



## Über die Randmoränen Islands.

Von I. Leiviskä, Helsinki.

Wie bekannt, lassen sich bei den Vergletscherungen von Island drei Haupttypen unterscheiden: Inlandeise, Plateaugletscher und alpine Vergletscherungen. Zu den Inlandeisen gehören die drei großen Gletscher Islands, der etwa 8500  $km^2$  umfassende Vatnajökull und die kleineren Hofsjökull und Langjökull; außer denen hat auch der Eyjafjalla-Myrdalsjökull westlich von der S-Spitze Islands Inlandeischarakter. Zu den Plateaugletschern gehört z. B. der Eismantel des nordwestlich vom Langjökull aufragenden Eiríksjökull. Zum alpinen Vergletscherungstyp wieder zählt man die in Nordisland nahe der Stadt Akureyri befindlichen Gletscher, die mehrere getrennte Firne aufweisen, sowie die Scheitel einiger Vulkane, wie den des Hekla, bedeckenden Gletscher.

Auf meinen beiden Islandreisen, die ich in den Jahren 1927 und 1928 unternahm, richtete ich besonders meine Aufmerksamkeit auf die Randmoränen Islands. Auf meiner ersten Islandreise hatte ich Gelegenheit, die Randbildungen an den S-Rändern des Eyjafjalla-Myrdalsjökull und des großen Vatnajökull sowie die Randbildungen des W-Randes von Langjökull zu betrachten. Auf meiner zweiten Reise untersuchte ich die eiszeitlichen Randmoränen in Nord- und Nordwestisland südlich vom Akureyri, bei Blönduos und bei Ísafjörður sowie am Reitweg von Akureyri über Blönduos nach Borgarnes an der W-Küste. Außerdem besuchte ich nochmals die S-Küste und erforschte die Moränen am N-Rande des Eyjafjallajökull.

Die beiden südlichen Gletscher Islands werden auf der Meeresseite von ausgedehnten Kies- und Sandfeldern, den Sandar, umsäumt, welche sich an vielen Stellen bis in das Meer erstrecken. An einigen Punkten beginnen die Sandar direkt bei dem Gletscherrande, wie an der breiten Eiszunge des Vatnajökull (genannt Breidamerkurjökull), aber meist befinden sich oberhalb der Sandar am Gletscherrande Anhäufungen von Moränen, von denen die einen in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Gletscher stehen und gerade im Aufbau begriffen sind, die anderen etwas weiter vom Eisrande entfernt liegen und also zu einer Zeit entstanden sind, wo der Gletscher ausgedehnter als heute war.

Die Randmoränen der heutigen Gletscher Islands ähneln in ihrer Form jenen eiszeitlichen Randmoränen, die so allgemein in Fennoskandia zu sehen sind. So erinnern die an der breiten Eiszunge Skeidarárjökull des Vatnajökull befindlichen Moränen so sehr an gewisse Stellen des Salpausselkä, daß der Unterschied zwischen beiden nur in der den Moränen Islands fehlenden Pflanzendecke liegt. Die Hauptform der dortigen großen Randmoräne ist der breite Rücken, der sich mit teils sanfter geneigten, teils steileren und oft unebenen Abhängen zu einem breiten und meist ziemlich unebenen Scheitel erhebt. Hin und wieder geht der Rücken in eine Grubenlandschaft über, deren Gruben größtenteils trocken, teils mit kleinen Weihern ausgefüllt sind. Die Hauptmoräne berührt nicht den Gletscher selbst, sondern zwischen den beiden befindet sich eine ununterbrochene Kette von Weihern, von denen die einen keinen sichtbaren Ablauf haben, während die anderen wieder ihre Wässer in die die Randmoränen durchbrechenden kleine Flüsse und Bäche ergießen. Mehr östlich bricht der Rücken in einzelne Hügel ab, und an dieser Stelle war an dem Eisrande ein neuer Rücken im Entstehen, den also das Eis gerade weiter baute.

Außer diesem mächtigen Randmoränenzuge war entfernter vom Eisrande auf dem Sandar ein älterer Moränenzug, der aus vier aufeinanderfolgenden Rücken und einer kleinen Hügelkette bestand. Weiter in der Mitte fehlten diese Hügelketten, und mehr nach O war selbst am Eisrande keine Moräne sichtbar, denn die kürzlich stattgefundenen Gletscher- ausbrüche, von denen der letzte im Jahre 1922 erfolgt war, hatten die Randbildungen fortgespült.

Die Zeit gestattet nicht eine eingehendere Behandlung der um die anderen Eiszungen des Vatnajökull liegenden Randmoränen, von denen die einen mächtige und hohe Rücken, die anderen Hügelketten und einige wieder zerstreute Hügelgruppen bilden — alles Formen, deren Gegenstücke unter den Randbildungen von Fennoskandia anzutreffen sind. Allen diesen fehlten jedoch die dem Salpausselkä typischen ebenen Scheitel, die sich offenbar nur dann bilden können, wenn bei Entstehen der Randmoräne der Gletscherrand im Meere endet.

Eiszeitliche Randbildungen kommen in den Fjorden und Tälern Nordislands vor, in denen sie mitunter quer durch das ganze Tal gehende Rückenzüge, bisweilen wieder auf weite Gebiete ausgebreitete Hügellandschaften bilden. Am bekanntesten von diesen Randmoränen Nordislands sind die in den Winkeln der Fjorde aus dem Wasser steigenden Randbildungen, vor allem die Randmoräne, auf der die Stadt Ísafjörður erbaut ist und in deren Schutz der ausgezeichnete Hafen von Ísafjörður liegt. Eine der bedeutendsten Hügellandschaften ist die von Vatnsdalur südlich des Marktfleckens Blönduos. Dasselbst gibt es große und kleine Hügel in Ketten und Gruppen, und viele Hügel haben so steile Abhänge, daß ihr Besteigen Schwierigkeiten macht, besonders da die Steine ihres Baumaterials scharfkantig sind. Entsprechende Randmoränenformen findet man in den östlichen Teilen des Salpausselkä sowie in einigen Oszügen, wo statt des Rückens stellenweise weite Hügellandschaften auftreten. Eine große Randmoränenlandschaft liegt auch um den Marktflecken Blönduos, wo die ebenen Scheitel der Randmoränen beweisen, daß zur Zeit ihrer Entstehung die Gegend bis zur Höhe der ebenen Scheitel vom Meer bedeckt war.

Der Baustoff der Randbildungen bei den jetzigen Gletschern Islands besteht weit überwiegend aus Innenmoräne, die beim Schmelzen des Eises an die Oberfläche des Gletschers gerät und sich als Randbildung anhäuft. Während der stärksten Schmelze mitten im Sommer sind die Ränder der isländischen Gletscher dermaßen von Moräne bedeckt, daß z. B. am Rande des Skeidarárjökull nur an wenigen Stellen bloßes Eis sichtbar war und man den unebenen Rand des Breidamerkurjökull von ferne für dunkle Basaltfelsen halten könnte. Infolge der Moräne ist das Erklettern des Gletscherrandes während der Schmelze schwierig, denn unter der Moränendecke befindet sich eine glatte Eisfläche, auf der die Moräne leicht zu gleiten beginnt, und an solchen Stellen, wo die Moräne stark ist, ist es nicht leicht, die gefährlichen Klüfte zu entdecken. In den Randmoränen kommen stellenweise wohl große Blöcke vor, aber meist sind die Steine klein, so daß das Randmoränenmaterial dem nordischen Osmaterial in so hohem Grade ähnlich ist, daß es beim Vergleich von Bildern, die einerseits Innenmoräne vom Rande der isländischen Gletscher, andererseits Osschotter aus irgendeinem finnischen Ose darstellen, unmöglich ist, die betreffende Zugehörigkeit festzustellen. Eine offenbare Übereinstimmung zeigt sich auch darin, daß die Oberfläche der Randmoräne bald sandig, bald wieder mit Steinen gepflastert ist, und ganz wie die Ose weisen auch diese Randmoränen und besonders ihre Hügel stellenweise bloßes Geröll auf, teils mit abgerundeten, teils mit einigermaßen eckigen Steinen. Besonders am W-Rande des Langjökull gab es solche Randmoränenhügel, deren Oberfläche vom Scheitel bis zum Fuße aus bloßen Steinen ohne dazwischenliegendes feineres Material bestand.

Außer in der Beschaffenheit des Baumaterials wurde eine offensichtliche Gleichheit zwischen den Anhäufungen der Randmoränen und der Ose auch insofern festgestellt, als überall, wo die Randmoränen von Bächen ausgehöhlt waren, eine deutliche Schichtung beobachtet werden konnte.

Das Material der eiszeitlichen Randmoränen Nordislands ist im großen ganzen derselben Art wie das der heutigen, und dort hatte ich Gelegenheit, auch künstliche Aufschlüsse zu sehen. Diese zeigten, daß auch in den eiszeitlichen Moränen der gleiche kleinsteinige Schotter und gleiche Schichtung herrschen wie in den Randmoränen und Osen von Fennoskandia. Das dortige Material war meist gut durchgespült, besonders in den Bildungen mit ebenem Scheitel von Blönduos. Eben solches gut durchgespültes Kiesmaterial kam auch in einer osartigen Randbildung nahe Reykjavik vor, aus welcher Schotter zu den Baustellen von Reykjavik befördert wurde. In meinen von dort genommenen Proben befanden sich nach der in Helsinki ausgeführten mechanischen Analyse gar keine feinen tonigen Bestandteile, sondern bloß verschieden grober Sand und Steine wie in dem gewöhnlichen Osshotter.

### Diskussion.

Hans Slanar (Wien) bestätigt das Vorkommen frischer Stauchmoränen am SO-Rande des Hofsjökull und auch am NW-Rande des Vatnajökull, den er nahe dem N-Ausgange des Vonarskards 1931 besuchte. Der NW-Rand des Vatnajökull zeigte an zwei Gletscherzungen verschiedene Typen der Ausbildung der Eisenden wie der vorgelagerten Moränen. Die noch in das Vonarskard reichende westliche Zunge war von mehreren Eisströmen der Firnkuppel gespeist, die durch Nunatakrs des Basisplateaus getrennt waren. Das Moränenamphitheater vor dieser Zunge gliederte sich scharf in drei Zonen: Ganz innen am Eisrand lag eine niedrige kuppige Grundmoräne mit zahlreichen Eiseinschlüssen, vor ihr einige geschlossene Wallmoränen, die die kuppige Grundmoräne um etwa 15 m überragten und gleichfalls Toteiseinschlüsse zeigten. Noch weiter vorn lag ein Gürtel von etwa 1—2 km Durchmesser, bestehend aus einer sanftwelligen Moränenplatte, die sich gegen den Vorlandsandar mit einem 20 m hohen Steilabfall abgrenzte. Auch in dieser Moränenplatte werden Toteisreste vermutet, doch sind solche oberflächlich nicht sichtbar, sondern nur aus kryptoglazialen Erscheinungen (Söllen, Wasserschwinden) erschließbar. Die Ähnlichkeit des Formenschatzes hier wie auch in dem in den Ausmaßen viel kleineren Moränensaum am SO-Rande des Hofsjökull mit Erscheinungen im norddeutschen Glazial der letzten Eiszeit war außerordentlich stark und deckt sich mit den Wahrnehmungen Woldstedts vom Jahre 1936.

Der etwas nördlicher gelegene O-Gletscherlappen war von einem einzigen Eisstrom der Firnkuppel gespeist. Er bot die Handhabe, eine Entstehungsform der Plattenmoränen zu verfolgen. Ein Eispaket von etwa 25—30 m Mächtigkeit und sanftwelliger Oberfläche war hier etwa 1 km weit über den Sandar geschoben worden. Der Abschmelzrand war steil und nur wenige Meter zurückgewichen. Die Blaubänder dieses Toteiskörpers fielen mit etwa 10—15° gegen das Innere des Paketes ein. Etwa 1 km weiter gegen O wurde dieser kompakte, oben vollkommen mit Moränenschutt bedeckte Eiskörper von einer lebenden Eiszunge überfahren. Die Blaubänder dieser Zunge, die durch mächtige blasenreiche Eiszwischenlagen getrennt waren, fielen mit etwa 35—40° Neigung gegen den Gletscherkörper ein. Der Toteiskörper vor dieser Zunge war überaus reich an waagrecht liegenden Innenmoränenschichten, die aus wiederholtem Überfahren von festgefrorener Grundmoräne gedeutet wurden. Schließlich wurde dann die ganze Packung in einem einmaligen raschen Vorrücken ins Vorland geschoben. Die Abschmelzung dieser so stark von Moränenschutt durchsetzten Eismassen geht augenscheinlich sehr langsam vor sich, ihre Folgeform sind die sanftwelligen Plattenmoränen, die am erstbeschriebenen W-Gletscher beobachtet werden konnten. Ob das rasche Vorrücken eines solchen Eisschildes nur aus dem Haushalt des Nährgebietes zu erklären ist oder ob vielleicht auch lokale Momente, wie vulkanische Ereignisse unter der Firnkuppel des Vatnajökull, eine Rolle spielen, konnte nicht entschieden werden.

Der Berichterstatter legte Bilder der besprochenen Erscheinungen vor und fand seine Wahrnehmungen durch die Beobachtungen der Expedition Dr. Nusser-Dr. Stepan vom N-Rande des Dyngjujökulls 1935 bestätigt. Er pflichtet weiter der Meinung C. Trolls bei, daß der Ausdruck „Toteis“ für viele dieser Erscheinungen nicht ganz zutrifft, weil auch diese von der Bewegungsbeeinflussung des Nährgebietes abgeschnittenen Eismassen nicht ohne Eigenbewegung sein müssen. Doch erscheint ihm der von C. Troll geprägte Ausdruck „stagnierendes Eis“ gleichfalls nicht charakteristisch. Immerhin lassen die Beobachtungen eine Erklärung mancher Formengruppen des nordischen Glazials leichter erscheinen.