

PROBLÈMES DE L'HISTOIRE GÉOMORPHOLOGIQUE DE LA VALLÉE ARGOVIENNE DE LA REUSS

Au moyen de l'exemple de la vallée argovienne de la Reuss, limitée au sud par la mollasse subalpine et au nord par le Jura plissé, on nous présente l'histoire d'une vallée typique du Plateau, occupée autrefois par les glaciers.

I. L'histoire de nos vallées commence au pliocène, lorsque, dans le bassin mollassique, la sédimentation fut interrompue par l'érosion. Du début du pléistocène jusqu'à maintenant, il y eut, à cinq reprises, une alternance de phases d'érosion et d'accumulation; cette alternance est due à des causes en partie tectoniques, en partie climatiques. La fig. 1 représente schématiquement en fonction du temps les différents creusements et dépôts de gravier, et par une courbe, les changements tectoniques et climatiques qui en furent la cause.

II. J. KNAUER considérait que les moraines de Bremgarten et de Zurich (Geogr. Helv.) dataient du début de la glaciation de Würm et que le glacier wurmien avait passé sur elles. Mais les formes superficielles de ces collines morainiques sont encore partiellement en bon état de conservation (fig. 2) et démentissent cette assertion. On n'a jamais retrouvé de traces de moraines plus jeunes dans les graviers fluvio-glaciaires qui se trouvent directement en aval des moraines frontales de Bremgarten, et les irrégularités de sédimentation de ces graviers ne sont pas une preuve convaincante que le glacier ait passé une fois sur eux. Nous considérons donc, comme jadis, les collines morainiques de Bremgarten et de Zurich comme un stade de recul du glacier à la fin de la glaciation wurmienne.

III. Les formes de surface actuelles sont en majorité très jeunes, c. à d. postérieures à la glaciation wurmienne, et holocènes. Sur la carte morphologique Rohrdorf-Bremgarten au 1 : 50 000, elles sont divisées en formes glaciaires (vert), formes de dénudation et d'érosion (rouge) et formées d'accumulation (bleu). Cette carte montre clairement que, dans cette région, les pentes de la vallée de la Limmat sont surtout des formes d'érosion et que les formes glaciaires manquent, tandis que, dans la vallée de la Reuss, au contraire, il y a prédominance de collines morainiques de la glaciation wurmienne morphologiquement bien conservées.

HEISSE QUELLEN ALS GESTALTUNGSFAKTOREN DER ISLÄNDISCHEN KULTURLANDSCHAFT

FRITZ BACHMANN

Island bildet den nordwestlichen Angelpunkt des europäischen Raumes. Es ist, nach Großbritannien, die zweitgrößte Insel unseres Kontinents und umfaßt zweieinhalbmal die Fläche der Schweiz (105 000 km²). Von der schottischen Küste liegt Island gegen 1000 km entfernt, vom benachbarten Grönland aber ist es nur noch durch die 300 km breite Dänemarkstraße getrennt.

Was Island hingegen eng an die europäische Landmasse bindet, ist eine ältere Ergußmasse, die von Schottland her als submarine Schwelle gegen Grönland hinüber zieht und die Grenze zwischen dem Atlantischen Ozean und dem Nördlichen Eismeer bildet. Durch Einbruch, Abrasion und Meeresstransgression ist diese einstige Landverbindung zwischen alter und neuer Welt im mittleren Miozän mehr und mehr verschwunden. Einzig Island blieb dabei als größere, isolierte Landmasse bestehen. Eine nie wesentlich unterbrochene Folge von heftigen vulkanischen Eruptionen, die bis in die jüngste Gegenwart fort dauert, charakterisiert seine geologische Geschichte. Auf dem Sockel aus dunklen atlantischen Basalten ruhen die jüngeren Ergußgesteine, unzählige Lavadecken bildend, zwischen die stellenweise fluvial und glazial akkumulierte Schichten eingelagert sind. Da Island erst im Jahre 874 n. Chr. von Norwegen aus besiedelt worden ist, erstreckt sich die exakte Beobachtung und Registrierung der Vulkanausbrüche nur über eine verhältnismäßig kurze Zeit. Der Vulkan *Hekla* im südlichen Island, von dem in historischer Zeit 25 Ausbrüche bekannt sind, war 1947 zuletzt in Aktion. Über ein Jahr dauerte damals die Eruption. Die Auswurfsmaterialien erhöhten den 1500 m hohen Kegel um gut 50 m. Augenblicklich aber ruht die effusive Tätigkeit auf der ganzen Insel. Aber die vulkanischen Kräfte wirken im Untergrund latent weiter und äußern sich am eindrucklichsten in der großen Zahl von heißen Quellen, welche das bezeichnendste Merkmal der isländischen Vulkanwelt bilden.

Die nördlichste Landspitze Islands berührt gerade den Polarkreis. Die Hauptmasse der Insel gehört somit der subpolaren Zone an, ist aber infolge ihrer westlichen Lage dem unmittelbaren Einfluß des Golfstromes bereits entrückt. Allerdings umspült noch ein Ausläufer der warmen Strömung im Uhrzeigersinn seine Küste und beeinflusst in beschränktem Maße das Klima. So weist Reykjavik an der Südwestküste ein Januarmittel von -1° C und ein Julimittel von 10° C auf.

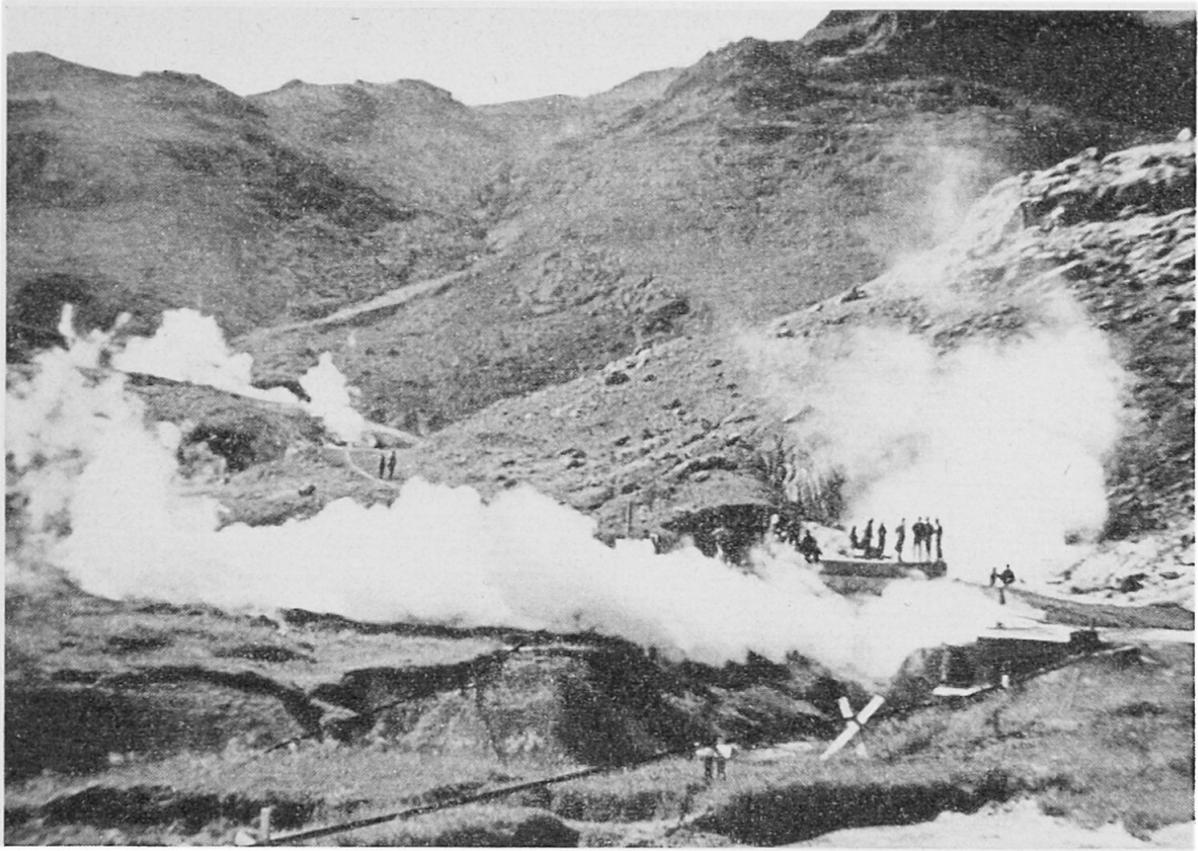


Abb. 1 Bei den Dampfquellen von Krisuvik: Unter kräftigem Druck entströmen dem Erdboden ununterbrochen mächtige Dampfwolken, teilweise bereits gefaßt.

Trotz des ozeanischen Einflusses liegt aber das Jahresmittel, für die gesamte Insel mit $0,6^{\circ}\text{C}$ angegeben, verhältnismäßig niedrig, was sich auf die landwirtschaftliche Produktion sehr hemmend auswirkt. Südwärts verfrachtetes Treibeis blockiert bisweilen die Fjorde der nördlichen Küste und drückt die Sommertemperaturen vorübergehend erheblich herunter. Allerdings ist dieses Phänomen seit 35 Jahren nicht mehr beobachtet worden. Das Charakteristikum des isländischen Klimas aber ist der Niederschlagsreichtum, wobei die Gletscherflächen, die etwa den sechsten Teil der Insel bedecken, als Kondensatoren auf die Luftfeuchtigkeit einwirken. Der mehr oder weniger eisfreie Norden hat geringere Niederschläge, während im Südländ die jährliche Regenmenge stellenweise 200 cm übersteigt. Im Norden zählt man durchschnittlich 143, im Süden hingegen 225 Niederschlagstage im Jahr.

Obwohl die Niederschlagsmengen für alle Teile des Landes reichlich sind, begegnet man vielfach ausgedehnten, wüstenhaft trockenen Landstrichen. Das ist nur so zu verstehen, daß das Regenwasser in der zerklüfteten Lava und im porösen Tuff sehr rasch versinkt und erst in Vertiefungen wieder zutage tritt. Der Boden ist also durchwegs wasserdurchlässig, in besonderem Maße in den Tuffarealen, an die der rezente Vulkanismus gebunden ist.

Damit sind die wichtigsten Voraussetzungen für die Existenz der heißen Quellen gegeben:

1. Die *latente vulkanische Aktivität* liefert die Wärmeenergie und wirkt als Triebmotor.
2. Der *ausgiebige Niederschlag* sorgt für konstante Wasserzufuhr.
3. Der *poröse Boden* ermöglicht, daß das Sickerwasser mit den magmatischen Dämpfen, die den Untergrund schon in geringer Tiefe durchdringen, in Beziehung treten kann.

Die heißen Quellen Islands sind also durchwegs vulkanischer Natur. Das Sickerwasser kommt in Kontakt mit den Gasen, welche den unterirdischen magmatischen Massen entweichen. Diese Dämpfe, welche das Wasser bis zum Siedepunkt erhitzen, haben das innige Bestreben, sich zu lösen, während das heiße Wasser selbst nun intensiv mit den Gesteinen seiner Umgebung reagiert und Mineralien aufnimmt. Das

Wasser der heißen Quellen ist daher nirgends chemisch neutral. Primäre vulkanische Gase enthalten im wesentlichen H_2 , H_2S und CO_2 . Das Wasser, das sie löst, reagiert infolgedessen sauer. Sein pH-Wert schwankt von 4 bis unter 2,5. In der Regel treten solche Quellen im Verein mit Sulfataren und Schlammvulkanen auf. Die Zone des rezenten Vulkanismus erstreckt sich als breites Band quer durch die ganze Insel, von der Halbinsel Reykjanes in Südwesten bis zum Gebiet östlich des Myvatn im Norden. Die bedeutendsten Quellareale sind Krisuvik, Kerlingarfjöll und Námafjöll. Mit wachsender Entfernung von der aktiven Zone oder in ältern vulkanischen Regionen mit ersterbender Intensität verschwinden die eigentlichen vulkanischen Gase. Dafür haucht das infolge der Kristallisationswärme erneut auf siedende Magma sekundäre Gase aus, die nun aber hauptsächlich durch ihren Gehalt an N_2 und unter Umständen auch O_2 charakterisiert sind. Das Wasser, das sie löst, reagiert alkalisch. Der festgestellte pH-Wert beträgt in der Regel 9¹.

Diese alkalische Quellen sind besser untersucht als die sauren, die sich oft der direkten Beobachtung entziehen, weil das Wasser gern in Form von hochgespannten Dämpfen zutage tritt. Meist treten die Quellen nicht einzeln auf, sondern konzentrieren sich auf mehr oder weniger ausgedehnte Quellenfelder. *Die folgende Tabelle² vermittelt eine Übersicht über heiße Quellen alkalischer Reaktion.*

	SW-Region	W-Region	W-Fjorde	N-Basalt-Reg.	N-Tuff-Reg.	Total
Quellareale	65	62	66	70	28	291
Anzahl der Quellen	215	118	249	184	88	854
20—50 °C l/sec	73	31	197	49	29	379
Durchschnittstemperatur	27	40	34	41	33	34
Wärmeabgabe in kcal bei Abkühlung auf 20 °C	510	610	2760	1020	380	5280
50—100 °C l/sec	575	473	147	99	95	1389
Durchschnittstemperatur	87	95	66	63	94	86
Wärmeabgabe in kcal bei Abkühlung auf 20 °C	38230	35340	6790	4260	6970	91590

Die ergiebigste Quelle sprudelt in Deildartunga im Borgarfjord auf der Westseite und fördert 200–250 l/sec bei einer Temperatur von 100°.

Ein imposantes Beispiel für die thermische Aktivität im Bereiche eines rezenten vulkanischen Zentrums sind die Dampfquellen von Krisuvik. Das Quellareal liegt auf der Halbinsel Reykjanes («Rauchhalbinsel»), welche den südlichen Abschluß der Faxabucht bildet, deren Hintergrund von der isländischen Hauptstadt Reykjavik («Rauchbucht») beherrscht wird, und auf deren Küste sich mehr als die Hälfte der gesamten Inselbevölkerung konzentriert. Nach einstündiger Fahrt erreicht man den Taleinschnitt, aus dessen Grund weithin sichtbar mächtige weiße Dampf Wolken emporquellen. Der Boden ist spürbar warm und stellenweise aller Pflanzen entblößt. Giftige Schwefeldämpfe entströmen den Quellspalten. Kochendes Wasser brodelte zwischen Steinen empor, die von Schwefelsublimationen gelb überkrustet sind. Die Überläufe schlängeln sich als dampfende Rinnsale dem Talgrund zu und vereinigen sich schließlich zu einem größern Abfluß. Schlammvulkane bilden kreisrunde, trichterförmige Einsenkungen, in deren Tiefe eine graublau gefärbte, zähflüssige Masse kocht. Ununterbrochen steigen größere und kleinere Dampfblasen auf und zerplatzen an der Oberfläche.

Was aber am mächtigsten beeindruckt, sind die Dampfquellen. Da in gleichmäßigem Strahl, dort stoßweise pustend wie aus dem Schlot einer Dampflokomotive, entweichen die Erddämpfe unter starkem Druck zahlreichen Bodenspalten und Austritts-

¹ Vgl. T. W. BARTH: Vulkanologie und Geochemie der Geysire und heißen Quellen Islands. Verhandlungen der Schweiz. Naturf. Gesellsch. 1952.

² Nach Iceland 1946. A Handbook published on the sixtieth anniversary of the National Bank of Iceland. Edit. by T. Thorsteinasson. Reykjavik 1946.

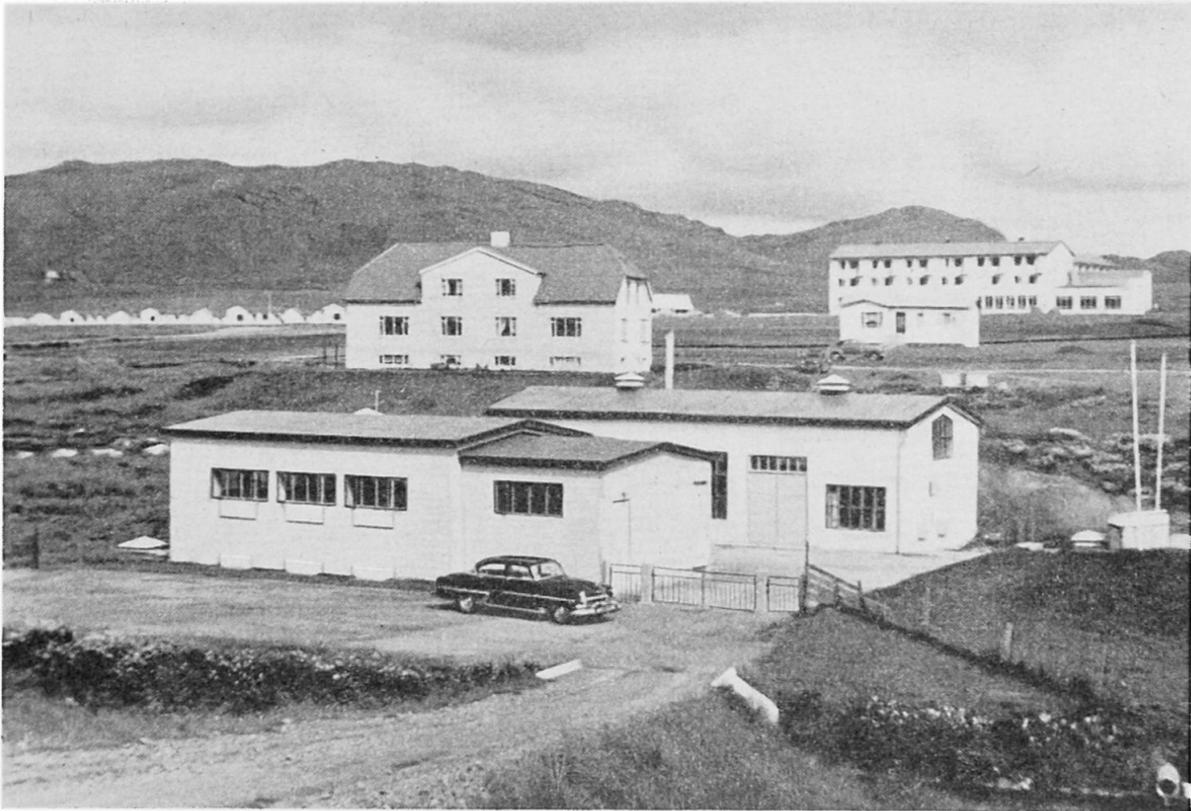


Abb. 2 Hauptpumpstation Reykir der Heißwasserversorgung von Reykjavik. Von hier aus wird das gesammelte Heißwasser durch die Überlandleitung nach der Stadt befördert.

öffnungen. Man schätzt die Menge des austretenden Dampfes bei 100°C auf 10 Tonnen pro Stunde. Diese an und für sich beträchtliche Menge wird aber in andern Primärregionen um ein Vielfaches überboten. Das Energievolumen der im Gebiete des Torfajökulls frei werdenden Dämpfe dürfte 100 000 kcal pro Sekunde erreichen, was einer Menge von 150 kg Heißdampf pro Sekunde entspricht. Ja, beim Grimsvötn, dem Krater im Zentrum des Vatnajökulls, Islands ausgedehntester Eismasse (8000 km^2), rechnet man mit einer ständigen subglazialen Exhalation von heißen Dämpfen bei einer Energiekapazität in der Größenordnung von 10^5 bis 10^6 kcal/sec. Diese Dampfquellen stellen also für die Wirtschaft des Landes ein beträchtliches Energiereservoir dar. So ist es ohne weiteres verständlich, daß der Mensch in Krisuvik, dieser leicht erreichbaren Quellstätte, die nicht in allzugroßer Entfernung vom besiedelten Gebiete liegt, ins Gefüge der Naturlandschaft einzugreifen beginnt. Verschiedene Austrittsstellen sind bereits eingemauert, und der gefaßte Heißdampf entweicht durch Stahlrohre, vorläufig zwar noch frei und ungenutzt in die Luft hinaus. Für die effektive Ausnützung bestehen zwei verschiedenartige Projekte. Einerseits denkt man daran, die 12 km entfernte Stadt Hafnarfjörður, eine Fischersiedlung von 5000 Einwohnern, mit einer Fernheizungsanlage zu versehen, wobei der Dampf durch eine Rohrleitung weggeführt werden müßte. Andererseits aber besteht die Möglichkeit, unmittelbar über den Quellen Dampfturbinenaggregate zur Erzeugung elektrischer Kraft zu installieren, nachdem eine andernorts in Betrieb genommene Versuchsanlage günstige Ergebnisse zeigt.

Das Quellenfeld von Geysir ist eine der attraktivsten Naturerscheinungen Islands. 70 km östlich von Reykjavik, in der Talmulde des Haukadalurs, entspringen auf engem Raume über 100 Quellen in mannigfacher Ausbildung. Einfache Wasseraustritte bilden flache, ruhige Tümpel, deren Oberfläche von feinen Dampfschleiern überlagert ist. Andere Quellen füllen tiefe Becken, an deren Rand andauernd Dampf-

blasen aufsteigen. Das Wasser ist durchwegs kristallklar und weist bei tiefen Becken eine wundervolle blaugrüne Färbung auf. Zwischen den Wasserflächen dehnt sich ein saftig grüner Pflanzenteppich, und von Dampf Wolken eingehüllt, rauft das weidende Rindvieh friedlich Grasbüschel um Grasbüschel ab. Das Wasser enthält gelöste Kieselsäure in großen Mengen, die an der Erdoberfläche ausgeschieden wird. Der Boden ist darum von einer dicken Kieselschicht überkrustet, die stellenweise hohl widerhallt, was darauf hindeutet, daß der Untergrund von einem Labyrinth von Höhlungen und Kanälen durchsetzt ist. Diese Sinterung von Kieselsäure ermöglicht die Entstehung der Springquellen, die für dieses Quellenfeld charakteristisch sind. Vom unterirdischen Wasserreservoir steigt das Wasser durch einen Schacht ans Tageslicht empor, dessen trichterförmig erweiterte obere Öffnung von einem Sinterwall umgeben ist, der sich nach außen in Form eines Kegels oder einer Kugelkalotte mit flacher Böschung abdacht. Bei einem kleinen Springquell, der Strokkur («Butterfaß»), sprudelt das Wasser ununterbrochen aus der Schachtoffnung empor und fließt nach allen Seiten ab, den Sinterkegel stets erhöhend. Alle paar Sekunden erfolgt ein stärkeres Aufwallen, wobei das Wasser 50–60 cm hoch empor geworfen wird. Wahrscheinlich stellt die Strokkur einen Geysir in statu nascendi dar, eine Vorstufe zum Typ des Großen Geysirs, der das Quellenfeld beherrscht. Sein Name gilt als genereller Terminus für alle periodisch tätigen Springquellen. Die Sinterkuppe ist gegen 10 m hoch, das kreisrunde zentrale Wasserbassin hat einen Durchmesser von 18 m. Es ist aufgefüllt mit klarem, leicht dampfendem Wasser von 80° C. Deutlich ist auf dem Grunde der 2,5 m im Durchmesser betragende Schacht sichtbar, der in die Tiefe führt. Die Eruption des Geysirs ist ein erhabenes Schauspiel. Sie wird angekündigt durch ein unterirdisches Donnern und ein spürbares Erzittern der Erde. Das Geysirbecken überbortet kräftig. Dann steigt ein schlanker Wasserstrahl an die 50 m hoch senkrecht empor, eingehüllt von kräftig aufsteigenden Dampf Wolken. Was an Wasser nicht zerstäubt, fällt in den Schacht zurück und wird erneut hochgetrieben, bis der Dampfdruck im Innern der Röhre seine Stoßkraft eingebüßt hat. Wenn die dichten Dampfschwaden den Blick aufs Geysirbecken wieder freigeben, ist dieses leer. Aus dem Schacht jedoch zucken noch während 15 bis 20 Minuten in immer größeren Zeitabständen kleine Spritzer einige Meter hoch. Dann füllt sich das Becken von unten her langsam wieder auf. Im Jahre 1916 hatte der Große Geysir infolge tektonischer Verstellungen des Untergrundes unvermittelt seine Aktivität eingestellt, begann aber im Sommer 1935 ebenso unvermittelt plötzlich wieder zu springen, allerdings ohne feststellbare Periodizität. Hingegen läßt sich durch Auflösen von Schmierseife im Geysirbecken ein Ausbruch provozieren, was angewendet zu werden pflegt, wenn das staatliche Reisebüro zweimal wöchentlich Carrundfahrten zum Geysir organisiert.

Das Quellenfeld von Geysir wird, seiner Originalität wegen, nicht für eine wirtschaftliche Ausnützung in Frage kommen. Hingegen ist es eine der wichtigsten Sehenswürdigkeiten Islands und daher für den Fremdenverkehr von eminenter Bedeutung. In diesem Zusammenhang erfolgte auch im Quellenfeld von Geysir eine Beeinflussung der Naturlandschaft. Am südlichen Rand steht ein moderner Hoteltrakt mit 20 Fremdenbetten und einem leistungsfähigen Restaurant. Eine verhältnismäßig gut ausgebaute Autostraße ermöglicht eine gute Verbindung mit Reykjavik. Geräumige Parkplätze bilden den Endpunkt der Straße.

Die heißen Quellen von Landmannalaugar, der Ort, wo einst die Bewohner des Distrikts «Land» ihre Badestätte hatten, sprudeln 40 km vom nächstgelegenen, bereits weit gegen das Innere vorgeschobenen Hof im völlig unbesiedelten Hochplateau. Man erreicht das Quellenfeld in einer mehrstündigen beschwerlichen Autofahrt durch öde Lava- und Aschewüsten, durch Landstriche, die mit ihren ausgebrannten Kratern vom Monde herunter geholt zu sein scheinen. Mehrere Flüsse müssen in Furten durchquert werden. Eine Straße existiert nicht mehr. Der Wagen folgt den Spuren

seiner Vorgänger, bis ein tieferer Wasserlauf die Weiterfahrt verunmöglicht, und man letzten Endes das Ziel zu Fuß erreichen muß.

Die Situation des Quellenfeldes ist folgende: Zu beiden Seiten eines überschotterten, breit angelegten Tallaufes, erheben sich erloschene Vulkane. Ihre Flanken sind bis zu einer gewissen Höhe glazial überarbeitet. Von einem Hang reicht ein postglazialer Lavastrom bis zur Talsohle hinunter, an deren Rand er zum Stehen gekommen ist. In seinem Vorfelde, zwischen Lavafront und Flußlauf, entspringen die warmen Quellen in großer Zahl. Ihr Wasser hat die Temperatur von 100° C beim Austritt, kühlt sich dann aber sehr rasch unter lautloser Dampfbildung ab. Die Quellbecken entwässern sich alle gegen den Talfluß hin. Im Gegenlicht kennzeichnen feine Dampfschleier die kurzen Läufe der Rinnsale. Wiederum ist das Wasser kristallklar. Der Grund der Becken und Bäche ist intensiv rot gefärbt, und von Zeit zu Zeit sieht man aus Erdlöchern Dampfblasen aufsteigen.

Diese Quellen kommen trotz beträchtlicher Ergiebigkeit für eine wirtschaftliche Ausnützung auch nicht in Frage, weil sie zu weit von den menschlichen Wohnstätten entfernt liegen. Doch hat die isländische Touristengesellschaft unter großen Aufwendungen eine bescheidene Unterkunftshütte erstellen lassen, die jedem Touristen unentgeltlich zur Verfügung steht.

Islands heiße Quellen repräsentieren einen Energievorrat, der für die Entwicklung des Landes, das über keinerlei abbauwürdige Bodenschätze verfügt, von eminenter Bedeutung ist. In dem Maße, wie Island sich wirtschaftlich und technisch entwickelt, sieht es sich veranlaßt, mehr und mehr auf den Reichtum seines Bodens zurückzugreifen. Spezifische Projekte und deren Verwirklichung sind die Folgen, wenn auch bisher nur die unmittelbare Ausnützung der heißen Quellen für Heizzwecke realisiert werden konnte. Islands größte technische Leistung ist die Anlage zur Heißwasserversorgung der Stadt Reykjavik³. Aus zwei Quellenfeldern, nämlich Reykir, 15 km östlich der Hauptstadt gelegen, und Reykjahlid, etwas nördlich von Reykir, strömen aus einer Förderung von 400 Sekundenlitern deren 360 in der Zisterne des Hauptpumpwerkes Reykir zusammen. Der natürliche Ertrag der Quellen ist durch Bohrungen mehrfach gesteigert worden. Reykir zählt 46 Bohrungen und gilt als erschlossen, Reykjahlid bisher 20 Bohrungen, deren Zahl aber noch vermehrt wird. Die Tiefe der Bohrlöcher schwankt zwischen 135 m und 721 m. Die Exploration wird erleichtert, weil der Boden von einem Spaltensystem durchsetzt ist, das von Nordosten nach Südwesten streicht. Die Standorte der heißen Quellen sind sehr stark an diese Struktur gebunden, und darum erweisen sich sozusagen alle Bohrungen als fündig. Ein weiteres Vorteil ist, daß unter einer dünnen Schicht von Verwitterungsmaterial bereits einsturz sichere Basalte anstehen, weshalb auf die Auskleidung der Bohrlöcher weitgehend verzichtet werden kann.

Das Herz der gesamten Anlage ist die Hauptpumpstation Reykir, ausgestattet mit 3 Pumpeinheiten zu je 300 PS. Jede Pumpeinheit leistet 150 Sekundenliter und drückt das Wasser mit bis 14 Atm., ihm dadurch kräftige Beschleunigung erteilend, in die Überlandleitung. Diese 15,3 km lange Transportstrecke besteht aus zwei Rohren von je 350 mm Durchmesser, welche in einen Betonkanal eingebettet sind. Sie schmiegt sich oberflächlich allen Bewegungen des Geländes an und quert 4 kleine Wasserläufe in Überführungen. Eine besondere Bedeutung kommt der Isolation gegen Wärmeverlust zu. Nach vielen Versuchen hat sich ein Spezialtorf am besten bewährt, der in doppelter Schicht um die Rohre gewickelt wird. Ein weiteres Problem stellen die erheblichen Temperaturschwankungen und die damit verbundene mechanische Beanspruchung des Leitungssystems. Beim Einlassen des heißen Wassers, das eine Mischtemperatur von 87° C aufweist, dehnen sich die Rohre um rund 1 mm pro m. Darum muß die ganze Leitungsanlage beweglich sein. Dies wird erreicht, indem die Rohre

³ Vgl. Warme Quellen heizen eine Stadt. Neue Zürcher Zeitung, 1955, Nr. 2938 (2. 11).



Abb. 3: Die Heißwasserleitung quert als moderner Aquaedukt einen Fluß. Täglich fließen rund 30 000 m³ Heißwasser durch den Leitungsquerschnitt.

nur in großen Abständen von 100 bis 200 Meter auf der Unterlage fixiert sind, während sie sonst durch seitliche Träger in der Luft gehalten werden.

Die Überlandleitung endigt schließlich auf dem höchsten Punkt im überbauten Stadtgebiet, dem 61 m hohen Oeskjuhlið. Die Kuppe dieses Hügels ist von sieben mächtigen Heißwassertanks gekrönt, die je ca. 1000 m³ zu fassen vermögen. Diese Behälter üben dieselbe Funktion aus wie die Gasometer im Gaswerk. In der Nacht, wenn der Verbrauch an Heißwasser gering ist, füllen sie sich auf, um dann am Tag ihren Inhalt langsam abzugeben. Zugleich regulieren sie aber auch den Druck für das Stadtnetz. Infolge der Höhenlage der Heißwasserspeicher genügt zur Beförderung des Wassers bei Normalbedarf das eigene Gefälle. Nur für Spitzenbedarf, vor allem im Winter, muß das wenige Meter unterhalb des Hügels liegende Hilfspumpwerk zusätzliche Kraft liefern. Es wird automatisch eingesetzt, wenn der Druck im Stadtnetz auf einem kritischen Punkt unter ein bestimmtes Minimum absinkt.

Das in den Straßen verlegte Leitungsnetz ist ungefähr 40 km lang. Der Hauptzweck der Anlage ist die Beheizung der Stadt. Momentan sind etwas mehr als $\frac{3}{4}$ aller Gebäulichkeiten mit Heißwasser versorgt. Für die ganze Stadt reicht die Ausbeutung der Quellen vorläufig noch nicht. Darum werden die Bohrungen in Reykjahlid kräftig forciert, denn Ziel ist eine völlig rauchfreie Stadt. Auch die Hausfrauen schätzen das Reykjaviker Heißwasser sehr. Zum Kochen kann es allerdings nicht ohne weiteres verwendet werden. Schädlich ist es zwar nicht, denn ein Chemiker erstellt täglich die genaue Analyse. Allein, die darin enthaltenen Schwefelverbindungen beeinträchtigen seinen Geschmack. Andererseits zeichnet es sich aber gerade darum durch eine besondere Weichheit aus, die sich beim Waschen vorteilhaft auswirkt.

Diese Anlage zur Heißwasserversorgung einer ganzen Stadt wirkt als kräftiger Gestaltungsfaktor, welcher der Stadtlandschaft Reykjavik charakteristische Züge auf-

prägt. Die Heißwasserbehälter auf dem Oeskjuhlid beherrschen als weithin sichtbares Wahrzeichen das Stadtbild. Die Überlandleitung verwandelt die öde Naturlandschaft, die sie quert. Aus den Quellenfeldern steigen keine Dämpfe mehr auf, dafür kennzeichnen kleine Betonbunker mit Steigrohren die ehemaligen Austrittsstellen und Bohrlöcher. An Stelle der dampfenden Rinnsale, die sich gegen das Meer hin ergossen, durchziehen Rohrleitungen das Feld. Kleine Siedlungen sind in der Nachbarschaft der Bohrfelder entstanden, wo früher kaum ein Bauernhof stand. Zunächst sind es die Wohnhäuser der Belegschaft. Es ist aber festgelegt, daß 10 % des geförderten Wassers den Bewohnern der nächsten Umgebung zur Verfügung stehen müssen. Das ist der Grund, daß aus den alten Bauernbetrieben, die als Hauptwirtschaftsrichtung die Schafzucht kannten, neue gemischte bäurisch-gärtnerische Betriebe hervorgegangen sind, zu denen sich noch neue Gärtnereien gesellten. So wird das Gewächshaus als neues Element in die isländische Kulturlandschaft eingefügt.

Die Voraussetzungen für die Landwirtschaft sind sowohl in Bezug auf Klima wie auch auf Bodenverhältnisse denkbar ungünstig. An Getreide kann höchstens etwas Gerste, allenfalls noch etwas Hafer angebaut werden. Wo der Boden tiefgründiger ist, trifft man stellenweise von Steinmüerchen eingefasste Kartoffeläcker. Sonst beschränkt sich die Landwirtschaft auf extensiven Wiesbau mit Viehzucht und Schafzucht. Die Ausnützung der heißen Quellen erlaubt nun aber dem Isländer, unter Glas zu ziehen, was die Natur ihm vorenthält.

Betritt man eines dieser Gewächshäuser, so gelangt man aus der nordischen Kühle in einen tropisch temperierten Raum. Brillengläser und Objektive der Photoapparate beschlagen sich augenblicklich mit feinen Wassertröpfchen. Durch Dach- und Wandverglasung flutet die Lichtfülle des nordischen Sommertages mit der maximalen Sonneneinstrahlung von 24 Stunden Dauer. Den Wänden entlang ziehen sich die Heizungsrohre, in denen frisches Quellwasser mit Austrittstemperatur von 80–100° ständig zirkuliert. In geordneten Reihen gedeihen unter optimalen Bedingungen Gemüse, Früchte und Blumen aller Art. Da werden Topfpflanzen gezogen, ganze Beete sind voll leuchtender Rosen und Nelken, rote Tomaten glänzen aus dem dunklen Grün der Blätter. Ja, sogar Gewächse, die man unter dem Polarkreis am wenigsten suchen würde, entfalten sich im isländischen Treibhaus. So ranken Reben an den Wänden empor, aber am meisten erstaunen die Bananenstauden, deren Fruchtstände prächtig ausreifen.

Die gesamte Treibhausfläche bedeckt heute über 7 ha und wird noch weiter zunehmen. Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Produkte, welche 1951 aus den Treibhäusern und den damit zusammenhängenden Freibeeten, welche durch die Erddämpfe genügend erwärmt werden, auf den Markt geliefert wurden.

(1 isl. Krone entspricht rund ¼ sFr.)

<i>Unter Glas:</i>	Menge 100 kg	Wert 1000 i. Kr.
Tomaten	1600	1360
Gurken	450	585
Bananen	15	30
Trauben	35	52
Blumen	—	3000
<i>Im Freibeet:</i>		
Weißkohl	1600	480
Blumenkohl	600	300
Rotkohl	75	38
Karotten	1860	744
Salat und Spinat	250	50
Andere Gartenprodukte	10	10
Total	6495	6649

Nach Agricultural Production Statistics 1951, Reykjavik.

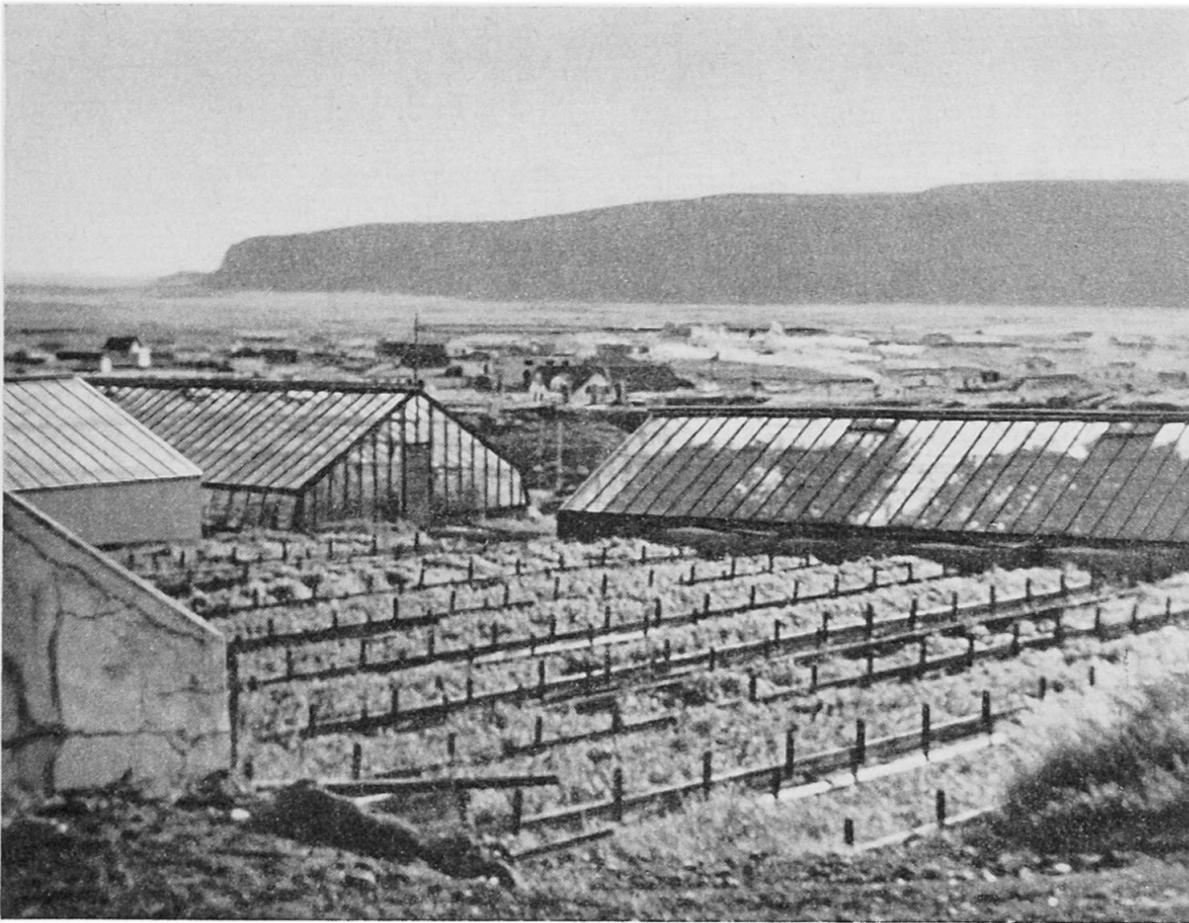


Abb. 4 Hveragerdi, die moderne Siedlung auf der Basis der Treibhauskultur. Im Vordergrund Gewächshaus- und Freibeetanlage, im Mittelgrund links ein Teil der Siedlung, rechts Quellbohrungen.

Wie stark die Entwicklung der isländischen Kulturlandschaft durch die Existenz heißer Quellen beeinflusst wird, zeigt in besonderem Maße die Siedlung Hveragerdi im südwestlichen Teil der Insel. Sämtliche Städte Islands und ebenso alle seiner größern Dörfer sind an die Küste gebunden. Ihre Existenzgrundlage ist die Fischerei oder eine damit zusammenhängende Industrie. Im Innern des Landes trifft man darum durchwegs Einzelhöfe und höchstens kleine Weiler. Hveragerdi ist aber in den letzten 20 Jahren zu einer stattlichen Ortschaft mit einigen hundert Einwohnern herangewachsen. Der Ertrag seiner heißen Quellen ist ebenfalls durch Bohrungen mehrfach gesteigert worden, sodaß kochendes Wasser im Überfluß vorhanden ist. Überall, auf dem Dorfplatz, vor dem Hotel, zu beiden Seiten der Durchgangsstraße und zwischen den Häusern zischen Dampf Wolken empor und geben dem Ort ein unheimliches Aussehen. Rohrleitungen ziehen von den Bohrungen zu den Gewächshäusern, wo die initiativen Bewohner mit gärtnerischem Geschick ihre Tropenpflanzen ziehen und pflegen. Eine großzügig angelegte staatliche Versuchsanstalt arbeitet laufend neue Anbaumethoden aus. Hveragerdi ist jetzt schon ein bedeutendes landwirtschaftliches Zentrum und einer der Hauptexponenten in der Versorgung der Hauptstadt mit Gemüse, Früchten und Blumen. Für die Volkswirtschaft, aber auch für die Volksgesundheit, bedeutet die landeseigene Gewächshauskultur einen wichtigen Aktivposten. Sie ermöglicht fühlbare Einschränkungen der Einfuhren auf dem Gemüsesektor, wodurch die passive Handelsbilanz etwas entlastet werden kann. Sie bringt auch verhältnismäßig billiges Gemüse auf den Markt, was ebenfalls den weniger bemittelten Volksschichten erlauben dürfte, sich frische Ware zu erstehen, wie es heute noch nicht durchwegs der Fall ist.

Mit dem Wasser heißer Quellen werden auch die 80 offenen Schwimmbäder im ganzen Lande gespeisen. Die hohe Temperatur des zugeführten Wassers ermöglicht eine stetige Anpassung der Temperatur im Schwimmbecken an die Außentemperatur. Das Hallenschwimmbad in Reykjavik, das von der Bevölkerung recht häufig benützt wird, wird mit Abwasser der Stadtleitung beliefert, das bereits die Radiatoren durchfließen hat, aber immer noch eine Temperatur von 40° C aufweist.

Die Ausnützung der heißen Quellen ist also heute für Island kein Problem mehr. Die Technik hat Mittel und Wege gefunden und ist unablässig bestrebt, neue zu entdecken. Bereits werden neben Reykjavik einige kleinere Ortschaften mit heißem Quellwasser geheizt. Mancher Bauernhof besitzt eigene Heiz- und Treibhauseinrichtungen, und viele Projekte harren ihrer baldigen Verwirklichung.

Die heißen Quellen Islands sind also nicht nur ein wesentliches Element der Naturlandschaft, sondern treten als spezifischer Gestaltungsfaktor auch in der modernen Kulturlandschaft in Erscheinung.

HOT SPRINGS AS A FACTOR OF THE ICELANDIC CULTURAL LANDSCAPE

Volcanic activity, abundant precipitations and a porous soil explain the thermal activity in Iceland. There are mainly two kinds of hot springs: In recent volcanic regions, water is usually acid, and the springs are to be found in connection with mud-springs, solfataras and fumaroles, e.g. in the area of Krisuvik, near Reykjavik. In the other regions, water is frequently alkaline. The Geysir-area is the most interesting. Hot springs represent a considerable power-reserve. The modern development of Iceland's economy exploits these energies in some regions. Thermal waters are used for the heating of houses, greenhouses and swimming pools. The most important of these projects, already completed, is the «Hot Water Supply of Reykjavik», described in extenso in this article. Hot water springs are, therefore, not only an important element of the natural landscape but are influencing more and more the development of the Icelandic cultural landscape.

NEW ENGLAND

Mit 2 farbigen Abbildungen und 2 Figuren

HANS BOESCH

Verglichen mit Europa zeigt die amerikanische Kulturlandschaft sowohl eine geringere historische Tiefe wie auch eine einfachere Struktur. Die präkolumbische indische Kulturlandschaft ist durch die spätere Entwicklung fast ganz ausgelöscht worden. Vereinzelt stellen da und dort Verkehrswege und Teile innerhalb des bis 1848 spanisch-mexikanischen Westens der Vereinigten Staaten dar. Während der Kolonialperiode (XVI.–XVIII. Jh.) entwickelten sich unabhängig nebeneinander drei verschiedene Kulturlandschaftsreihen – die spanische, französische und englische – in welchen die verschiedenen Grundsätze der Siedlungspolitik ihren charakteristischen landschaftlichen Ausdruck fanden¹. Gegen Ende des XVIII. Jahrhunderts trat dazu die amerikanische Entwicklungsreihe, die auf den «Ordinances» über Landvermessung und Landvergabe beruhend zu Flurformen und Siedlungstypen führte, welche sich in jeder Beziehung von den älteren Typen unterscheiden. Da diese «Ordinances» nur auf die sogenannte «Public Domain» Anwendung fanden, wirkte sich die amerikanische Entwicklung nur westlich der Appalachen in den «Public Land States» aus, wo sie entweder die französische und spanische Entwicklung ablöste und verdrängte, oder – wie im Falle von Californien – ergänzte. Auf diese Weise kamen von den älteren Entwicklungsreihen die französische und spanische im Gebiete der Vereinigten Staaten zum Absterben und wurden durch die amerikanische Entwicklung ersetzt. Die englische koloniale Kulturlandschaft, wie sie am charakteristischsten in

¹ Siehe BOESCH Hans: Amerikanische Landschaft, Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Zürich für das Jahr 1955.