, umspült von den Wellen des Atlantiks, rechts die Europa mit dem Stier, links einen Indianer mit Büffel. „Der Einsiedler“ – so heißt diese Island-Darstellung. Sie spricht den Geologen an, der dabei gleich an *Wegener* und die Plattentektoniker denkt, aber entspricht auch der Einstellung der heimatstolzen Isländer, die manches aus Amerika und dem europäischen Festland ungern sehen.

ANMERKUNGEN

¹ Eine Ergänzung zu den „Geologenfahrten“ bildet der „Geologische Routenführer durch Island“ (GRF) von M. Schwarzbach & H. Noll (Sonderveröff. Geol. Inst. Köln, 20, 1971), leider vergriffen wie auch der in der gleichen Reihe als Heft 22, 1973, erschienene „Führer zu geol. Flugexkursionen in Island“ von M. Schwarzbach. Flugexkursionen sind sehr lohnend!

An Karten ist die topogr. Karte 1 : 250 000 in 9 Blättern besonders geeignet. 6 Blätter davon liegen auch in geologischer Bearbeitung vor. Es gibt auch speziellere topogr. Karten. Karten und wissenschaftliche Literatur in Reykjavik u. a. in den Buchhandlungen Sigf. Eymundssonar, Austurstr 18, und Jónsson, Hafnarstr. 4 und 9.

Zusammenfassende geologische Darstellungen:

Thoroddsen, Th., Island. Peterm. Geogr. Mitt., Ergänzungsh. 152–153, 1905–06. – Die Geschichte der isländischen Vulkane. Danske Vidensk. Selsk. Skrift., Nat. Afd. 9, Kopenh. 1925.

Iwan, W., Island. Berliner Geogr. Arb. 7, 1935 (z. T. geographisch).

Björnsson, S. (ed.), Iceland and Mid-Ocean Ridges. Vis. Isl. 38, 1967.

Einarsson, Th., Jarðfraedi. 2. Aufl. Reykj. 1971 (isl.).

Tessensohn, F., Lineare und zentrische Elemente im geologischen Bau Islands. Geol. Jb., B 20, 1976 (übersichtliche knappe Zusammenfassung).

Sonderband der Zs. Jökull, 29, 1979: Geology of Iceland, ed. K. Saemundsson (sehr gute Übersichtsbeiträge).

Sonderband der Zs. f. Geophysik, 47, 1–3, 1980: Iceland. Evolution, Active Tectonics, Structure, ed. W. Jacoby, A. Björnsson, D. Möller (Geophys. Arbeiten).

Kölner Arbeiten behandeln u. a. Hellisheidi und postglaziale Klimageschichte (Th. Einarsson), Skagi (P. Everts), Brjánslaekur (W. Friedrich), Vopnafjörð (U. Jux), das Gebiet Blönduós-Bakkabrúin (L. E. Koerfer), Maare (H. Noll), Hengill (K. Saemundsson), Hredavatn-Gebiet, Wasserfälle, isländische Klimageschichte (M. Schwarzbach, z. T. mit H. D. Pflug), Tjörnes (F. Strauch).

Landeskundliche Darstellungen:

Außer älteren (C. Kuchler, P. Herrmann, W. Knebel & H. Reck u. a. besonders W. Schutzbach, Island. 2. Aufl. Bonn 1976. – Bildbände über ganz Island u. a. von H. R. Bárðarsson, Reykj. 1973, und von F. K. v. Linden & H. Weyer, Bern (Kümmerly & Frey) 1974 (mit naturwissenschaftlichen und landeskundlichen Beiträgen).

² Ganz ähnliche „Buckelwiesen“ kennt man z. B. auch aus den Alpen. Vgl. C. Troll 1944 (Geol. Rdsch. 34) und H. Poser 1954 (Gött. Geogr. Abh. 15), ferner S. Müller 1962 (Nat. u. Mus. 92) und Schunke³.

³ Die schönsten Steinringe gibt es in Ländern mit ständig gefrorenem Boden, der nur im Sommer oberflächlich auftaut, z. B. in Spitzbergen. Die isländischen Steinringe (die auf geringem Boden in Steinstreifen übergehen) sind nicht an solchen Dauerfrostboden geknüpft. Vgl. dazu S. Thórarinnsson 1951 (Geogr. Ann.), P. Bout et al. 1955 (Norris 2), M. Schwarzbach 1963 (Eiszeitalt. u. Gegenw. 14), D. J. Kim 1967 (Diss. Bonn), H. Stingl 1969 (Gött. Geogr. Abh. 49), H. Preußner 1973 (Zs. Geomorph. Suppl. 16), E. Schunke 1975 (Akad. Wiss. Gött., Math.-Nat. Kl., Abh. 30).

⁴ Die isländische Flora umfaßt nur etwa 450 höhere Pflanzen. „Isländ. Floren“ gibt es von St. Stefánsson (3. Aufl. 1948, Akureyri) und Ásk. Löve (2. Aufl. 1977, Reykjavik).

⁵ GRF, S. 10. Um die Anwendung paläomagnetischer Methoden in Island haben

sich die Holländer J. *Hospers* und H. *Wensink*, von den Isländern Trausti *Einarsson* besonders verdient gemacht. Siehe auch ⁷⁹.

⁶ S. *Lohmeyer* 1961 (Aufschluß, 12), V. *Betz* 1975 (Kosmos, 71, 3), F. *Pfaffl* 1978 (Lapis, 3, 10, 1978).

⁷ Gust. Georg *Winkler*, Island. Braunschweig 1861. Geb. 1820 in Audorf, Prof. am Polytechn. München, gest. 1896. Er kam nach Island als Begleiter von Prof. Konrad *Maurer*, des bedeutenden Erforschers der isländ. Geschichte.

⁸ O. *Heer*, Flora fossilis arctica. Zürich 1868–75. Oswald *Heer* (1809–1883) war Prof. d. Botanik in Zürich.

⁹ Sonderveröff. Geol. Inst. Köln 10, 1963. Grundlegende pollenanalytische Arbeiten in den tertiären Schichten Islands hat auf meine Anregung H. D. *Pflug* durchgeführt. Vgl. auch B. J. *Meyer* 1957 (Proc. Roy. Soc. Edinburgh B, 66, 1957), G. *Schultz* 1967 (N. Jb. Geol. Pal. Mh.) und zuletzt russische Arbeiten (Trudy Akad. Nauk, 316, Moskau 1978).

¹⁰ Entom. Scand. 2, 1, 1971.

¹¹ Sonderveröff. Geol. Inst. Köln, 8, 1963.

¹² Th. *Einarsson* et al. in: The Bering Land Bridg (1967, ed. D. *Hopkins*). Ferner M. *Schwarzbach* & H. D. *Pflug* 1957 (N. Jb. Geol. Pal. Abh. 104), K. J. *Albertsson* 1978 (Náttúrufræd. 48), K. *Sæmundsson* 1979 (Jökull 29), Y. *Gladenkov* et al. 1980 (Trudy Akad. Nauk 345, Moskau).

¹³ Es gibt eine zweite Fundstelle, in Skammidalur, nahe Dyrhólaey, Süd-Island – aber die Muscheln liegen dort auf „sekundärer Lagerstätte“, nämlich als Fremdeinschlüsse (Xenolithen) in vulkanischem Gestein (Hyaloklastit). Einzelfunde seit 1933 bekannt; genauere Beschreibungen von J. *Áskelsson* 1960 (Acta. Nat. Isl. II, 3) und Einar H. *Einarsson* 1968 (Náttúrufræd. 37).

¹⁴ N. Jb. Geol. Pal., Abh. 124, 1966.

¹⁵ Wichtig ist vor allem die Monographie der Eruption 1947–48 von Tr. *Einarsson*, G. *Kjartansson*, S. *Thórarinnsson* u. a. (Einzelbände 1949–67), ferner der spannende Bildband „Hekla“ von S. *Thórarinnsson* 1970 (mit ausführlicher Beschreibung der Eruption 1970).

¹⁶ Dieser häufigen Wolkenkappe oder ihrer Schneehaube verdankt die Hekla ihren Namen („Mantel mit Kapuze“).

¹⁷ Mineralogisch erwiesen sich die Staubkörnchen als isotropes, vulkanisches Glas. Vgl. M. *Salmi*, Bull. Comm. Géol. Finl. 142, 1948, und S. *Thórarinnsson*, The Eruption of Hekla, II, 3, 1954.

¹⁸ Dieses Profil von Tjörnes hat H. *Straka* pollenanalytisch untersucht (N. Jb. Geol. Pal., Mh., 1956). Vgl. auch den Askja-Ausbruch 1875 (Abb. 38)!

¹⁹ Die Lava floß bis zum 25. April 1948 aus, d. h. 13 Monate. Ihre Temperatur maß man zu 1021 bis 1040° Celsius, ihre Gesamtmenge betrug 200 Millionen Kubikmeter. Bei der Beobachtung eines langsam vordringenden Lavastromes kam bedauerlicherweise am 2. November 1947 der isländische Gelehrte Steinthor *Sigurds-son* durch plötzlich herabbrechende glühende Steine ums Leben.

²⁰ Ausführlich im Hekla-Buch von S. *Thórarinnsson*, 1970.

²¹ Geologische Bildbände über Surtsey von Th. *Einarsson* (1965) und S. *Thórarinnsson* (1966), ferner zahlreiche Einzelaufsätze, u. a. in Surtsey Research Progress Reports, Reykjavik.

²² Untersuchungen darüber u. a. von H. G. *Schwabe* (Schrift. Naturw. Ver. Schlesw.-Holst., Sonderbd., 1970).

²³ S. *Jakobsson* 1968 (Surtsey Res. Progr. Rep.).

- ²⁴ Ausführliche Darstellung des Heimaey-Ausbruchs in einem Bildband von Th. Einarsson (Reykj. 1974).
- ²⁵ G. *Kjartansson*, Náttúrufr. 36, 1966. – Eine Besteigung des Helgafell schildert Manfred *Hausmann* in seinem gedankenreichen Islandroman „Abschied vom Traum der Jugend“.
- ²⁶ Th. *Thoroddsen*, Geschichte der isl. Vulkane 1925. Neuere kurze Übersicht mit Karte bei S. *Thórarinnsson*, Náttúrufr. 37, 1967, und Bull. volc. 33, 1969 (die Karte auch in M. *Schwarzbach*, Berühmte Stätten geol. Forsch., Stuttgart. 1970).
- ²⁷ Karl *Sapper*, geb. 1866 in Wittislingen (Bay.), Prof. der Geographie in Würzburg, gest. 1945; besonders bekannt durch seine „Vulkankunde“ (Stuttgart 1927).
- ²⁸ und, zusammen mit Dr. *Reck*, sogar eine Frau, die auch bei der Askja erwähnte I. v. *Grumbkow* (später Frau *Reck*). – Hans *Reck* (1886 Würzburg – 1937 Lourenço Marquez) war Vulkanologe (Island, Santorin, Afrika) und der erste Erforscher der berühmten Urmenschen-Schlucht Olduvai.
- ²⁹ S. *Thórarinnsson*, Jökull 10, 1960.
- ³⁰ Obsidianlavaströme finden sich z. B. auch am Pik von Teneriffa und auf der Insel Lipari. Manche Abarten von glasigem Rhyolith, die Perlite, haben in geblähtem Zustand gewisse wirtschaftliche Bedeutung (Verputz, Leichtbeton). Über isländische (bisher nicht bauwürdige) Perlite vgl. K. *Richter* (Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., 112, 1960).
- ³¹ Jökull 29, S. 36, und Acta. Nat. Isl. 28, 1980; siehe auch G. *Larsen*, Náttúrufræd. 49, 1979.
- ³² Zusammenfassende Darstellung M. *Schwarzbach* (Eiszeitalter u. Gegenw. 11, 1963). Vgl. auch B. *Jóhannesson*, The soils of Iceland (Reykj. 1960).
- ³³ Nat. Rdsch. 16, 1963.
- ³⁴ zitiert nach C. *Poestion*, Island (Wien 1885), S. 128.
- ³⁵ hraun = Lava.
- ³⁶ GRF S. 90.
- ³⁷ Leider wurde das Kirchlein abgebrochen und durch eine unschöne neue Kirche ersetzt.
- ³⁸ S. *Thórarinnsson* (Náttúrufræd. 22, 1952). Über die Entstehung dieses Tuffringes ist viel diskutiert worden. Eigene Auffassungen hat Tr. *Einarsson* vertreten. – *Thórarinnsson* schätzte das Volumen auf 130 Millionen Kubikmeter (außer 300–400 Kubikmeter Asche). Dagegen förderte der Monte Nuovo nach *De Lorenzo* nur 39 Millionen Kubikmeter.
- ³⁹ S. *Thórarinnsson*, Bull. volcanol. II, 14, 1953. – GRF S. 84.
- ⁴⁰ A. *Rittmann*, Bull. volcanol. II, 14, 1938.
- ⁴¹ Sonderveröff. Geol. Inst. Köln 11, 1967.
- ⁴² Moderne geologische Übersichtskarten von Island verzeichnen eine Anzahl von „Zentralvulkanen“*. In der jungvulkanischen Zone sind es z. T. hohe Vulkanberge (z. B. Hekla, Snaefellsjökull), z. T. aber landschaftlich weniger auffällige Zentren vulkanischer Vorgänge. Neben den überwiegenden Basalten gehören auch rhyolitische Laven zu ihren Förderprodukten. Einer der Zentralvulkane gruppiert sich um Leirhnjúkur – aber er läuft unter dem sprachlich bequemeren Namen Krafla-Vulkan, obgleich alle neueren Lava-Ausbrüche von den Leirhnjúkur- und Gjástyki-Kraterreihen kamen. – Übrigens steht auf alten Karten manchmal auch „Krabla“, entsprechend der Aussprache des isländ. Namens Krafla.
- ⁴³ Für diese bieten die Randgebiete der großen Gletscher, vor allem der Vatnajökull – fast ein „Inlandeisgletscher“ – anschauliche Vergleiche und regen immer

wieder Quartärgeologen zu Untersuchungen an; aus dem deutschsprachigen Bereich in neuerer Zeit P. *Woldstedt*, E. M. *Todtmann*, N. *Thome*, K. *Jaksch*. Von diesen war die Hamburgerin Emmy *Todtmann* am meisten mit Island verbunden, ihrer „zweiten Heimat“. 1972 besuchte die 84jährige zum letzten Mal das Land. In „Eiszeitalter und Gegenwart“ (23/24, 1973) habe ich ihr einen Nachruf gewidmet. – Über Dauerfrostboden-Erscheinungen und ihre Erforschung siehe³¹ – Mit dem Rückgang der Gletscher in letzter Zeit stiegen die Jahres- und insbesondere die Wintertemperaturen leicht an. Das führte u. a. auch dazu an, daß südliche Vogelarten in Island neu zu Brutvögeln wurden. Schon 1950 konnte Dr. Finnur *Gudmundsson* das für Star, Sumpfohreule, Reiherente, Lachs-, Silber- und Heringsmöve feststellen, Vgl. auch H. *Engländer* in dem Bildband von v. *Linden & Weyer*, 1974¹.

⁴⁴ Den Hinweis verdanke ich Prof. Trausti *Einarsson*.

⁴⁵ *Sartorius v. Waltershausen*, Physisch-geogr. Skizze von Island. Göttingen 1847.

⁴⁶ J. *Áskelsson*, Meddel. Danm. Geol. Foren. 9, 1939. – Vgl. dazu und überhaupt zur Paläoklimatologie auch die Übersicht von M. *Schwarzbach* (N. Jb. Geol. Pal., Mh., 97–130, 1950) sowie H. *Björnsson* und L. A. *Simonarson* in *Jökull* 29, 1978.

⁴⁷ Zuerst beschrieben von dem Bauern H. *Lindal* (Quart. J. Geol. Soc. 95, London 1939); neuere Untersuchungen von L. E. *Koefjer* (Sonderveröff. Geol. Inst. Köln 26, 1975). GRF 65.

⁴⁸ Die Isländer nennen solche vom „Inlandeis“ herabkommenden Gletscher *skrid-jökklar* = Schreitgletscher. – Das Vorfeld des Sólheima-Gletschers hat der Österreicher K. *Jaksch* sorgfältig kartiert (*Jökull* 25, 1975).

⁴⁹ In *Geograf. Tidskr.* 25, Kopenhagen 1919; hier zitiert nach K. *Sapper*, Vulkankunde (1919, S. 133). Lehrreiche Angaben über Gletscherläufe von 1954 und 1955 bringen *Sigurjón Rist* und S. *Thórarinnsson* in der *Zs. Jökull* (5, 1955), S. *Thórarinnsson* auch 7, 1957.

⁵⁰ Vgl. z. B. *Todtmann* (Abh. Auslandskd. Hamburg, 65, C, 1960) und *Thome* (Int. Geol. Congr. 24, 12, 1972).

⁵¹ S. *Thórarinnsson*, *Jökull*, 10, 1960 (S. *Pálsson*); *Acta. Nat. Isl.* II, 2, 1958, *Erdkd.* 13, 1959 (*Öraefaj.*).

⁵² S. *Thórarinnsson* (in A. & D. *Löve*, North Atlantic biota and their history, Oxford 1963).

⁵³ Ausführlich diskutiert in *Todtmann* 1960⁵⁰.

⁵⁴ Zusammenfassende Betrachtung der isl. Wasserfälle und eine systematische Genetik der Wasserfälle überhaupt siehe bei M. *Schwarzbach* 1967 (*Zs. Geomorph.* 11).

⁵⁵ Hauptsächlich nach Th. *Einarsson* 1965 (Tungufell area, maschinenschriftl.).

⁵⁶ Wolfgang Freiherr *Sartorius von Waltershausen*, geb. 1809 in Göttingen, Prof. der Mineralogie und Geologie dortselbst, gest. 1876. Begleiter auf seiner Islandreise war Robert *Bunsen*. Zu seinen Hauptwerken gehört auch eine Monographie des Ätna. A. v. *Lasaulx* charakterisierte ihn in der Einleitung zu diesem Werk: „Nie war *Sartorius* heiterer, als wenn er auf Reisen war, wo seine leicht erregbare Natur vor der zu ruhigen Lebensweise des Stubengelehrten nicht zu leiden hatte.“ – Über die „Palagonitformation“ gibt es viele Untersuchungen, in den letzten Jahren von K. *Saemundsson* (*Acta. Nat. Isl.* II, 7, 1967), G. E. *Sigvaldason* (*Contr. Min. Petrol.* 18, 1968), S. P. *Jakobsson* (*Bull. Geol. Soc. Denmark*, 27, 1978).

⁵⁷ *Peterm. Geogr. Mitt.* 104, 1960.

⁵⁸ K. *Saemundsson* (*Náttúrufræð.* 43, 1973) hat den Gedanken zur Diskussion gestellt, daß die Canyon-Erosion durch zwei katastrophale Fluten in ganz kurzer Zeit bewirkt wurde.

⁵⁹ Fast alle größeren Reisebeschreibungen der vielen Islandfahrer enthalten auch ein Kapitel über den Gr. Geysir – angefangen bei dem Ornithologen Friedr. Aug. *Thienemann* 1824 bis zur heutigen Zeit. Natürlich gehen auch die Gesamtdarstellungen der isländischen Geothermalerscheinungen⁶⁵ auf die Geysire ein. Von einheimischen Geysir-Forschern seien Th. *Thorkelsson* und Trausti *Einarsson* genannt. Die Isländer sprechen übrigens das Wort wie „gehsir“ aus.

⁶⁰ Robert *Bunsen*, geb. 1811 in Göttingen, Prof. d. Chemie in Kassel, Marburg, Breslau und Heidelberg, dort gest. 1899, „einer der bedeutendsten Naturforscher des 19. Jahrhunderts“.

⁶¹ Zusammenfassend dargestellt von Thorl. *Einarsson* (Sonderveröff. Geol. Inst. Köln 5, 1960, mit geol. Karte).

⁶² Th. *Thoroddsen*, siehe⁷⁶.

⁶³ S. P. *Jakobsson* (Acta. Nat. Isl. II, 6, 1966); H. *Noll* (Sonderveröff. Geol. Inst. Köln 11, 1967).

⁶⁴ Vgl. auch G. E. *Sigvaldason*, Beitr. Min. Petr. 6, 1969.

⁶⁵ Geol. Jb., C 26, Hannover 1980. Eine etwas ältere Gesamtdarstellung gab der Norweger T. F. W. *Barth* (Publ. Carnegie Inst. 587, Washington 1950). Siehe auch I. B. *Fridleifsson* (Jökull, 29, 1979).

⁶⁶ Der Entstehung des Thingvallavatn ist K. *Saemundsson* nachgegangen (Náttúrufræd. 35, 1965), der auch das anschließende Hengill-Gebirge gründlich erforschte und stratigraphisch-tektonisch deutete (Acta. Nat. Isl. II, 7, 1967).

⁶⁷ vellir ist die Mehrzahl von völlur = Ebene, Platz.

⁶⁸ Briefe aus hohen Breitengraden. Braunschweig 1860.

⁶⁹ Übersichtliche, moderne Darstellungen von K. *Saemundsson* in Jökull 29, 1979, auch in Geol. Soc. Amer. Bull. 85, 4, 1974, und Geol. J., Spec. Issue, 10, 1978. Ferner das Island-Heft der Zs. Geophys. 47, 1980¹; sowie K. *Schäfer* in Geol. Rdsch. 61, 1972 und Tectonophys. 29, 1975.

⁷⁰ M. *Schwarzbach*, Alfred *Wegener* und die Drift der Kontinente. Gr. Naturforscher, 42, Stuttgart 1980, und: Happy birthday, Alfred. Naturwiss. Rdsch., 34, 10, 1981.

⁷¹ lithos, griech. = Stein.

⁷² asthenes, griech. = kraftlos, schwach („halbstarr“ gegenüber der starren „Lithosphäre“). Für die Driftbewegungen hatte *Wegener* ganz andere Vorstellungen als die Plattentektonik. Bei ihm driften die Kontinente (und nur diese) auf dem basaltischen Substrat – „wie Eisberge auf dem Wasser“. Bei ihm ist der Meeresboden alt und unbeweglich; in der Plattentektonik wird er durch die ozeanischen Rücken ständig neu gebildet und als ein Teil der Lithosphäre mit bewegt (und bei einer Subduktion wieder aufgeschmolzen – siehe Abb. 76; Subduktion, vom lat. subduco = unten wegziehen; dazu kommt es beim Zusammentreffen zweier Platten). Die ungenügende Erklärung des Bewegungsmechanismus durch *Wegener* war eine Hauptursache für die Ablehnung seiner Hypothese (deren Hauptergebnis – Wanderung der Kontinente – heute als richtig angenommen wird).

⁷³ mit einer Geschwindigkeit von wenigen cm/Jahr, wie man heute annimmt.

⁷⁴ Zu den Spalten-Schwärmen siehe besonders⁶⁹, ferner K. *Schäfer* (Fridericiana 23, Karlsruhe 1978). Man kann großräumige Bewegungen auch durch experimentelle Messungen der Gesteinsspannung ermitteln (K. *Schäfer* und S. *Keil*, Meßtechn. Briefe, 15, 2, Darmstadt 1979).

⁷⁵ Der Begriff wurde von W. J. *Morgan* 1971 geprägt.

⁷⁶ Die älteren Erdbeben Islands stellte Th. *Thoroddsen* in seiner „Geschichte der isl. Vulkane“ 1925¹ zusammen.

⁷⁷ Die Erdbebenkarte (Abb. 78, nach P. *Einarsson* & S. *Björnsson*, *Jökull* 29, 1979) deutet – zusammen mit anderen Überlegungen – an, daß der Verlauf der Zentralzone wohl durch Querverschiebungen („transform faults“) gestört ist. – Magnitude = Intensität eines Bebens nach der Richter-Skala.

⁷⁸ Spalten auf Island. Stuttgart 1943. Als Geologe nahm F. *Bernauer* (gest. 1945 nach einem Bombenangriff in Berlin) an *Niemczyk's* Expedition teil.

⁷⁹ Beiträge zu geodätischen und gravimetrischen Messungen siehe Zs. Geophys. 47, 1980 (D. *Möller*, B. *Ritter*, H. *Spickernagel*, W. *Torge* u. a.). Magnetische Untersuchungen führten G. *Angenheister* und Münchener Mitarbeiter durch.

ERDGESCHICHTLICHE ZEITTADEL FÜR ISLAND

	<i>Geologische Zeitabschnitte</i>	<i>Klima</i>	<i>Vulkanische Vorgänge und Ablagerungen</i>	<i>Sonstige wichtige Ablagerungen</i>
<i>Quartär</i>	<i>Nacheiszeit</i> (Postglazialzeit) ca. 10 000 J.	zeitweise wärmer als heute	junge Vulkane	Torf; gehobene Strandterrassen
	<i>Pleistozän</i> (Diluvium) ca. 1-3 Mill. Jahre	Eiszeiten (Glaziale) und Zwischenzeiten (Interglaziale)	vielfach subglaziale Vulkanausbrüche („Palagonitformation“)	Interglaziale Ablagerungen
<i>Jung-Tertiär</i>	<i>Pliozän</i>	etwas wärmer als heute; Gebirgs-gletscher	Basalte	Meeresablagerungen und Kohlen von Tjörnes, Kohlen und „Tillite“ vom Hornarfjord
	<i>Miozän</i> ca. 25 Mill. Jahre	wärmer als heute; reiche Baumvegetation	besonders Decken-ergüsse von Basalten, dazu „Zentralvulkane“ auch mit Rhyolith, Granophyr, Gabbro u. a.	Surftarbrand-schichten (Kohlen)

Die ältesten direkt datierten Ablagerungen Islands ergaben ein Alter von ca. 16 Millionen Jahren. Vortertiäre Schichten sind nicht bekannt.

EINIGE BEMERKENSWERTE VULKANAUSBRÜCHE IN ISLAND

Älteste Thjórsá-Lava	ca. 6150 v. Chr.
Trölladyngja-Schildvulkan	ca. 6050 v. Chr.
Hekla H ₅	ca. 4650 v. Chr.
Hekla H ₄	ca. 2050 v. Chr.
ält. Laxá-Lava	ca. 1850 v. Chr.
Grábrókarfell	zwischen 1750 v. Chr. u. 870 n. Chr.
Hekla H ₃	ca. 850 v. Chr.
Hverfjall	ca. 550 v. Chr.
Threngslaborgir, Lúdentborgir (jüng. Laxá-Lava), Mývatn-Pseudokrater	ca. 50 v. Chr.
Snaefellsjökull, rhyolithische Eruption	ca. 50 v. Chr.?
Nesja-Lava (Thingv.)	ca. 70 n. Chr.
Eldgjá	ca. 934
Hellisheidi	1000
Hekla H ₁	1104
Öraefajökull, rhyolithische Eruption	1362
Katla	1721
Krafla (Viti), Leirhnjúkur	17. Mai 1724 – 1729
Laki-Spalte	1783
submariner Vulkan südwestlich Reykjanes	1783
Eyjaflajallajökull	1821–1823
Askja (Viti) und Sveinagjá	1875
Katla	1918
Grimsvötn	1934
Hekla	29. März 1947–1948
Askja, Öskjuop	Oktober–Dezember 1961
Surtsey	14. November 1963–1967
Hekla	5. Mai – 5. Juli 1970
Eldfell (Heimaey)	23. Januar – 26. Juni 1973
Leirhnjúkur-Gjástykki	Dezember 1975, April, September 1977, März, Juli, Oktober 1980, Januar, Februar, November 1981
Hekla	17.–20. August 1980, 9.–16. April 1981

Die meisten älteren Ausbrüche nach S. *Thórarinnsson*, Thjórsá-Lava nach G. *Kjartansson*, Grábrókarfell nach *Münnich & Schwarzbach*, Nesja-Lava nach K. *Sæmundsson*. Für H₅, H₄, H₃ werden neuerdings aufgrund grönländischer Untersuchungen etwas abweichende Daten angegeben: ca. 5470, 2690, 1120 v. Chr. (C. U. *Hammer* et al., *Nature*, 1980).

KLEINES GEOLOGISCHES WÖRTERBUCH

- Aktive vulkanische Zone*, die Zone junger, z. T. noch jetzt tätiger Vulkane, die sich von Reykjanes quer durch Island bis an die NO-Küste erstreckt; nach neuerer Auffassung eine Aufquellzone von Magma zwischen der europäischen und amerikanischen „Platte“ und ein charakteristisches Teilstück der → Mittelatlantischen Schwelle. Früher als „Zentralisländischer Graben“ bezeichnet.
- Asche*, feinkörniges, z. T. staubartiges vulkanisches Auswurfprodukt, → Tephra, → Tuff.
- Asthenosphäre*, der Teil des → Erdmantels, in dem langsame Strömungen des → Magma vorkommen ⁷².
- Basalt*, häufigstes, dunkles Lavagestein mit nur 45–55% SiO₂.
- Bims*, poröse Lavabröckchen, durch schnelle Erstarrung gasreicher, oft saurer Lava entstanden. → Lapilli.
- Blocklava*, blockig erstarrte Lava (isl. apalhraun).
- Bombe*, ausgeschleuderte Lava, die beim Flug durch die Luft spindelförmige Gestalt annahm.
- Brekzie*, grobes Trümmergestein, z. T. vulkanischer Entstehung, mit eckigen Bruchstücken (gerundete Bruchstücke = Konglomerat).
- Caldera*, großer, kraterähnlicher Kessel in Vulkangebieten, meist durch Einbruchsvorgänge entstanden (z. B. Askja).
- Diatomeen*, Kieselalgen (→ Kieselgur).
- edaphisch*, vom Boden abhängig, z. B. edaphisch bedingte Wüste.
- Eiszeitalter* (quartäres), die letzten 1–3 Millionen Jahre der Erdgeschichte. Der größte Teil davon bildet das lange eigentliche Eiszeitalter (Pleistozän; älterer Name: Diluvium), gegliedert in mehrere einzelne Eiszeiten (Glaziale; mit ausgedehnter Inlandeisbildung in Skandinavien, Norddeutschland usw.) und Zwischeneiszeiten (→ Interglaziale). Die sehr kurze Nacheiszeit (Postglazial) umfaßt die letzten 10 000 Jahre.
- Erdmantel*, der Teil der Erdkugel zwischen Erdkern und Erdkruste.
- Fallmacher*, harte Schicht, die die Fallkante eines Wasserfalles bildet.
- Fladenlava*, mit flachgewölbter Oberfläche erstarrte Lava, oft mit Seil- oder Strickform (isl. helluhraun).
- Fumarole*, Austrittsstelle vulkanischer Gase und Dämpfe (→ Solfatare).
- Gang*, mit Lava o. ä. gefüllte Spalte, meist ± senkrecht zur Schichtung (→ Lagergang).
- Geschiebe* → Moräne.
- Geysir*, regelmäßig oder unregelmäßig eruptierende heiße Quelle (Springquelle).
- Geysirit*, kieselige Ablagerungen eines → Geysirs.
- Glas*, schnell erstarrte, nicht kristallisierte Lava.
- Gletscherlauf*, katastrophale Gletscherschmelzwasserfluten, z. T. durch → subglaziale Vulkanausbrüche verursacht.
- Gletscherschrammung*, feine Kritzen, durch harte Gletschergeschiebe auf dem Felsuntergrund eingeritzt.
- Hyaloklastit* (isl. móberg), vulkanisches Gestein aus (oft → palagonitisierten) → Glasbröckchen; meist → subglazial entstanden. → Palagonittuff.
- Interglazial* (Zwischenzeit), wärmere Epoche des → (quartären Eiszeitalters).
- Isländischer Doppelspat*, Kalkspat (CaCO₃) von besonderer Durchsichtigkeit und daher mit leicht erkennbarer Doppelbrechung.
- Kieselgur*, kieselige Sedimente (z. B. im Mývatn) aus den Panzern (einzelliger) Kieselalgen (Diatomeen).
- Kissenlava* → Pillow-Lava.
- Konglomerat* → Brekzie.

kontinentale Erdkruste, verschiedenartige Zusammensetzung, aber mit viel granitischem Material; Spez. Gew. 2,7.

Krater, trichterförmige Eruptionsstelle, meist am Gipfel eines Vulkans (→ Maar).

Kraterreihe, mehrere ± gleichzeitig eruptierende Krater auf einer geraden Linie (z. B. Laki-Krater, Threngslaborgir).

kubbaberg (isl.), wirt-säulig erstarrte Basaltlava (vgl. Umschlagbild).

Lagergang, ± horizontaler → Gang, parallel zur Schichtung.

Lapilli, erbsengroße → Bimsstücke.

Liparit → *Rhyolith*.

Lithosphäre, die oberste, starre Schicht der Erdkugel; besteht aus → kontinentaler und → ozeanischer Kruste sowie dem obersten → Erdmantel.

Maar, Vulkan, der nur aus einem → Krater besteht, also keinen Berg bildet.

Magma, Gesteinsschmelze im Untergrund. Wenn sie an die Oberfläche tritt, heißt sie Lava.

Miozän, Unterstufe des → Tertiärs.

Mittelatlantische Schwelle (M. Rücken), fast ganz untermeerischer, vulkanischer Gebirgszug, der sich von der Antarktis über Island bis zum Nördl. Eismeer erstreckt. Ähnliche mittelozeanische Rücken gibt es auch in andern Meeren. Sie stellen Trennfugen zweier → Platten dar, an denen basaltische Lava aufdringt.

Moräne, vom Gletscher transportierter Gesteinsschutt (Geschiebe, z. T. geschrammt), manchmal in Form von Hügeln abgelagert (Endmoräne u. ä.). → Tillit.

Obsidian, schwarze, → glasig erstarrte, meist → saure Lava; isl. hrafnitinn („Rabenstein“).

ozeanische Kruste, durch basaltische Lava der → mittelozeanischen Rücken aufgebaut; Spez. Gew. 3.

Paläomagnetismus, magnetische Gesteinseigenschaften, die durch das vorzeitliche magnetische Erdfeld bedingt sind, und die Rekonstruktion dieses Erdfeldes.

Palagonit, gelblich-bräunliche Mineralumwandlung, aus vulkanischem → Glas entstanden.

Palagonittuff (P.formation, P.brekzie, isl. móberg → Hyaloklastit), tuff-ähnliches vulkanisches Gestein mit → palagonitisierten Glasbröckchen.

Pillow-Lava, in kissenartigen Formen (pillows) erstarrte Lava (Kissenlava).

Plateaubasalt, weitausgedehnte, flachlagernde Basaltströme, meist durch → Spaltenausbrüche gefördert.

Platten, große Teile der → Lithospäre, die langsam wandern (Plattentektonik).

Pleistozän → Eiszeitalter.

Pliozän, jüngste Unterstufe des → Tertiär, ca. 11–3 Mill. Jahre vor heute.

Postglazial → Eiszeitalter.

Pseudokrater (Scheinkrater), Kraterkegel, die auf einem Lavafeld durch sekundäre Explosionen entstanden (z. B. wenn die Lava über wasserreichen Untergrund fließt); sie haben also keine direkte Verbindung mit dem → Magma im Untergrund.

Quartär → Eiszeitalter.

Rhyolith, helles Lavagestein, zähflüssig, mit viel SiO₂ (66–77%), gleichbedeutend: Liparit.

Rundhöcker, von einem Gletscher glattgeschliffener, oft geschrammter Felsbukkel.

Sander (isl. sandur), Sand- und Schotterebenen, die die Gletscherschmelzwässer im Gletschervorland aufschütten.

saure Lava, SiO₂-reiche Lava, z. B. → Rhyolith; Gegensatz: basische Lava, z. B. → Basalt.

Schildvulkan, Vulkan, der nur aus dünnflüssiger Basaltlava besteht, mit flachen Hängen, z. B. Skjaldbreidur).

SiO₂, Kieselsäure.

Solfatare, heißer, schwefelhaltiger Dampfaustritt (→ Fumarole).

Spalte, Bruch oder sonstige Störungszone, die meist geradlinig den Untergrund durchschneidet; nur gelegentlich als „klaffende“ Spalte ausgebildet.

Spaltenausbruch, entlang einer Spalte kommt → Magma zur Oberfläche und bildet mehrere Eruptionspunkte, oft Kraterkegel (→ Kraterreihe, → Plateaubasalt).

subglazial, unter einem Gletscher entstanden.

Surtarbrand (isl.), kohlige, aus Torf entstandene Schichten, meist zwischen den Basalten (z. B. Brjánslaekur).

Tafelberg, in Island → subglazialer Vulkanbau, meist mit → Hyaloklastitsockel und flachen Basaltdecken darüber (z. B. Herdubreid, Búrfell).

Tektonik, Lehre vom Bau des Untergrundes und den Kräften, die dabei mitwirken.

Tephra, durch S. *Thórarinnsson* geprägtes Wort für Lockerprodukte bei einem Vulkanausbruch; entspricht einem noch nicht verfestigtem → Tuff; vielfach feinkörnige → Asche.

Tephrochronologie, zeitliche Gliederung von Schichten mit Hilfe von Tephra-Lagen.

Tertiär, vorletzte Formation der Erdgeschichte (Braunkohlenzeit), ca. 65–3 Mill. Jahre vor heute. → Pliozän, → Miozän.

Tholeiit (J. *Steininger* 1841, nach dem Ort Tholei/Saarland, jetzt Tholey), eine Hauptgruppe der Basalte (mit 50% Plagioklas, 20–30% Pyroxen), verbreitet u. a. als Förderprodukt → mittelozean. Rücken.

Tillit, verfestigte → Moränenablagerung.

Tuff, von einem Vulkan ausgeschleuderte vulkanische und sonstige Lockermassen (Pyroklastika), später meist verfestigt. (Vielfach wird das Wort nur für das verfestigte Material verwendet.) Für lockere Tuffe ist in Island auch das Wort → Tephra üblich. Außer vulkanischen Tuffen gibt es auch durch Wasser abgesetzten Kalktuff!

Tuffring, Vulkanberg, der nur aus Lockerprodukten (→ Tuff) besteht (z. B. Hverfjall).

Verwerfung, Verschiebung von Schichten durch → tektonische Kräfte.

Zentralisländischer Graben → Aktive vulkanische Zone.

Zentralvulkan, selbständiger Vulkan mit zentraler Eruptionsstelle (Gegensatz → Kraterreihe). In Island neuerdings verwendet zur Benennung ziemlich großer, z. T. durch jüngere Laven eingedeckter Vulkane, die neben Basalt auch → saure Magmaprodukte fördern.

Zeolithe, silikatische Mineralien, die sich oft in den Blasenräumen von Lavagestein absetzen.

Einige häufige isländische geographische Bezeichnungen

á	f	Fluß	jökull	m	Gletscher
brú	f	Brücke	kirkja	f	Kirche
ey	f	(pl. eyar) Insel	laug	f	warme Quelle
fell	n	Berg	lón	n	Haff
fjall	n	(pl. fjöll) Berg	mýri	f	Moor
fjörður	m	Fjord	náma	f	Bergwerk, Grube
foss	m	Wasserfall	nes	n	Landspitze
gigur	m	(pl. gigar) Krater	núpur	m	Spitze
gil	n	Schlucht	ós	m	Flußmündung
gjá	f	Kluft	sandur	m	Sand
heidi	f	Heide, Moor	skógur	m	Wald
hnjúkur	m	Gipfel	stadur	m	(pl. stadir) Ort
höfn	f	Hafen	tindur	m	Gipfel
höll	m	(pl. hólar) Hügel	vatn	n	(pl. vötn) See
hraun	n	Lavafeld	vegur	m	Weg
hryggur	m	Rücken	vik	f	Bucht
hver	m	heiße Quelle	vogur	m	Bucht

Zur *Aussprache* des Isländischen: á = au; ae = ei; au = ö; ey = eh; u (z. T.) = ö; fl = bl; fn = bn; hv = kw; ll (z. T.) = ddl (also Gullfoß 3 Göddlfoß; Brjánslaekur = Brjaunsleikör). Der Buchstabe „th“ (gesprochen etwa wie das engl. th) hat ein besonderes Zeichen, ebenso manchmal das d.

NAMEN- UND SACHVERZEICHNIS

- Aktive vulkanische Zone 30, 35, 117
Akureyri 52, 56, 65, 87, 105
Albertsson, K. J. 22, 110
Almannagjá (Allmännerschluht) 101 f.
Andakilsá-Kraftwerk 88 f.
Angenheister, G. 114
apalhraun 61, 117
Arnórsson, S. 99
Ásbyrgi 88
Asche 24 ff., 28, 31 f., 34, 42, 54, 75, 80, 93, 111, 117
Áskelsson, J. 6, 10, 17, 69, 72, 100, 110, 112
Askja 9, 34, 50 ff., 110, 111, 117
Asthenosphäre 104 ff., 117
Austurfjöll 56
Axafjörður 20, 22, 60, 68
Bakkabrúnir 73
Bárdarsson H. R. 21, 109
Barth, T. F. W. 94, 113
Bartholinus, E. 14
Basalt 8, 13, 16, 21, 36, 38, 40, 43, 46, 48, 58, 60, 63, 65, 72 f., 75, 80 f., 83, 86 ff., 92, 101 f., 105 f., 108, 111, 115, 117
Basaltdecken, -tafeln 12, 14 f., 17, 21, 84 f.
Basaltgang 14, 16, 17, 63
Bemmelen, R. van 54, 55, 62
Bergmann, L. 94
Bernauer F. 114
Berufjord 13
Berzelius, J. J. 91
Betula nana (Zwergbirke) 10
Betz, V. 110
Beug, H.-J. 29
Bims 26, 53, 63, 117
Birke 18, 73, 80, 93
Björnsson, A. 109
Björnsson H. 112
Björnsson S. 107, 109, 114
Bláfjall 62 f.
Bláhnjúkur 44, 46
Bláhylur 44
Blattabdrücke, versteinerte 11, 72
Blocklava 61, 117
Bombe 34, 117
Borgarfjöldur 89
Bout, P. 109
Breidafjord 11, 16, 20
Breidamerkurjökull 78, 81 f.
Breidamerkursandur 74
Breidavík 22
Breidavík-Schichten 21
Brekzie 63, 85 f., 117
Brjanslaekur 8, 10, 12, 14 ff., 17 ff., 105, 109, 119
Brunasandur 74

Buckelwiesen 109
Bunsen, R. 26, 90 ff., 112, 113
 Búrfell 27, 62, 119
 Búrfell-Kraftwerk 29, 88
 Caldera 53 ff., 117
Carlé, W. 98
 Chalzedon 13
 Comptonia 18
Cyprina islandica 21
De Lorenzo 111
Descloiseaux, A. 91
 Dettifoss 83, 87 f.
 Diatomeen 18, 58, 117
 Dimmuborgir 61
 Doppelspat 14
 Drangajökull 9
 Drifthyothese 9
Dryas octopetala (Silberwurz) 11, 20
Dufferin, Lord 102
 Dyngjufjöll 53, 55, 56
 Dyrhólaey 36 f., 110
 edaphisch 52, 117
Einarsson, E. H. 110
Einarsson P. 107, 114
Einarsson Th. 6, 7, 21 f., 35 f., 50, 52, 53, 55, 56, 57, 63, 109, 110, 111, 112, 113
Einarsson Tr. 6, 50, 95, 110, 111, 112, 113
 Eiszeit 62 f., 69 ff., 72 f., 81, 85 ff., 102, 115, 117
 Eiszeitflora 11
 Eldfell 30 f., 34., 116
 Eldgjá 9, 40, 44 ff., 116
Empetrum nigrum (Krähenbeere) 11
 Energiequellen 83 ff.
Engländer, H. 112
 entgegengesetzt (revers) magnetisiert 12, 21
 Erdbeben 22, 32, 57, 63, 67, 93, 102, 106, 107, 108, 114
 Erdgeschichtliche Zeittafel 115
 Erdmantel 104 ff., 117
 Erle 18, 72 f.
Everts, P. 74, 109
 Eyjafjallajökull 28, 37, 75, 116
 Eyjafjöll 25
 Färöer 106 ff.
 Fagurhólmsmýri 78 f.
 Fallmacher 84 f., 117
 Fjadrá (Fjardará) 38
 Fláajökull 82
 Fladenlava 102, 117
 Fljótshlid 25
 Flora, fossile 18 f.
 Fluor-Vergiftung 42
 Fossvogur 73
Fridleifsson, I. B. 113
Friedrich, W. 15, 17, 18 f., 51, 109

Frostastavatn 44
 Fumarole 28, 92, 98 f., 117
 Gang 14, 15, 117
 Geirtuglasker 31
 Geothermalgebiet 98 ff., 113
Gerke, K., 108
 Gesteinsspannung 113
 Geysir 9, 46, 74, 87, 90 ff., 98 f., 113, 117
 Geysirit 93, 117
 Gjáin Umschlag S. $1/2$, 27
 Gjástykki 67, 111, 116
 Gjátindur 46, 47, 49
Gladenkov, Y. 110
 Glas, vulkanisches 46, 86, 110, 117
 Gletscher, -bildung, -eis, -fluß 9, 14, 52, 62 f., 69, 70 ff., 75, 77, 80 ff., 87, 103, 111, 112
 Gletscherlauf 9, 74 ff., 98, 112, 117
 Gletscherschrammung 69, 73, 117
 Godafoss 83, 87
 Grábrók, Gábrókarfell 13, 116
 Grettistök (Grettir's Steine) 70
 Grimsvötn 52, 86, 116
 Grjótagjá 60, 99
Grumbkow, I. v. 54, 111
Gudmundsson, F. 112
 Gullfoss 63, 70, 83 ff., 87 f.
 Hallbjarnarstadaá 20
 Hallbjarnarstadir 21
Hammer, C. U. 116
Hausmann, M. 111
Heer, O. 17, 20, 110
Heie, O. 19
 Heimacy 7, 30 ff., 67, 100, 111, 116
 Heimaklettur 35
 Heißwasser 60, 70, 90 ff., 98 f.
 Hekla Umschlag-S. 2, 7, 9, 23 ff., 34, 36, 42, 44, 50, 52, 67, 75, 89, 91, 110, 111, 116
 Hekla-Asche 21, 24 ff.
 Helgafell 32 ff.
 Helgustadir 13
Helland, A. 40, 58
 Hellsisheidi 36, 91, 101, 109, 116
 helluhraun 62, 117
 Hengill-Gebirge 113
 Herdubreid 52, 63, 119
Herrmann, P. 109
 Hjörleifshöfði 36, 77
 Hlidarfjall 60
 Höfn 75, 78, 80, 82
 Hoffellssandur 74
 Hofsjökull 28
Hopkins, D. 22, 110
 Hornarfjord 75, 82, 115
Hospers, J. 110
 hot-spot 106
 Hrafnagjá 102
 Hrauneyjafoss-Kraftwerk 89

Húnaþjór 15
Húsavík 20, 60
Hveragerði 36, 91, 99
Hveravellir 86, 99
Hverfisfljóttal 38
Hverfjall 60, 63, 64 ff., 116, 119
Hvítá 86 f.
Hvítárvatn 86
Hvitserkur 15
Hyaloklastit 33, 62 ff., 81, 86, 110, 117
Ingólfssjall 91
Interglazial 73, 81, 115, 117
Isl. Doppelspat 14, 117
Island-Färöer-Schwelle 106 ff.
Iwan, W. 109
Jacoby, W. 109
Jakobsson, S. P. 110, 112, 113
Jaksch, K. 112
Jarlhettur 70
Jökulfirðir 13
Jökulhlaup 76
jökull 9, 71, 77
Jökulsá 75, 82, 87 f.
Jóhannesson, B. 111
Jónasson, G. 44, 47, 77
Jónsson, E. 108
Jónsson, J. 6, 99
Jónsson, P. 55
Jux, U. 18, 52, 109
Kaldidalur 103
Kálfafell 74
Kalkspat 13, 14, 117
Katla 40, 46, 76 f., 86, 116
Keil, S. 113
Keilhack, K. 75
Kerid 91 f.
Kerlingarfjöll 70, 86
Kieselalgen, -gur 17 ff., 58 ff., 99, 117
Kieselsinter 93
Kim, D. J. 109
Kirkjubæjarklaustur 36 ff., 41, 42 f., 48, 65, 78
Kirkjufell 72
Kirkjugólf 42 f.
Kissenlava 62, 86, 117
Kjartansson, G. 6, 39, 62, 110, 111, 116
Knebel, W. v. 54, 109
Knoll, F. 90
Koerfer, L. E. 73, 109, 112
Kohleflöze 17, 21
kontinentale Kruste 105, 118
Kontinentdrift, -verschiebung, -wanderung 7, 9, 101 ff., 104 ff., 113
Kópavogur 98
Krafla 60, 67, 99 f., 111, 116
Krater 27, 29, 31, 32, 33, 39, 40 f., 44, 48, 58, 63 ff., 71, 91, 118

Kraterreihen 27, 29, 39 f., 55, 65 ff., 91 f., 99, 111, 118
 Krisuvik 99 f.
Krug von Nidda 8
 kubbaberg Umschlag-Seite 2, 118
Küchler, C. 36, 109
 Kviarjökull 80
Kvisker-Brüder 81
 Lagergang 16, 118
 Laki, Laki-Krater 9, 36 ff., 48, 67, 80, 100, 116, 118
 Lambavatn 41
 Landbrotshólar 39, 48, 65
 Landmannalaugar 44 ff., 51, 75, 98 f.
 Langisjór 38
 Langjökull 28, 70, 86, 91, 103
 Lapilli 51, 75, 118
 Laugarfjall 92
Larsen, G. 111
Lasaulx, A. v. 112
 Lavafelder 26 f., 34 f., 37, 55, 58, 64, 68, 91, 101 f.
 Lava, Formen 8, 28 f., 31 ff., 38 ff., 51, 53, 57, 59 ff., 83, 105
 Lava, Temperatur 34, 57, 110
 Laxá-Lava 59, 116
 Leirhnjúkur 61, 67, 99, 111, 116
Lenard, Ph. 90
Lindal, H. 112
Linden, F. K. v. 37, 109, 112
 Liparit 8, 118
 Lithosphäre 104 f., 113, 118
Löve, A. & D. 109, 112
Lohmeyer, S. 110
 Lómagnúpur 78
 Lúdentsborgir 66, 116
 Maar 92, 109, 118
 Magnitude 106, 107, 114
 mantle-plume 106
Maurer, K. 110
 Medallandssandur 74
 Meeresversteinierung 8, 20ff., 110
Meyer, B. J. 110
 Mineralien-Funde 12, 13
 Miozän 8, 20, 115, 118
 Mittelatlantische Schwelle 103 ff., 107, 118
 móberg 86, 117
Möller, D. 109, 114
Mohn, H. 54
 Mollusken-Fauna 22
 Moräne 48, 70, 80 f., 118
Morgan, W. J. 113
Müller, S. 109
Münnich, K. O. 116
 Muschelklappen, -schill 20 f.
 Mýrdalsjökull 28, 40, 46, 74 f., 86
 Mýrdalssandur 36 f., 74 ff.
 Mývatn 7, 9, 22, 48, 55, 57, 58 ff., 87, 98 f., 116

Námafjall, Námaskard 46, 60, 61, 99
Nesja-Lava (Thingv.) 116
Niemczyk, O. 108, 114
Noll, H. 7, 44, 51, 67, 109, 113
Nordari-Ófaera 47 f.
Nordurá-Tal 12
normale Magnetisierung 12, 21
Núpsstadur 78, 80
Obsidian 45 f., 111, 118
Ódádahraun 51, 56
Óraefajökull 52, 78 ff., 82, 116
Óraefasveit 78
Óraefi 73, 80
Öskuhlid 69
Öskjuop 52, 56 f., 116
Öskjuvatn 54 f.
Ólafsson, E. 11, 12, 16, 17, 18, 22, 28
ozeanische Kruste 105, 118

Paläomagnetismus 12, 22, 109, 118
Palagonit 40, 55, 67, 112, 115, 118
Palagonit-Tuff 58, 85 f., 101, 118
Pálsfjall 40
Pálsson, B. 11, 28
Pálsson, S. 42, 80, 112
Perlit 111
Pétursey 37
Peucer, K. 28
Pfaffl, F. 110
Pflanzen, versteinerte 8, 12, 16 ff., 73, 81, 93
Pflug, H. D. 109, 110
Pillow-Lava 63, 86, 118
Plateau-Basalt 8, 12, 13, 15, 22, 107, 118
Plattentektonik 7, 9, 103, 104 ff., 113, 118
Pleistozän 33 ff., 115, 117, 118
Pliozän 8, 22, 115, 118
Poestion, C. 111
Polarflora 12, 17
Pollen 17, 72, 110
Poser, H. 109
Postglazial 109, 115, 117, 118
Preußner, H. 109
Pseudokrater 48, 58, 65, 74, 116, 118
Quartär 8, 21 f., 73, 115, 117, 118

Raudhólar (Reykj.) 65
Raudsdalur 14, 15
Reck, H. 42, 52, 54, 109, 111
Reydarfjord 13
Reykholt 98
Reykjahlid 59 f., 61, 99
Reykjanes 8, 116
Reykjavík 4 (Klimadiagr.), 5, 12, 23, 28, 32, 34, 36, 42, 50, 56, 57, 70, 73, 74, 75, 78, 88 f., 91, 98, 101, 103, 108, 109
Rhyolith 8, 45 f., 60, 80, 92, 111, 115, 116, 118

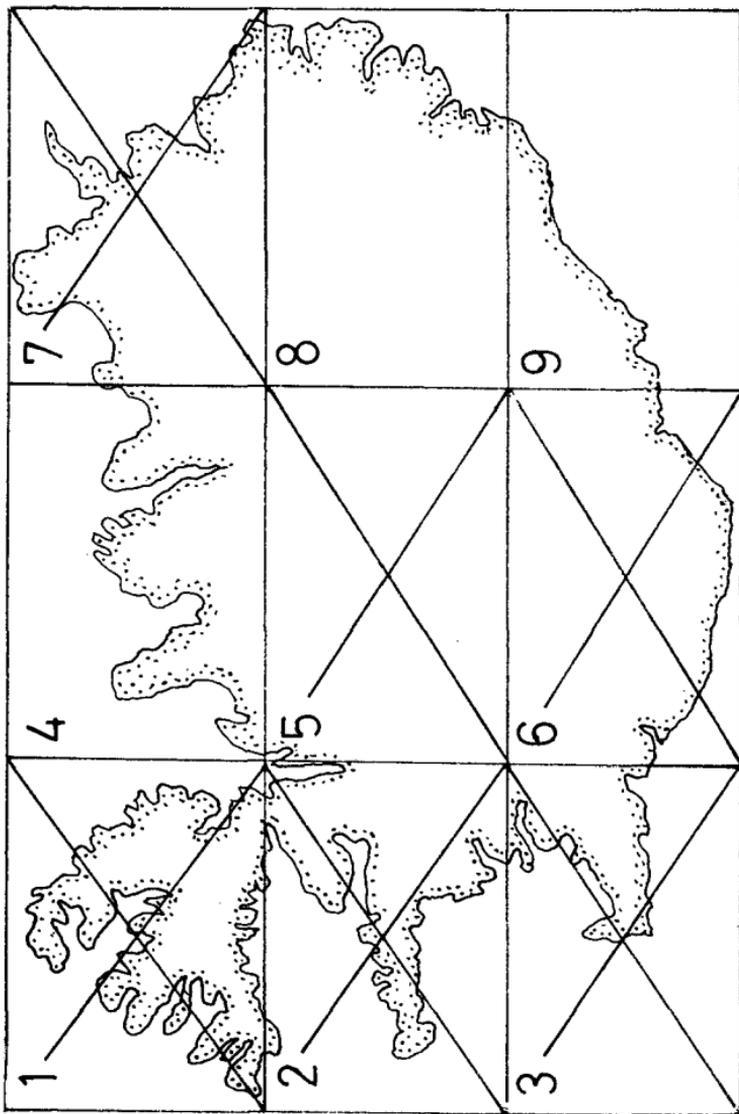
Richter, K. 111
Rist, S. 112
Ritter, B. 114
Rittmann, A. 66, 111
 Rundhöcker 69, 118
Rutten, M. G. 54, 55, 62
Saemundsson, K. 6, 7, 27 f., 45, 51, 59, 109, 110, 112, 113, 116
Salmi, M. 110
 Sander, sandur 4, 36, 50, 74 ff., 87, 118
 Sandsteingänge 22
Sapper, K. 42, 46, 48, 111, 112
Sartorius von Waltershausen, W. 60, 85, 91, 96, 112
 Sassafras 18
 saure Lava 118
Schaefer, C. 94
Schäfer, K. 113
 Schildvulkan 55, 101 f., 116, 119
 Schreitgletscher 75, 78, 80, 82, 112
 Schulterkrater 23, 27, 75
Schultz, G. 110
Schunke, E. 109
Schutzbach, W. 109
Schwabe, H. G. 110
 Sedimentlagen, -schichten 7, 8, 14, 20, 36, 59, 72, 81, 87
 Seil-Lava 62, 117
 Sellandafjall 62
Sigurdsson, H. 15
Sigurdsson, St. 110
Sigurgeirsson, E. 57
Sigurgeirsson, V. 24
Sigvaldason, G. E. 56, 112, 113
Simonarson, L. A. 112
 Skaftá, Skaftá-Lava 37 f., 40, 48
 Skaftafell 78, 80
 Skaftáreldahraun 38
 Skálfandi 20
 Skammidalur 110
 Skjaldbreidur 101 f., 119
 Skeidarárjökull 78, 80
 Skeidarár-Sander 7, 74 ff., 78, 81
 Skógafoss 36, 83
 Skógasandur 74 f.
 Skútustadir 65
 Snaefellsjökull 70, 71, 111, 116
 Snaefellsnes 8, 9, 70 ff.
 Snorraug 98
Snorri Sturluson 98
 Solfatare 56, 60 f., 67 f., 76, 98 f., 119
 Sólheima-Gletscher 37, 69, 75, 112
 Sólheima-Sander 37, 74
 Spalte 27, 40, 101 ff., 108, 119
 Spalteneruption 32, 57, 66 ff., 119
 Spaltenzone 40, 46, 68, 84 f.
Spethmann, H. 54
Spickernagel, H. 114

Steenstrup, J. 17
Stefánsson, St. 109
 Steinasandur 74
Steingrímsson, J. 41 f.
Steininger, J. 119
 Steinring 10, 11, 109
Stingl, H. 109
 Stöd 72 f., 81
 Stöng, Umschlag-Seite 2
 Stóragjá 60
Straka, H. 110
Strauch, F. 21 f., 108, 109
 Stricklava 56, 62, 117
 Strokkur 92, 95, 98
 Sturluson, S. 98
 Stykkishólmur 12, 20, 71
 Subduktion 105, 113
 subglaziale Schichten 81
 subglaziale Seen 76
 subglazialer Vulkan 40, 46, 62, 86, 115
 submariner Vulkan 116
 Surtarbrand 12, 17, 115, 119
 Surtarbrandsgil 16 f., 20
 Surtsey 30 ff., 110, 116
 Surtur 31
 Svartifoss 30
 Sveinagjá 116
Sveinsson, A. 41
 Sveinstindur 38, 42
 Svinafell 73, 81
 Tafelberg 52, 62 f., 86, 119
 Teigar 13
 Tephra, Tephrochronologie 26, 49, 119
 Tertiär 8, 12, 17 ff., 22, 106 f., 110, 115, 119
Tessensohn, F. 107, 109
Thienemann, F. A. 113
 Thingvallavatn 101, 113
 Thingvellir 9, 101 ff., 105 f.
 Thjórsá 28 f., 88 f.
 Thjórsá-Lava 116
 Tholeiit 8, 119
Thome, N. 80, 112
Thórarinnsson, S. 6, 24 ff., 35, 39, 40, 49, 54, 55, 56, 59, 60, 63, 65, 66, 79, 80, 81, 88, 93, 109, 110, 111, 112, 116, 119
 Thórisjökull 103
Thorkelsson, Th. 94, 113
Thoroddsen, Th. 46, 48, 49, 65, 68, 77, 109, 111, 113, 114
 Threngslaborgir 66, 67, 116, 118
 Thufur 10
 Tillit 81, 115, 119
 Tindafjallajökull 28
 Tjörnes 8, 20 ff., 26, 109, 110, 115
 Tjörnes-Fossilien 22, 108
Todtmann, E. M. 112
Tómasson, J. 99

Torf 21, 26, 115
 Torfajökull 99
Torge, W. 114
 transform fault 107, 114
 Trölladyngja 55, 116
Troll, C. 10, 109
Tryggvason, T. 6, 56
 Tuff 8, 14, 32, 41, 64, 86, 92, 119
 Tuffring 63, 119
Vaccinium uliginosum (Moosbeere) 10
 Valagjá 44
 Varmárdalur 39 f.
 Vatnajökull 9, 28, 40, 46, 55, 75 f., 78 ff., 86, 105, 111 f.
 Vatnsfjörður 15 f.
Verne, J. 71
 Verwerfung 103, 119
 Vestmannaegar 30 ff.
 Vesturhorn 82
 Vík 37, 52, 74, 77, 83
 Vikrahraun 57
 Vindbelgjarfjell 58, 62 ff.
 Viti (Askja) 55 f., 67
 Viti (Krafla) 60, 67, 99 f., 111, 116
 Vulkane, junge 4, 8, 9, 12, 13, 22, 23 ff., 30, 63, 98 f., 106, 111, 115
 Vulkanruine 34, 37
 Wasserfälle 9, 16, 27, 38, 48, 80, 83 ff., 98, 109, 112
Wegener, A. 9, 104 f., 108, 113
Wensink, H. 110
Werner, A. G. 14
 Westmänner-Insel 9, 30 ff., 36
Weyer, H. 109, 112
Winkler, G. G. 14, 97, 110
Woldstedt, P. 112
 Wüste 26, 50 ff., 74 ff., 80
 Xenolith 110
 Zelkova 18
 Zentralisl. Graben 8, 119
 Zentralvulkan 8, 9, 111, 115, 119
 Zeolith 13, 119

Abbildungsnachweis:

Der Druckstock für Abb. 3 wurde uns freundlicherweise von der Zeitschrift „Eiszeitalter und Gegenwart“ (Bd. 14, 1963, Abb. 1, S. 86) überlassen. Soweit bei den Abbildungen nichts anderes angegeben ist, stammen sie vom Verfasser.



Karte 1:250.000 Geol.Blätter 