© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXV. Band, 7. Abhandlung

Spitzbergens Landformen

und ihre Vereisung

von

Erich von Drygalski

München 1911
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Vorwort.

Die nachstehende Arbeit enthält die Ergebnisse der Landuntersuchungen, die ich auf der Zeppelin-Studienfahrt nach Spitzbergen und ins Nördliche Eismeer im Sommer 1910 anstellen konnte, während eine zweite Arbeit mit den Ergebnissen der auf dieser Fahrt ausgeführten Meeresuntersuchungen folgen soll. Den Zweck und den äußeren Verlauf der Reise will ich hier nur kurz berühren. Sie stand unter der Leitung S. K. H. des Prinzen Heinrich von Preußen und hatte die Aufgabe, festzustellen, ob und wie eine Zeppelin-Luftschiff-Expedition zur Erforschung des Nordpolargebietes durchführbar ist. Der Norddeutsche Lloyd hatte in seinem Doppelschraubendampfer „Mainz“ ein dazu besonders vorbereitetes, vortreffliches Expeditionsschiff gestellt; es wurde von Herrn Kapitän M. Dietrich geführt. Ein norwegisches Fangschiff „Fönix“, von Herrn Svendsen geführt, begleitete die „Mainz“ von Tromsö an und kam immer zur Verwendung, wo Eisfahrten oder Eisuntersuchungen notwendig waren, welche die „Mainz“ ihres Baues wegen naturgemäß nicht ausführen durfte. Außerdem stand die Kieler Stationsjacht „Carmen“ unter dem Befehl des Oberleutnants z. S. Herrn von Bartenwerffer zur Verfügung, um der Expedition Post und andere Nachrichten von Norwegen nach Spitzbergen zu vermitteln.

Die Reise erfolgte in den Monaten Juli und August, also in den für Fahrten im Nördlichen Polarmeer günstigsten Monaten. Gelandet wurde schon an einigen Punkten der norwegischen Küste, auf Bären-Eiland und an zahlreichen Punkten der West- und Nordküste Spitzbergens, vom Eisfjord im Westen an bis zur Roten Bai im Norden. Außerdem wurde während der Fahrt an verschiedenen Punkten auf dem Meer zur Vornahme wissenschaftlicher Untersuchungen länger gehalten.

Über die Luftschiffstudien der Expedition sind von berufener Seite an anderer Stelle (Mit Zeppelin nach Spitzbergen, Deutsches Verlagshaus Bong & Komp., 1911) bereits vorläufige Berichte gegeben worden und weitere bei geeigneter

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Gelegenheit zu erwarten. Es war die Meinung wohl aller Teilnehmer der Fahrt, daß eine arktische Zeppelin-Luftschiff-Expedition möglich sein wird, wenn das Luftschiff und seine Motoren dafür hinreichend entwickelt sein werden, ferner auch, daß die jetzige Studienfahrt für den Fall der Ausführung jenes Planes eine ganze Reihe von Grundlagen, z. B. für die Verankerung von Luftschiffen im Eise — dieses mit überraschendem Erfolge — und für anderes, gelegt hat. So hat die Studienfahrt ihren Hauptzweck erfüllt.

Außerdem sollte die jetzige Fahrt auch verschiedene wissenschaftliche Untersuchungen vornehmen, wo sich dafür Gelegenheit bot. So gingen H. Hergesell und F. Leiber Studien der Atmosphäre, A. Miethe und B. Seegert photographischen Untersuchungen, Graf Otto von Zedlitz und Trützschler zoologischen, M. Reich und ich selbst geographischen und geologischen Studien nach. Die zahlreichen Aufenthalte an Land und auf dem Meer haben dafür treffliche Gelegenheit geboten, und wenn eine solche an sich nicht vorlag, dann wurde sie geschaffen. Es ist mir ein Bedürfnis, dem Leiter der Expedition, S. K. H. Prinz Heinrich von Preußen, auch an dieser Stelle herzlichst dafür zu danken, daß er jeden diesbezüglichen Wunsch bereitwilligst gewährte und durchführen half, durch Dispositionen über die Fahrt und durch eigene Mitwirkung.

Ebenso danke ich den Mitgliedern der Expedition für ihre vielfache Hilfe bei meinen Arbeiten, den obengenannten Herren, ferner S. Exzellenz Herrn F. Graf von Zeppelin, der meinen Wegen und Studien häufig freundlich gefolgt ist, und den Herren Kapitänleutnants Hilmers und von dem Knesebeck, an die ich mich oft und nie vergeblich gewandt habe. Ganz besonders danke ich dem Arzt der Expedition, Herrn Professor Dr. M. Reich, der alle Wege und Arbeiten dieser Zeit mit mir geteilt hat und seine wissenschaftlichen Interessen mit den meinigen zu gemeinsamer Förderung verband. Herzlichen Dank sage ich auch Herrn Kapitän M. Dietrich und den Offizieren des Norddeutschen Lloyd für ihre Hilfe bei den Meeresuntersuchungen, Arbeiten, bei denen die Leitung und Besatzung des Schiffes ja immer bestimmend mitwirken müssen und hier ebenso bereitwillig wie sicher mitgewirkt haben. Die photographischen Abbildungen, welche dieser Arbeit beigegeben sind, verdanke ich der Güte der Herren Miethe, Leiber und Reich.

München, den 6. Mai 1911.

Erich von Drygalski.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

I. Die Umrisse der Inselgruppe.

Die Inselgruppe Spitzbergen besteht aus fünf größeren und vielen kleineren Inseln.[1]) Von den ersteren sind Westspitzbergen und das Nordostland die bedeutendsten. Sie werden heute durch die Hinlopenstraße voneinander getrennt, gehören jedoch eng zusammen, etwa wie die Seiten eines Fjordes oder Tals, und haben dann die Form eines Keils, dessen breite Basis am 80^0 n. Br. liegt und dessen Spitze — das Südkap, auf einer kleinen Vorinsel Westspitzbergens gelegen — noch etwas über den 76^0 n. Br. nach Süden herabreicht. Der Keil ist etwas unvollständig, da seine Nordwestecke fehlt. Auch seine Südwestbegrenzung ist mehrfach unterbrochen, die Südostbegrenzung dagegen nur einmal, nämlich durch die Hinlopenstraße. Nahe der Nordostecke schwillt die Basis über den 80^0 nach Norden hin an.

Der Südostbegrenzung des Keils ist die dritte und vierte und der Südwestbegrenzung die fünfte der größeren Inseln vorgelagert. Jene beiden, Barents-Land und Edge-Isel oder Stans-Vorland, hängen an einer östlichen Anschwellung von Westspitzbergen, unmittelbar südlich von der Hinlopenstraße, und sind durch den Storfjord von Westspitzbergen getrennt, der sich südwärts verbreitert, da die Westseite der beiden Inseln nahezu nordsüdlich, die gegenüberliegende Südostbegrenzung des Hauptlandes dagegen südsüdwestlich verläuft, also von ersterer divergiert. Wichtiger ist, daß die östliche Begrenzung beider Inseln nahezu in der Richtung der Hinlopenstraße, deren Westbegrenzung fortsetzend, und auch

[1]) Eine Karte ist dieser Abhandlung nicht beigegeben worden, weil sie im wesentlichen Bekanntes zu wiederholen hätte. Zur Orientierung bei der Lektüre der Arbeit wird die Darstellung Spitzbergens in einem Handatlas, z. B. in der neuesten Ausgabe von Stielers Handatlas zunächst genügen. Für Einzelheiten wären am besten die britischen Seekarten „Spitzbergen" Nr. 2751 und „Magdalena Bay to Red Bay" Nr. 3203 einzusehen, auch die britischen Karten der Ankerplätze an der West- und Nordküste von Spitzbergen Nr. 300 und 3020. Für Nordwest-Spitzbergen zwischen Königs-Bai und Magdalena-Bai geben die Karten des Fürsten von Monaco nach den Aufnahmen der Expeditionen Isachsens 1906 und 1907 die beste Darstellung, nämlich „Campagnes scientifiques, Histoire des voyages", Carte IX, X und vor allem Carte VIII, letztere in zwei Blatt, aber meines Wissens nicht im Handel erschienen. Diese letztere Karte ist farbig und gibt ein außerordentlich schönes und treffendes Bild des Landes. Die Karten des Fürsten von Monaco enthalten auch die Nomenklatur, die in dieser Arbeit verwandt ist. Geologische Karten sind in den eingangs des zweiten Abschnitts p. 6 f. zitierten Arbeiten enthalten, besonders in der von Natborst.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

parallel zur Südwestbegrenzung Westspitzbergens, nämlich südöstlich streicht, da diese Richtung sich im Bau der Inselgruppe häufig wiederholt. Auch die fünfte größere Insel, Prinz Karl-Vorland, etwa vor der Mitte Westspitzbergens gelegen, hat diese südöstliche Richtung und ist nach Lage und Form nur ein Teil der Westseite Westspitzbergens; sie ist heute durch eine Meeresstraße, den Vorland-Sund, von dieser Hauptinsel getrennt, doch südostwärts in deren Küstengebirge südlich vom Bellsund und nordwestlich durch eine unterseeische Schwelle fortgesetzt, welche die Mainz-Expedition durch Lotungen feststellen konnte. Dieselbe zieht dorthin, wo die fehlende Nordwestecke des Keils liegen würde. Diese scheint darnach in Staffelbrüchen abgesunken zu sein, wobei die erwähnte Schwelle weniger einsank als die Streifen daneben.

Bei der Wichtigkeit dieser südöstlichen Linien im Bau des Landes könnte man die Inselgruppe nach ihnen gliedern. Diese wäre dann als der Rest einer Tafel aufzufassen, die durch NW—SO bis NNW—SSO streichende Bruchlinien zerschnitten und in Streifen zerlegt ist. Einzelne Streifen sind zur Tiefe gesunken und vom Meer überflutet, andere stehen geblieben. Die erwähnte Schwelle, der Vorland-Sund, die Rote Bai, die Wijde Bai, die Hinlopenstraße sind überflutete Streifen, die Gebiete dazwischen erhaltene. Barents-Land und Stans-Vorland sind die südliche Fortsetzung des Streifens der Hauptinsel, der zwischen Wijde Bai und Hinlopenstraße liegt und die als König Karl-Land zusammengefaßten Inseln sind die südliche Fortsetzung des Nordostland-Streifens. Kleinere Inseln setzen diese größeren noch weiter südöstlich fort und die Bären-Insel in gleicher Weise den Gebirgsstreifen, welcher die Westseite von Westspitzbergen begleitet. Die Streifen der Hauptinseln haben sich also früher weiter südöstlich gegen Skandinavien hin erstreckt. Sie sind dann von Quer- und Diagonalbrüchen abgeschnitten, an denen die Südostseiten bis auf die genannten Inseln unter das Meer sanken. Die Umrisse der Inselgruppe sind mithin durch Brüche bestimmt, die südöstlich ziehen und die Streifen begrenzen, sowie durch andere, die jene kreuzen.

II. Der Bau Spitzbergens.

Die obige Auffassung der Inselgruppe, die man aus ihren Umrissen ableiten kann, findet ihre Stütze in dem geologischen Bau, wie er namentlich durch schwedische und neuerdings norwegische Forscher bekannt geworden ist.[1]) Denn

[1]) Für die Ausführungen dieses Abschnitts sind folgende geologische Arbeiten benutzt worden: A. G. Nathorst, Beiträge zur Geologie der Bären-Insel, Spitzbergens und des König Karl-Landes. Bull. of the Geol. Inst. of Upsala, Vol. X. Mit Karte. G. de Geer, A geological excursion to Central Spitzbergen, in Guide de l'excursion au Spitzberg. XI^{e} Congrès géologique international. Stockholm 1910. Mit geo-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

die Tektonik ist von Falten und Brüchen beherrscht, die annähernd in der Richtung der Westbegrenzung des Keils, also etwa von NNW nach SSO verlaufen.

Archaisches Grundgebirge findet sich in der Nordwestecke von Westspitzbergen um die Magdalena-Bai und östlich von der Wijdebailinie. Es ist vielfach Granit und somit ohne erkennbares Faltenstreichen, doch folgen seine Grenzlinien an der Roten und an der Wijde Bai der herrschenden südöstlichen Richtung.

Bei der nächstjüngeren, meist silurischen, sogenannten Hekla Hook-Formation, die aus grauen Dolomiten, Glimmerschiefern, oft mit Granaten, und aus Quarziten besteht, ist die Südostrichtung auch im Faltenstreichen erkennbar. Diese Formation bildet ein Gebirge, das fast den ganzen Streifen der Westküste von Westspitzbergen einnimmt, ausschließlich des Nordwestens, doch einschließlich des Prinz Karl-Vorlands. Hornsund, Bellsund, Eisfjord, Königs-Bai schneiden von Westen her durch ihn hindurch. Seine südliche Fortsetzung liegt auf Bäreneiland, wo Nathorst darin auch Versteinerungen gefunden hat, was in Spitzbergen bisher nicht der Fall war, die ein untersilurisches Alter der Formation bestimmen ließen. Im Norden endet der Hekla Hook-Streifen nördlich vom Eingang der Königs-Bai an der Küste bei dem ersten der sogenannten sieben Gletscher. Weiter nördlich liegt an der Küste Gneis und Granit. Der Hekla Hook-Streifen ist in Falten gelegt, die parallel zur Küste, also SSO—NNW streichen. In ihnen liegen die spitzen, zerrissenen und zerklüfteten Formen, welche der Insel den Namen gegeben und für alle Einzelheiten der Westküste, auch für ihre Vergletscherung, von Bedeutung sind.

Mit diesem alten, untersilurischen Gebirge war der Faltenwurf auf der Inselgruppe nicht ganz, doch in den Hauptzügen beschlossen. Von nun an bestimmten wesentlich Brüche die Umrisse und den Bau des Landes und zwar schon in den auf die Hekla Hook-Formation folgenden devonischen Bildungen, die hauptsächlich aus rotem und grünem Sandstein und aus roten

---

logischer Karte des Eisfjordgebiets, einer geologischen Kartenskizze von Westspitzbergen, sowie mit Gletscherkarten und Bildern. G. de Geer, Some leading lines of dislocation in Spitzbergen. Geol. Fören. Förhandl., Stockholm, Bd. 31, 1909. Mit geologischer Kartenskizze von Westspitzbergen. G. de Geer, Die Gletscher von Spitzbergen. VII. Intern. Geogr. Kongreß. Berlin 1899. G. de Geer, Om östra Spetsbergens glaciation under istiden. Geol. Fören. Förhandl., Bd. 22, 1900. Mit Kartenskizze. A. Hoel, Geologiske Jagttagelser paa Spitzbergens Expeditionerne 1906 und 1907. Norsk. Geol. Tidsk., Bd. I, 1909, Kristiania. Auf die Diskussionen über den Bau des Landes, namentlich zwischen Nathorst und de Geer, ist hier im einzelnen nicht Bezug genommen worden, weil es mir nur darauf ankam, die allgemeinen Züge des Baues zu entwickeln, soweit sie für die folgenden morphologischen Betrachtungen grundlegend sind. Außer den genannten Arbeiten wurden auch ältere, z. B. von A. E. Nordenskjöld, eingesehen, doch sind dieselben auch schon in den obigen verwertet und nach Bedarf verändert worden, so daß sich eine besondere Bezugnahme auf die älteren erübrigt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Konglomeraten bestehen. Spärliche Fisch- und Ostrakodenreste und schlecht erhaltene Pflanzen sind darin gefunden. Die Mächtigkeit dieser devonischen Bildungen wird auf etwa 1500 m geschätzt.

Dieses Devon wird hier wohl meist als eine Meeresbildung aufgefaßt, die in horizontalen Schichten dort zur Ablagerung kam, wo das Land zeitweilig unter den Meeresspiegel herabgesunken war. Später ist es mit den devonischen Neubildungen darauf wieder emporgestiegen, doch ungleich, in dem einen Streifen mehr, im anderen weniger. Von den höheren wurde das Devon durch die Wirksamkeit der Atmosphärilien fortgeschafft, so daß man nur noch aus Resten, die gelegentlich umherliegen, erkennt, daß es vorhanden war. Über den tieferen, weniger emporgestiegenen Streifen blieb es erhalten.

Erhalten ist das Devon vor allem in einem Graben (fossa magna de Geers), der von Bruchlinien begrenzt wird, die mit der Westküste der Roten Bai und mit der Ostküste der Wijde Bai zusammenfallen und in Verlängerung derselben südwärts gezeichnet werden. Sie folgen der Richtung NNW—SSO, wie die Falten des älteren Hekla Hook-Gebirges, und sind wohl die wichtigsten in der Tektonik des Landes. Zwischen ihnen liegt Devon, meist horizontal, und zwar von der Oberfläche des Landes bis zum Meeresniveau und auch noch darunter. Westlich von ihnen bildet Hekla Hook-Gebirge die Landoberfläche und östlich Urgebirge mit Höhen von 1000 m und mehr. Zwischen den Brüchen sind diese älteren Formationen heute unter dem Devon, also unter dem Meeresspiegel zu suchen.

Der Graben ist also ein tieferer Landstreifen zwischen höheren. Alle Streifen lagen einmal unter dem Meer und wurden mit marinen devonischen Ablagerungen überdeckt. Dann stiegen sie empor, doch ungleich, der Grabenstreifen am wenigsten, weil er heute tiefer liegt, als die Streifen daneben, aber höher als früher, weil sein Devon sich unter dem Meeresspiegel bildete und jetzt teilweise darüber liegt. Nur in der Roten und in der Wijde Bai, die in den beiden Grenzzonen des Grabens liegen, liegt der Meeresspiegel auch heute noch über dem Devon. Sie sind die tiefsten Teile des Grabens, also entweder am wenigsten emporgestiegen oder für sich allein von neuem abgesunken, als das Gebiet des Devongrabens, dem sie angehören, emporstieg.

Die Brüche, welche den Graben begrenzen, sind noch weit nach Süden hin kenntlich. Der östliche Grenzbruch ist an einer der innersten Verzweigungen des Eisfjords, der Klaas Billen Bai, wiedergefunden worden, und der westliche östlich vom Hintergrunde der Königs-Bai, sowie am Eingang des Eisfjordes westlich von der Safe Bai und der Grünen Bai, ferner an Bellsund und Hornsund. Der Eisfjord schneidet mithin nicht allein durch das Hekla Hook-Gebirge, das

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

die Küste westlich vom westlichen Grenzbruch begleitet, sondern auch durch den ganzen Graben hindurch. Die Königs-Bai liegt dagegen fast ganz im Hekla Hook-Gebirge und nur mit ihrem Hintergrund im Devon, während Bellsund und Hornsund mit ihren Eingängen im Hekla Hook-Gebirge und mit ihren inneren Teilen im devonischen Graben liegen. Diese Verschiedenheit der Lage ist für die Landschaftsformen der Baien bestimmend.

Das Magdalenabaigebiet liegt ganz im Urgebirge. Von der Roten Bai liegt der Boden und die Ostseite, von der Wijde Bai der Boden und die Westseite im Devon, während die anderen Seiten beider im Urgebirge liegen. Das Devon bildet also einen mittleren Streifen, der sich von der Nordküste an in etwa 35 km Abstand von der Westküste und parallel zu dieser südsüdostwärts durch Westspitzbergen zieht. Er wird durch die Fjorde gegliedert, die von Westen in ihn hinein oder, wie der Eisfjord, ganz durch ihn hindurch schneiden und sich in ihm verästeln, fast noch mehr gegliedert, als das Hekla Hook-Gebirge an der Küste, in dem die Fjordeingänge liegen.

Wie erwähnt, ist die Lagerung des Devons zwischen den Brüchen meistens horizontal, also diskordant auf der untersilurischen Hekla Hook-Formation, die in Falten gelegt ist. Nach der Faltung dieser soll die Tektonik wesentlich durch die obigen Brüche beherrscht sein. Ich besitze nicht genug Material, um hierzu Stellung zu nehmen, und will nur kurz bemerken, daß ich an zwei Stellen den Eindruck hatte, daß der devonische rote Sandstein noch an den Faltungen teilnimmt. Die eine Stelle liegt östlich von der Roten Bai beim Richard-See am Solander Berg und nördlich davon wo ich Glimmerschiefer und darüber rote Konglomerate konkordant NNW streichend und etwa unter 40^0 WSW fallend fand. Der Glimmerschiefer gleicht dem der Hekla Hook-Formation, doch rechnet man ihn an dieser Stelle wohl zum Devon. Die andere Stelle liegt im Hintergrunde der Königs-Bai, wo das rote Konglomerat auf den beiden östlichen Loven-Inseln nördlich streicht und westlich fällt, während es weiter östlich auf dem Ossian Sars Felsen zwischen den beiden Armen des Königsgletschers nördlich streicht und östlich fällt. Ich hatte hier den Eindruck einer nördlich streichenden Antiklinale, die zerbrochen und teilweise zur Tiefe gesunken ist. In den niedergebrochenen Teilen liegt der Hintergrund der Königs-Bai. An ihrem Nordufer östlich vom Blomstrandgletscher sah ich aus der Ferne das Konglomerat auch in Verbindung mit Hekla Hook, konnte aber nicht entscheiden, ob es diskordant oder konkordant darauf liegt.

Nach diesen beiden Beobachtungen kann ich natürlich die Frage nach den relativen Lagerungsverhältnissen zwischen Devon und Silur nicht entscheiden, auch nicht, ob das Devon überhaupt gefaltet ist. An der Roten Bai

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

hatte ich freilich den Eindruck einer Konkordanz zwischen Silur und Devon und einer Mitfaltung des Devons, doch fällt diese Annahme dann, wenn die erwähnten dortigen Glimmerschiefer nicht Hekla Hook, sondern selbst Devon sind. In Skandinavien und Schottland reichen die entsprechenden Gebirgsfaltungen bis ins Devon hinein; in Spitzbergen werden dagegen Störungen des Devons als Flexuren aufgefaßt, auch wenn sie als Faltungen erscheinen, wie im obigen Fall. Vielleicht nehmen nur die unteren Lagen des Devon an der Hekla Hook-Faltung teil. Die eingehenden Untersuchungen von Herrn A. Hoel bei den Isachsen-Expeditionen dürften hierüber weiteres Licht verbreiten.

Morphologisch wichtig ist, daß östlich von der Roten Bai jene Glimmerschiefer anstehen, die früher von rotem devonischen Sandstein überlagert waren, wie ich aus zurückgebliebenen Resten desselben ersah. Sie gleichen den Hekla Hook-Schiefern und bilden auch dieselben Landschaftsformen, wie diese. An der Nordküste östlich von der Roten Bai sieht man sie zwischen zwei roten Sandsteinkomplexen ausstreichen und die Formen der Nordküste bestimmen.

Von den jüngeren Formationen Spitzbergens nimmt man an, daß sie im allgemeinen konkordant auf das Devon folgen und wie dieses mehr durch Brüche und Schleppungen als durch Faltungen gestört sind. Es kommen aber bis zum Tertiär auch Faltungen vor, die wieder nahezu parallel zur Westküste streichen. So macht de Geer darauf aufmerksam, daß die Täler, in denen große Gletscher dem Eisfjord von Norden her zuströmen, zwischen harten karbonischen Rücken liegen, und daß diese durch Faltung von der Westseite her entstanden seien. Die zwischen ihnen eingefalteten weicheren mesozoischen Gesteine seien entfernt.

Sicher haben aber auch jüngere Brüche und Verwerfungen dieses Gebirge gestört, ebenfalls bis zum Tertiär. Sie streichen teils parallel zur Westküste, wie die älteren Brüche an den Grenzen des Grabens, teils quer dazu, teils von den ersteren abzweigend. So ist das Südufer der Königs-Bai von einem tertiären Bruch begleitet, an dem die dortigen Kohlenflöze geschleppt zu sehen sind, vor allem sind die Ufer der inneren Teile des Eisfjords in verschiedenen Richtungen von jüngeren Brüchen begleitet. Dieses Gebiet, das zum großen Graben gehört, ist überhaupt so mannigfach zerbrochen und verworfen, daß das Devon darin fast ganz verschwindet. Jüngere Gebirgsglieder, Karbon, Perm, Trias, Jura und Tertiär, aber auch vulkanische Gänge, bilden in bunter Folge die Ufer. Das Devon muß man hier meist in der Tiefe suchen. Am Nordufer der inneren Teile des Eisfjords ist es noch gelegentlich zu sehen, am Südufer nicht, sondern dann erst wieder weiter südlich im Hintergrunde des Hornsundes.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Der Eisfjord liegt somit heute zum größten Teil weder im Hekla Hook, das nur seinen Eingang kreuzt, noch im Devon, sondern in jüngeren Kalksteinen, Sandsteinen und Schiefern, die in dichter Wechsellagerung und in bunter Ausbildung aufeinander folgen und vielfach Kohlenflöze enthalten. Ihre Lagerung im Süden, auf Nordenskjölds-Land, ist horizontal oder wenig geneigt, im Norden gefaltet und verworfen. Für die Einzelheiten darf ich auf die Arbeiten von Nathorst und de Geer verweisen. Der bunte Wechsel der Formationen und ihrer Lagerungen im Eisfjordgebiet bestimmt dessen Landschaftsformen im Gegensatz zu den Formen der Urgebirgs-, Hekla Hook- und der devonischen Sandstein-Gebiete.

III. Die Formen des Landes.

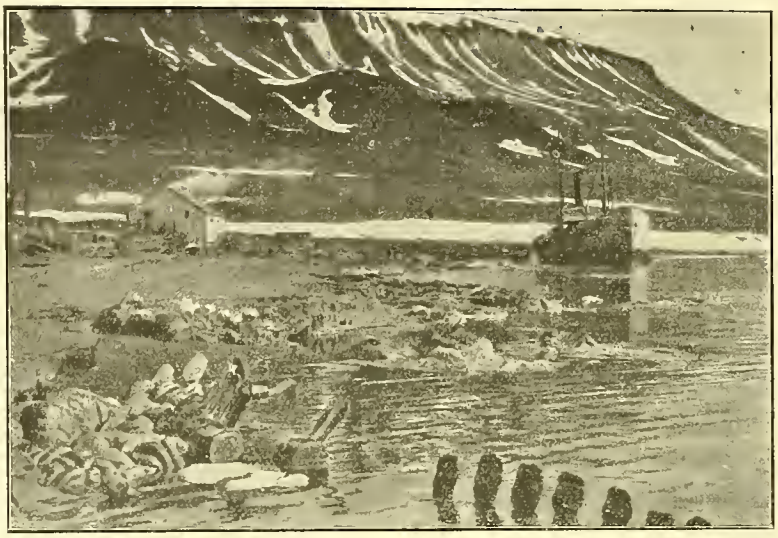
Das von der Mainz-Expedition bereiste Gebiet umfaßt den Eisfjord und geht von dort an der Westküste nordwärts und dann an der Nordküste ostwärts bis zu den Gebieten zwischen der Roten und der Liefde Bai. Ausblicke konnten auch noch auf Neufriesland zwischen Wijde Bai und Hinlopenstraße genommen werden. Innerhalb dieser Gebiete sind alle großen Fjorde und Buchten besucht worden, desgleichen fast alle Verzweigungen derselben bis zu ihrem Hintergrund hin. So gab die Fahrt einen guten Überblick über die Formen des Landes.

Es ließen sich vier Formengruppen unterscheiden, deren Gestaltung und Abgrenzung mit dem Bau und Gesteinscharakter zusammenhängt. Ich möchte sie als den Urgebirgs-, den Hekla Hook-, den Old Red- (alten roten Sandstein) und den Eisfjord-Typ unterscheiden. Nur der letzte Typ ist nicht nach dem Gesteinscharakter benannt, weil er gerade auf dem Wechsel verschiedener Gesteine und Lagerungsformen beruht, die im Eisfjordgebiet vorkommen. Die anderen Typen habe ich nach den Gesteinen bezeichnet, die ihren Charakter im wesentlichen bestimmen.

Das Eisfjordgebiet hat im Süden und im Norden verschiedenen Bau und entsprechend verschiedene Landformen. Nordenskjölds-Land im Süden ist ein tertiäres Sandsteinplateau, das zum Meer treppenförmig abfällt. Drei Meeresbuchten (Advent-, Coles- und Grüne Bai) greifen vom Eisfjord hinein und werden durch Täler landeinwärts fortgesetzt, an deren Wänden sich der gleiche Treppenbau wiederholt, wie er an den Baien und an der Südwand des Eisfjord zu sehen ist. Die Böden dieser Täler sind breit und zu beiden Seiten am Fuße der Talwände mit Gebirgsschutt bedeckt, der auch auf den Böden der höheren Treppenstufen liegt, bisweilen in deren ganzer Breite. Der Stufenbau hängt mit der Wechsellagerung harter und weicher Schichten zusammen, die ver-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

schieden stark verwittern. Erstere fallen mit steilen Wänden, letztere mit sanfteren Böschungen ab. Vielfach sind die wechsellagernden Schichten auch verschieden gefärbt. Helle Kalk- oder Sandsteine werden dann durch dunkle Schiefer oder Kohlenflötze getrennt, die wie Bänder die hellen Felsen umgürten.



A. Miethe phot.

Figur 1.

Junge Talrisse und Stufenbau an der Ostwand der Grünen Bai.

Zwischen den Baien sind die Wände des Eisfjords von einer großen Zahl steiler paralleler Rinnen durchrissen, die meist eng und wenig eingetieft sind und sich erst oben, am Plateaurand, trichterförmig etwas erweitern (Figur 1). Im Verein mit der horizontalen Schichtung, die sie durchkreuzen, geben sie den südlichen Wänden des Eisfjords oft ein sehr schematisches Aussehen. Es sind junge Talbildungen, die wohl erst nach der Eiszeit entstanden, da sie die von dieser gestalteten Wände durchschneiden. Sie enthielten im Juli vielfach Schnee bis zum Meer herab und erschienen dann als Schneestreifen, deren Weiß mit den dunklen Lagen in den Steilwänden lebhaft kontrastierte. Zu Gletscherbildungen kommt es dabei wohl meist nicht, auch stehen diese Schneerunsen mit dem Eise, das auf dem Plateau liegt, nicht in Zusammenhang (Figur 1).

Die Nordseite des Eisfjordgebietes ist komplizierter gebaut, da dort Falten, Flexuren und Brüche der postdevonischen Bildungen an den Fjordwänden und an der Oberfläche ausstreichen. So bildet hier nicht eine einheitliche Gesteinsschicht die Außenflächen wie im Süden, sondern bald dieses bald jenes Gestein, das dort ausstreicht. Harte Schichten sind dann erhalten geblieben und erscheinen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

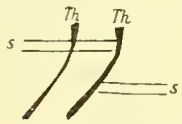
als Rücken, während die weichen dazwischen erodiert sind und nun Täler bilden, in denen große Gletscher zum Eisfjord herabströmen. Die Rücken sind oft durch Nebentäler zerschnitten und bestehen dann nur noch aus Gipfelreihen. So ist das Land kein Plateau wie an der Südseite, sondern in Rücken und Gipfel aufgelöst und mannigfaltig gestaltet. Den Stufenbau findet man aber auch hier fast überall, da weiche und harte Gesteine in dichter Folge wechsellagern. Nur sind die Stufen vielfach geneigt, da die Schichten nicht horizontal liegen, sondern gefaltet und verworfen sind (Figur 2).

M. Reich phot.

Figur 2.

Geneigte Schichten und junge Talrisse im Hintergrunde der Klaas Billen Bai.

Die Tal- und Fjordwände sind von ähnlichen jungen Rissen zerschnitten wie im Süden, nur waren diese im Norden im Juli meist schon freier von Schnee, was auf ihrer Exposition gegen Süden beruhen dürfte. Am Ostufer der Klaas Billen Bai, an der schöne Schichtenschleppungen und Verwerfungen zu sehen sind, schienen an einer Stelle ihrer südlichen Hälfte die jungen Talrisse verworfen zu sein (Figur 3). Man könnte daraus auf postglaziale tektonische Vorgänge schließen, wenn die Talrisse, wie ich annehme, postglazial sind.



Figur 3.
s Schichtung. Th Täler.

Unter den Formen des Eisfjords sind schließlich ausgedehnte Strandebenen mit ihren Tundren zu erwähnen, die den Wänden der Ketten und Hochebenen vorgelagert sind, besonders wo zwei Wände sich an Ecken treffen. Sie gehen in die Talböden über, wo diese den Fjord erreichen; doch seien diese

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Strandebenen erst später (Abschnitt 7) im Zusammenhang näher besprochen, wie auch die Gletscher (Abschnitt 4—6).

Von dem zweiten Formentyp, dem des devonischen Old Red oder des alten roten Sandsteins, ist weniger zu sagen. Ich sah ihn im Hintergrunde der Königs-Bai und am Ostufer der Roten Bai, wo das Devon an beiden Stellen aus festen Konglomeraten besteht; zusammenhängender sah ich ihn auch an der Nordküste zwischen der Roten und der Liefde Bai an den Felsen, die nordöstlich mit Welcome Pt. enden. An dieser letzten Stelle bildet der alte Sandstein ein einförmiges rotes Plateau, das steil nach Norden abfällt und unten durch eine lange niedrige zungenförmige Strandebene gegen Muffen-Eiland hin fortgesetzt wird. Diese Insel habe ich nicht gesehen, weil sie von Eis umlagert war und unser Schiff ihr nicht nahen konnte, doch wird sie auch als ganz niedrig geschildert und könnte eine vom Meer heute abgetrennte Fortsetzung der erwähnten Strandzunge sein.

Das Sandsteinplateau war wenig durchtalt und wenig geschartet. Stufenbau fehlt, da das Gestein einheitlich ist. Desgleichen sah man nicht so viele parallele Talrisse wie im Eisfjordgebiet, was mich in der Ansicht bestärkte, daß diese jung sind. Der rote Sandstein ist härter als der junge tertiäre Sandstein des Nordenskjöld-Landes, so daß in der verhältnismäßig kurzen Postglazialzeit so viele enge Talrisse sich wohl in letzterem, aber nicht in ersterem bilden konnten.

Das zweite Old Red-Gebiet, das ich sah, liegt an der Roten Bai, die auch selbst im Old Red eingesunken ist. Der Berg, der ihren Hintergrund teilt, ist ein nach Norden steil, nach Osten mäßig geneigter Sandsteinfelsen mit geneigter Schichtung. Auch am nördlichen Teil des Ostufers treten rote Sandsteinfelsen auf, die der Bai wohl mit den Namen gegeben haben, der außerdem aber auch in dem reichlichen Vorkommen roter Flechten begründet ist. Im Gebiete des Richard-Sees treten rote Konglomerate ans Ufer heran, die abgeschliffen und gerundet sind und sicher früher von Eis überströmt waren.

Die Old Red-Formen bilden an der Roten Bai heute nur kleinere Komplexe zwischen Tälern, die aus den höheren Glimmerschieferfelsen östlich vom dortigen Old Red herkommen und von dort auch Gletscher herleiten, deren ich am Ostufer der Roten Bai im ganzen zehn zählte. Sie sind schuttreich und erreichen nicht das Meer, sondern endigen vorher zwischen den Old Red-Felsen und teilweise auch noch östlich hinter diesen.

Ehemals waren die Sandsteinbildungen hier ausgedehnter und haben noch die Glimmerschieferzüge zwischen der Roten und der Liefde Bai bedeckt, da sich Reste von ihnen auf jenen z. B. auf dem Solander Berg vorfinden, die ihrer Form und Lage nach nicht vom Eise dorthin gebracht waren, denn sie hatten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

keine Geschiebeformen. Dieses Merkmal könnte freilich täuschen, da die Form der Reste durch Eis gestaltet gewesen und später durch Verwitterung verändert sein kann, doch machte auch ihre Lage einen Transport durch Eis unwahrscheinlich.

An der Königs-Bai bilden rote Konglomerate den vom Eis gerundeten und danach stark verwitterten Ossian Sars-Felsen zwischen den beiden Ästen des großen Königsgletschers im Hintergrunde der Bai, desgleichen die östlichen Loven-Inseln, die auch vom Eise bearbeitet sind. Unter den steilen grauen Gipfeln östlich von den Königsgletschern — die drei Kronen gehören dazu — sieht man rote Sandsteinfelsen mit mäßigen Böschungen, und nördlich vom Hintergrunde der Königs-Bai am Blomstrandgletscher sieht man kleinere Partien von Old Red auf Hekla Hook. Von umfangreicheren Old Red-Bildungen und damit von einem Old Red-Typus kann ich aber nur an der Nordküste zwischen der Roten und der Liefde Bai sprechen, wo er als einförmiges, wenig durchtaltes und wenig vereistes Plateau erscheint. Hohe rote Sandsteingipfel östlich vom Monaco-Gletscher und vom Isachsen-Plateau sollen auch Plateaucharakter haben, wie mir Herr A. Hoel freundlichst mitteilte. Dieser und steile, nicht gestufte Wände sind die Merkmale des Old Red Typs.

Der dritte Formentyp ist der des Hekla Hook-Gebirges. Er nimmt, von wenigen Stellen abgesehen, die ganze Westküste bis zum ersten Gletscher nördlich vom Eingang der Königs-Bai ein. Auch Prinz Karl-Vorland gehört fast ganz dazu. Er enthält die wechselvollsten und schönsten Formen der Inselgruppe und darunter jene spitzen Kegel und scharfen Grate, die ihr den Namen gegeben haben. Prinz Karl-Vorland könnte man als eine Kette von Kegeln bezeichnen, die freilich nicht ganz so spitz sind, wie die an der Küste dahinter und auch nicht so hoch.

Die Umgebung der Kreuz-Bai zeigt diesen Hekla Hook-Typ in der Vollendung, auch sieht man seine Formenfülle schon bei der ersten Annäherung an die Insel von Süden her; seine höchsten Gipfel liegen im Gebiete des Bellsunds. Man findet ihn schließlich an der Nordküste in dem Glimmerschieferzug zwischen der Roten und der Liefde Bai wieder (p. 9), östlich von den roten Sandsteinfelsen, die das Ostufer der Roten Bai bilden.

Der Hekla Hook-Typ hat alpine Formen, wie man sie z. B. in den Hohen Tauern und den Zillertaler Alpen sieht. Er besteht auch aus ähnlichen Gesteinen, wie diese. Er ist kreuz und quer von Tälern durchschnitten, die von steilenWänden eingefaßt sind. Der Boden dieser Täler liegt heute teilweise unter dem Meeresniveau und ist überflutet wie in der Kreuz-Bai und in den Fjorden, die sie verzweigen. Wo er über dem Meer liegt, ist er fast immer von Gletschern

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

bedeckt und war es früher noch mehr, wie die trogförmigen Formen heute eisfreier Täler, ferner Rundköcker und geschliffene Felsen darin und runde Inseln in den Fjorden bekunden. Die Talwände sind zersprungen und unten von Blockhalden begleitet; auch die Gipfel und Grate sind durch Verwitterung zerfressen und durchrissen. Die Verwitterungsformen und ihre Produkte sind zum großen Teil älter als die Eiszeit, denn sie sind in den sichtlich vom Eise gestalteten Felsteilen seltener. Letztere liegen unten und man kann hier ausschließen, daß das Eis früher nicht das ganze Land, sondern nur seine unteren Partien bedeckt hat. hat. Häufig kann man auch obere Schliffgrenzen sehen.

Im Hekla Hook-Typ ist, wie man sagen könnte, kein Riß und keine Kluft im Gestein von der Talbildung unbenutzt geblieben, sei es, daß Risse und Klüfte auf Verwitterung oder auf der Struktur der Gesteine oder auf beiden beruhen. So ist die Fülle der Talformen, nämlich der Mulden und Nischen und Kare, sowie der Talrisse, die von jenen herabführen, und der großen Taltröge unten außerordentlich groß. Kare findet man in allen Entwicklungsstadien, von geringen steilwandigen Eintiefungen in den Graten an bis zu den tiefen Scharten, die letztere ganz durchbrechen. Ihren Boden sieht man nicht, da er meistens von Schnee und Eis bedeckt ist, die darauf kleine Gletscher bilden, welche wie angeklemmt an den Felswänden liegen (siehe unten), oder Sattelgletscher, die den Hintergrund der Kare mit überziehen und nun auf beiden Seiten zu den Fjorden herabhängen, wie z. B. am Haakongebirge. Häufig sieht man auch Trichter in den Wänden, bei denen die Karform noch nicht ausgeprägt ist, und aus denselben steile Gletscher zu den Haupttälern herabströmen. Kare, Mulden und Trichter finden sich in allen Höhen abwärts bis zum Meeresniveau.

Der vierte Formentyp Spitzbergens gehört dem Urgebirge, also dem Gneis und dem Granit an. Ich sah ihn zwischen der Magdalena-Bai und der Roten Bai, wo das Urgebirge die Nordwestecke der Insel erfüllt. Er hat steilwandige klotzige Felsformen (Figur 4), die nach oben an etwas abgerundeten Kanten in Hochflächen übergehen, die nicht eben sind, sondern mit niedrigen runden Kuppen besetzt. Die Dänische und die Amsterdam Insel, Kloven-Kliff, Vogelsang und die beiden Norwegischen Inseln haben diesen Typ, desgleichen die Küstenfelsen ihnen gegenüber. Schon zwischen den sieben Gletschern nördlich vom Eingang der Königs-Bai sieht man seine Formen.

Die Talbildung ist im Urgebirge nicht so reich wie im Hekla Hook und hat gröbere Formen. Auch hier schließt sie wohl oft an Klüfte an, die im Gestein vorhanden waren. Denn die Wände der Täler sind steil, wie Kluftwände, desgleichen ihr Hintergrund. Die Talböden sind breit und kurz. Wasser-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

erosion könnte solche Formen nicht schaffen, da sie zu kurz sind, um die Wasserkraft sich entfalten zu lassen. Eiskraft war dabei tätig, denn man sieht in den Schliffen der Wände ihre Spuren, doch ist nicht anzunehmen, daß sie allein diese Täler schuf, sondern wol nur daß sie Klüfte ausgearbeitet hat.

A. Miethe phot.

Figur 4.

Granitfelsen am Westufer der Roten Bai.

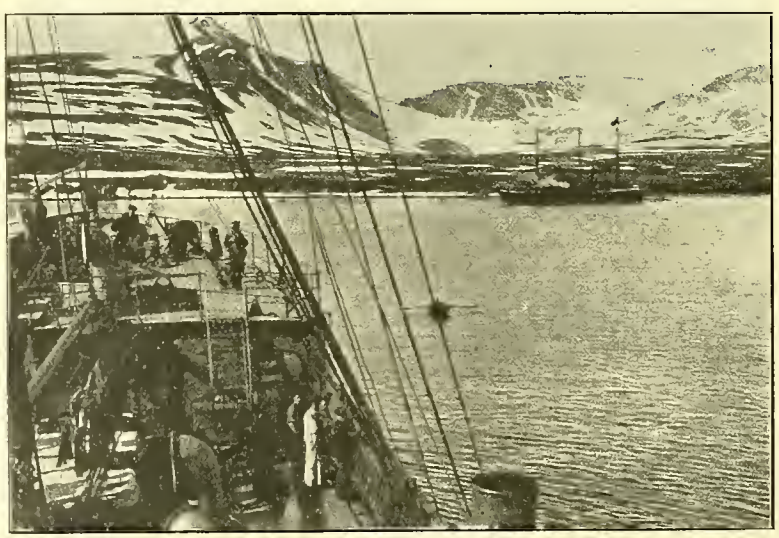
Die Oberflächenformen der Klötze sind gerundet und anscheinend vom Eise geglättet; selbst auf den Oberflächen der p. 16 erwähnten kleinen Inseln sieht man Rundhöckerformen. Nur hat starke Verwitterung diese teilweise wieder zerstört und z. B. auf der Ostseite der Dänen-Insel in rauhe, durchklüftete und nun von Schneerunsen durchzogenen Formen umgestaltet. Aus den Klüften und Trichtern der Höhen ziehen dann Schuttstreifen herab, die stellenweise, z. B. am Westufer der Foul Bai, mit Eis durchmengt sind. Die Talböden sind von Blockmeeren bedeckt, wie an der Virgo-Bai. Die Blöcke sind stark verwittert, sichtlich auch durch Winde erodiert, die in der Virgo-Bai sehr heftig sind, so daß ich im einzelnen nicht entscheiden konnte, ob sie durch Eistransport dorthin gebracht oder an Ort und Stelle aus dem anstehenden Fels ausgewittert waren, da die für diese beiden Fälle charakteristischen Merkmale zerstört sind. Beides ist möglich.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

IV. Die Vereisungstypen Spitzbergens.

Über Art und Umfang der Vereisung Spitzbergens ist in den vorigen Abschnitten bereits einiges gesagt worden. Jetzt sollen Einzelheiten der Eisbildungen noch im Zusammenhange behandelt werden.

Man kann auf der Inselgruppe vier Vereisungstypen unterscheiden, nämlich Stufenvereisungen, Nischengletscher, Hochlandeiskappen und Talgletscher, zu denen vielleicht als ein fünfter nach Inlandeis zu nennen wäre. Die ersten beiden Typen liegen an den Talwänden, der dritte auf den Hochflächen des Landes, der vierte auf den tiefen Talböden, während der fünfte, das Inlandeis, alle vier Typen in sich vereinigt, falls man ihn gelten läßt.



A. Miethe phot.

Figur 5.

Stufenvereisungen am Ostufer der Grünen Bai.

Stufenvereisungen findet man im Eisfjordgebiet; sie sind für dessen Landformen charakteristisch und auf sie beschränkt. Ich verstehe darunter Eishänge, die durch den Treppenbau der Talwände gehalten werden, und sich durch ihn so weit entwickeln können, daß sie die Talwände ganz überkleiden. Ich sah sie an den Abhängen des Nordenskjöld-Landes an der Südseite des Eisfjords, wo auf den Böden der Treppenstufen neben Felsschutt auch Schnee lag, immer am Fuße und im Schutze des Abfalls der nächst höheren Stufe.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Er bildete somit weiße Streifen an den Wänden der Baien und Täler. Man sah das im Juli in verschiedenen Höhen und fast durchweg auch noch auf der untersten Stufe, also am Strand (Figur 5).

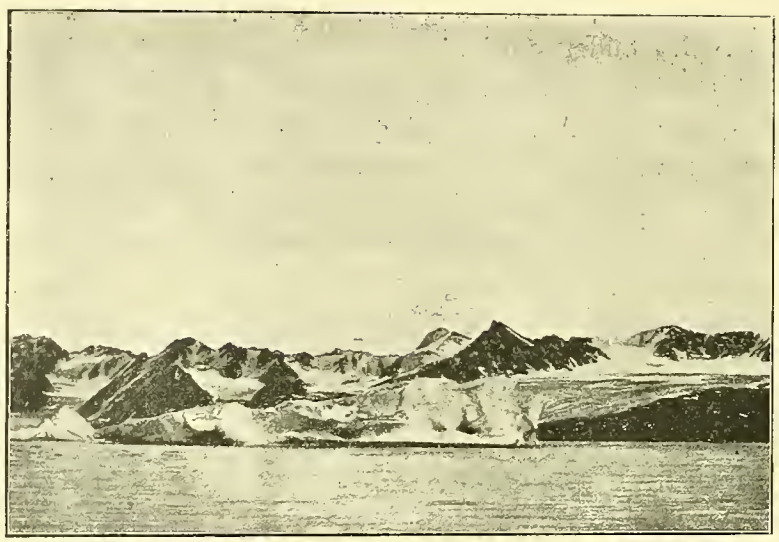
Bisweilen waren die Böden der Stufen ganz mit Schnee bedeckt, so daß auch der Abfall der nächst höheren darin verschwand. Stellenweise wurden mehrere Stufen durch einen gemeinsamen Schneehang verbunden, so daß man nur noch hier und da die Stufenkanten daraus hervorstecken sah. (Figur 5 oben.) Wenn ein solcher Schneehang liegen bleibt und vereist, entsteht eine Stufenvereisung. Im Süden und Südosten der Grünen Bai dürften einzelne Eishänge, die bis unten herabgingen, ohne oben mit Plateaueis in Verbindung zu stehen, dazu gehören. Auf den Talböden unten können sie in Talgletscher übergehen. Der stark zerklüftete Gletscher aber, der im Südwesten der Grünen Bai bis ins Meer hinausströmt, entstand nicht in dieser Weise, sondern aus den Nischen eines carbonischen Kalkrückens, der den Eingang des Eisfjordes durchquert und das Westufer der Grünen Bai in einigem Abstand begleitet. Die Stufenvereisungen gehören nur den treppenförmig abfallenden Wänden der Sandsteinplateaus an.

Der Norden des Eisfjords ist stärker vereist als seine Südseite. Dabei kommen Stufenvereisungen gelegentlich auch vor, doch wesentlich sieht man dort andere Typen, entsprechend den anderen Landformen, die hier herrschen, nämlich große Talgletscher, die zwischen den erwähnten Rücken härteren Gesteins von einem gemeinsamen Nährgebiet zumeist mit geringer Neigung zum Fjorde herausströmen und zweitens Nischengletscher, die sich in den Nischen dieser Felsrücken und Klötze sammeln. Nicht selten sind die Täler in diesen Rücken oben oder an den Stufenkanten, die sie durchschneiden, trichterförmig erweitert und enthalten dann Schneefüllungen, von denen sich auch Gletscher herabziehen. So ist es gleich am Eingang des Eisfjords, westlich von der Safebai, ferner an der östlichen Wand des hintersten rechten Nährarms des von Postgletschers, an der Ostwand des Gips-Tals, an der Südwand des Hörbyegletschers und an anderen Stellen. Neben solchen Bildungen treten Stufenvereisungen im Norden des Eisfjords entschieden zurück, ohne ganz zu fehlen. Sie scheinen wesentlich zum jungen Sandsteinland zu gehören, wo der Treppenbau der Wände am häufigsten ist. In den alten roten Sandsteinen sah ich diese Form der Vereisung auch nicht.

Als den zweiten Vereisungstyp nannte ich die Nischengletscher und möchte damit alle die Eisbildungen zusammenfassen, die in Eintiefungen der Talwände, der Gipfel und der Grate liegen. Ihre Heimat ist das Hekla Hook-Gebirge mit seinen Schartungen jeder Art und jedes Entwicklungsstadiums

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

von den Schichtfugen und Verwitterungsklüften an über Talrisse, Trichtertäler und Kare hinweg bis zu Scharten und Pässen, welche die Felsen ganz durchschneiden. In jeder solchen Eintiefung kann sich Schnee sammeln und vereisen, und so ist das Hekla Hook-Gebirge mit seinem Reichtum an Nischen von Schnee- und Eisbildungen völlig durchsetzt (Figur 6 und 7). Es gibt darin auch ganz vereiste Gipfel und Kuppen.



F. Leiber phot.

Figur 6.

Vereisung des Hekla Hook-Gebirges in der Kreuz-Bai.

In den Gebieten der anderen Landform-Typen fehlen Nischenvereisungen nicht, sind aber seltener. Von den postdevonischen Felsrücken der Nordseite des Eisfjords wurden sie soeben (p. 19) erwähnt; im Urgebirge kommen sie oft vor, doch nicht so häufig wie im Hekla Hook; am seltensten sind sie wohl in den Sandsteingebieten mit Treppenbau.

Der dritte Vereisungstyp oder die Hochlandeiskuppen gehören dagegen wesentlich dem Urgebirge mit seinen hügeligen und welligen Hochflächen an, auf denen der Schnee Ansatzstellen in geschützten Vertiefungen findet, von denen aus er die Hochflächen dann allmählich ganz überzieht. So ist es wohl auf Neu Friesland, östlich der Wijde Bai, das wir freilich nicht besuchen konnten, weil uns Meereis zurückhielt; wir sahen dort aus der Ferne eine fast zusammenhängende, nur von einzelnen Felskanten und Ecken durchbrochene eisige Kappe, die sich zu der über der Küste gelegenen Plateaukante herabwölbte und durch deren Scharten steile Gletscher zum Meere

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

entsandte. Wir haben sie zunächst für eine Nebelbank gehalten, waren dann aber gewiß, daß es Eis und Schnee war.

Das Urgebirgsgebiet im Nordwesten der Inselgruppe ist nicht so völlig von Eis überzogen wie Neu Friesland. Die Kuppen und Rücken der Felsen sind hier oft frei, doch zwischen ihnen liegt überall Eis und bildet so eine Decke, aus der jene als Nunataks hervorragen (Figur 8). In Buchten und Täler, die in diese Decke einschneiden, stürzt das Eis meist steil herab, woraus man schließen darf, daß die Talschlüsse steil sind.

A. Miethe phot.

Figur 7.

Kargletscher an der Ostwand des Haakon-Gebirges in der Möller-Bai.

Die Felsen sind im Urgestein etwas weniger zerklüftet und geschartet als im Hekla Hook-Gebirge, und deshalb auch nicht so überreich von Schnee und Eis durchzogen wie dort. Auch sind ihre äußeren, zum Meer gekehrten Westseiten weniger vereist als die Ostseiten, z. B. auf der Dänen- und auf der Amsterdam-Insel, weil auf ersteren die herrschenden Westwinde den Ansatz von Schnee erschweren. Wo sich auf den Ostseiten der Wind fängt, wie in der Virgo Bai (p. 17), fehlt die Vereisung auch im Osten, und wo andererseits nach Westen geöffnete Buchten aus irgend einem lokalen Grunde windgeschützt sind, wie die Magdalena-Bai, ist die Vereisung auch an der Westseite stark. Für den Grad ihrer Entwicklung dürfte also außer den mehr oder weniger reich durchklüfteten Felsformen die Lage zum Meer, oder richtiger, zum herrschenden Wind, eine bestimmende Rolle spielen. Im Schutz gegen Wind ist die Vereisung am größten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Aus diesem Grunde haben die Sandsteinbänder die geringste Vereisung. Sie können keine Hochlandeiskappen bilden, wie die Urgebirgsklötze, weil ihre Hochflächen schutzloser sind, als bei diesen, und keine Nischengletscher, weil ihnen Nischen fehlen. Man sieht das sowohl bei den jungen Sandsteinplateaus des Eisfjordgebiets wie bei dem Old Red-Plateau des Nordens östlich von der Roten Bai. Auf diesem sah ich lokal umgrenzte Eisbezirke, doch keine zusammenhängende Decke, während die Glimmerschieferzüge westlich und die Urgebirgsklötze östlich von ihm reichliche Vereisungen hatten. Auch verdanke ich Herrn A. Hoel die Mitteilung, daß rote Sandsteinfelsen im Innern der Insel

M. Reich phot.

Figur 8.

Urgebirgsvereisung am Westufer der Roten Bai.

eisfrei sind. Der Grund liegt wohl immer in der Schutzlosigkeit der Sandsteinflächen. Denn ihre Entfernung vom Meere kann nicht der Grund sein, da sowohl näher, wie ferner, als sie, vom Meer und damit von den Westwinden, die Niederschlag bringen, gelegene Gebiete Vereisungen haben. Der Gesteinscharakter kann auch nicht der Grund sein, denn die jungen Sandsteine im Eisfjord haben Vereisungen, die alten an der Nordküste nicht; der Sandsteincharakter ist also nicht entscheidend.

Je mehr Schutzstellen aber in den Felsformen vorhanden sind und je günstiger dieselben zu den herrschenden Winden liegen, desto stärker ist die Vereisung. Im Hekla Hook-Gebirge ist sie wegen der Fülle der Schutzstellen am stärksten, demnächst im Urgebirge, namentlich wo es von den herrschenden Westwinden abliegt, und am geringsten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

auf den ebenen Sandsteinplateaus. Diesen Einfluß des Windschutzes auf die Entwicklung einer Vereisung sah ich ähnlich in der Antarktis, wo frei und schutzlos liegende Eisberge nicht mehr wachsen, während unmittelbar daneben gelegene Inlandeiscomplexe, die Schutz bieten, sich noch weiter entwickeln.

Stufen-, Nischen- und Hochland-Vereisungen bestehen für sich allein oder gehen unten in Talgletscher über, den vierten Vereisungstypus, den ich genannt habe. Ob ersteres oder letzteres der Fall ist, hängt natürlich davon ab. wo die betreffende Eisbildung endigt. Einige Nischengletscher der Kreuz-Bai, z. B. des Haakon-Gebirges, endigen selbständig an den Wänden über der Bai (Figur 7); das gleiche gilt von Teilen der Hochlandeiskappen, z. B. auf Neu Friesland, und auch eine Stufenvereisung der Grünen Bai endigte selbständig unten am Meer (Figur 5). Solche Bildungen stoßen ihre überschüssigen Massen auch direkt ins Meer ab, wo sie forttreiben. An anderen Stellen fließen die genannten Vereisungstypen dagegen auf Talböden unten zu großen Gletschern zusammen und sind dann die Nährgebiete von Talgletschern.

Es ist nun nicht angängig, die ersten drei Typen durchweg als Nährgebiete und den vierten als ihr Abflußgebiet zu bezeichnen, da die ersteren auch unter die Schneegrenze herabgehen und der letztere auch über ihr vorkommt. Dieser gehört also teilweise selbst noch zum Nährgebiet, jene zu den Abflußgebieten. Der Lilliehook, ein großer Talgletscher, war z. B. Ende Juli noch in 100 m Höhe mit Schnee bedeckt, und auf den Gletschern der Roten Bai sah ich dasselbe Anfang August in noch tieferer Lage, während andererseits damals einige Nischengletscher der Kreuz-Bai schon schneefrei waren. Jener lag also noch und dieser nicht mehr im Nährgebiet. Die Schneegrenze ist augenscheinlich stark lokal beeinflußt. Auf den Felsen schätzt A. Hoel ihre Höhe zu 300—400 m, auf manchen Gletschern und an unbesonnten Hängen liegt sie aber sicher tiefer und geht bis zum Meeresniveau herab. Deshalb können alle vier Vereisungstypen teils Nähr- und teils Abflußgebiete sein, nur daß die drei ersten ihrer meist höheren Lage wegen häufiger zum Nährgebiet und die Talgletscher häufiger zum Abflußgebiet gehören werden.

Die Nährgebiete der Talgletscher haben somit recht verschiedene Formen. Es sind teils Komplexe von Scharten, Nischen und Karen, wie in den Alpen, die ihr Eis zu einem großen Talgletscher vereinigen, teils sind es Hochlandeiskappen, wie in Norwegen, welche Eiszungen in die Täler umher herabsenden, teils sind es die Taltröge selbst. Nach dem früher gesagten ist es verständlich, daß die alpine Form des Nährgebiets im Hekla Hook und die norwegische im Urgebirge vorherrscht. Die Sandsteingebiete haben beide, doch beide weniger entwickelt, da in ihnen Nischeneisbildungen seltener sind,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

als im Hekla Hook, und Plateaueisbildungen seltener als im Urgebirge. Dafür haben sie Stufenvereisungen, die auch Nährgebiete von Talgletschern sein können, die Bedeutung der anderen Nährgebiete aber nicht erreichen.

Die Talgletscher selbst haben in den verschiedenen Gebieten Spitzbergens im großen und ganzen ähnliche Formen, gleichgültig, ob sie in den Tälern ernährt werden oder die Abflüsse von Stufen-, Nischen- oder Hochland-Vereisungen sind. Das liegt natürlich an der Ähnlichkeit der großen Talformen, wie sie in den verschiedenen Bezirken trotz mancher Unterschiede im einzelnen besteht. Überall walten die Trogformen vor und darin die Troggletscher, wo sie auch liegen. Nur die Übergänge dieser Gletscher zu den Nährgebieten, also zu den Stufen-, Nischen- und Hochflächen-Vereisungen sind an Steilheit und Breite so verschieden, wie es diese sind.

Die Entwicklung der Talgletscher verdient insofern noch besondere Beachtung, als sie auch jene Eisbildung umfaßt, die als das Inlandeis Spitzbergens bezeichnet worden ist. Sie sind nämlich vielfach so kräftig ernährt — durch Schneeschüttungen in den Tälern selbst und durch Zuflüsse aus den verschiedenen Formen der hohen Nährgebiete — daß sie ihre Täler ganz erfüllen und über Scharten und Wasserscheiden hinweg in die Nebentäler hinüberquellen und dann mit deren Eisbildungen vereint weiter strömen.

Einem solchen ganz erfüllten Talzug gehören z. B. Monaco- und Drei Kronen-Gletscher, sowie die Scheide zwischen beiden, das Isachsen-Eisplateau an. Das Eis sammelt sich hier aus den verschieden geformten Nährgebieten höherer Berge und Rücken zu beiden Seiten des Talzuges, sowie in diesem selbst. Die Ernährung ist so reichlich, daß die Scheide zwischen Monaco- und Drei Kronen-Gletscher ganz übereist ist — es ist das heutige Isachsen-Plateau — und desgleichen die Pässe und Scheiden, die zu den der Kreuz- und der Königs-Bai tributären Tälern hinüberführen. Die Talgletscher dieser letzteren werden also nicht nur von den Höhen, die sie selbst begleiten, gespeist, sondern auch aus dem genannten großen Talzuge dahinter. Wir haben hier ein zusammenhängendes System großer Talgletscher, ein Eisstromnetz, welches alle Tiefenzüge zwischen den Höhen durchzieht.

Ähnlich ist es in anderen Teilen Spitzbergens, z. B. in der nördlichen Umgebung des Eisfjords, und wir müssen solche Talnetz-Vereisungen wohl von Plateau-Vereisungen unterscheiden, von denen Gletscher ausgehen und nach verschiedenen Seiten in die Täler herabsteigen, wie in Norwegen und in den Urgebirgsgebieten Spitzbergens. In diesen letzteren Fällen haben wir gemeinsame Nährgebiete und getrennte Gletscherzungen, in den Talnetzen aber zusammen-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

hängende Gletscher- also Abfluß-Systeme mit getrennten Nährgebieten, die auf den Höhen liegen und auf den Gletschern selbst. Im ersteren Fall sind also die Eisbildungen der Höhen geschlossen, im letzteren die der Tiefenzüge.

In Spitzbergen hat man nun die beiden geschlossenen Vereisungsformen als Inlandeis bezeichnet, nämlich das Plateaueis Neu Friedlands und auch des Nordostlandes sowohl, wie auf der anderen Seite die Talgletschersysteme der Kreuz-Bai, der Königs-Bai und des Eisfjords, doch dürfte die Bezeichnung Inlandeis in beiden Fällen nicht zutreffen. Denn die ersteren Bildungen sind nichts anderes als der norwegische Gletschertypus, nämlich hohe gemeinsame Nährgebiete, von denen Gletscherzungen abfließen, und den zweiten Fall, die Talgletschersysteme, könnte man am besten mit dem Alaska- oder Malaspina-Vereisungstypus vergleichen; auch bei diesem ist das Nährgebiet aufgelöst, während im Abflußgebiet unten Sammlung des Eises und Überstauung der Landformen erfolgt.

Ein wirkliches Inlandeis gibt es sonach in Spitzbergen nicht. Nur darin gleichen die Talgletschersysteme des Landes einem Inlandeis und weichen gleichzeitig vom Malaspinatypus ab, daß ihre Ernährung nicht allein von den Höhen her, sondern auch noch durch Schneeschüttungen in den Tälern erfolgt. Auch ein Inlandeis wird — von lokalen Verhältnissen abgesehen — in seinem ganzen Umfang gespeist, während die Malaspina-Vereisung eine Gletscherzunge, also ein Abflußgebiet ist.

Nach dem hier gesagten könnte man ganz allgemein zu der folgenden Klassifikation der Eisbildungen kommen:

I. Alpiner Typus: Ernährung aus umgrenzten, isolierten Hohlformen der Höhen, also aus Trichtern, Mulden, Klüften und Karen; Sammlung und Abfluß in umgrenzten einzelnen Tälern; also Auflösung im Nähr- und im Abflußgebiet.

II. Norwegischer Typus: Ernährung aus geschlossenen Bildungen der Höhen; Abfluß in davon ausstrahlenden einzelnen Zungen; also Geschlossenheit im Nähr-, Auflösung im Abflußgebiet.

III. Alaska-Typus: Ernährung aus umgrenzten, isolierten Hohlformen der Höhen, wie beim Alpinen Typus; Sammlung und gemeinsamer Abfluß in der Tiefe; also Auflösung im Nährgebiet, Geschlossenheit im Abflußgebiet.

IV. Inlandeis-Typus: Ernährung aus geschlossenen Bildungen der Hochflächen oder der hohen Talformen, deren Füllungen zusammenquellen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

und dazu aus den Schneeschüttungen im ganzen Umkreis der Vereisung; weiteres Zusammenquellen und gemeinsamer, erst ganz zuletzt ein wenig gelappter Abfluß in der Tiefe; also Geschlossenheit im Nähr- und im Abflußgebiet.

In diesen vier Klassen dürften alle Eisbildungen der Erde unterzubringen sein. Weitere Klassifikationen, die man machen will, hängen von Einzelheiten der Landformen ab, die ihren Einfluß selbst bei den größten Inlandeisbildungen erkennen lassen. Es würde sich bei weiteren Gliederungen also mehr um eine Klassifikation der Landformen als der Vereisungen handeln, während die obige auf die Landformen nur sekundär Rücksicht nimmt und primär auf der Entwicklungsart der Vereisung beruht. Und wenn das Talgletschersystem Spitzbergens auch zwischen den Typen III und IV steht, wie ich erwähnte, so wird seine Stellung damit nicht unklar. Seiner heutigen Entwicklung nach gehört es zu III und hat dazu auch in der Eiszeit gehört. Ein Inlandeis würde es erst werden, wenn die Ernährung so mächtig würde, daß sich das Eis auf den Höhen und in der Tiefe ganz zusammenschlösse. Daß die Talgletscher teilweise auch in der Tiefe ernährt sind, ändert an dieser Tatsache nichts und ebensowenig der Umstand, daß ihre Höhenernährung teils in alpiner, teils in norwegischer Weise erfolgt. Das sind untergeordnete Modifikationen, welche die obige Klassifikation nicht verwischen. Wegen seiner Auflösung meist schon in den Nährgebieten und noch in den Abflußgebieten, ist Spitzbergens Vereisung kein Inlandeis. Oben und unten liegt sie auf und in den verschiedenartigsten Formen und schließt sich gelegentlich auch in verschiedener Weise über denselben zusammen, doch sie tritt nicht überall und nicht allen Formentypen gegenüber in gleicher Weise geschlossen auf und ermangelt damit des Hauptcharakterszuges, der zum Wesen des Inlandeises gehört. Neben ganz vereisten Höhen und Tälern aller Formen finden sich überall auch gänzlich eisfreie (Sassental). Wir haben also keine Eisüberschwemmung des ganzen Landes, sondern nur lokal gesteigerte Vereisungen einzelner Teile desselben, also kein Inlandeis.

V. Einzelbeobachtungen über die Vereisung Spitzbergens.

Nach der voranstehenden Gruppierung der Eisformen stelle ich im folgenden die Beobachtungen zusammen, die ich an den Gletschern Spitzbergens im einzelnen anstellen konnte. Sie sind teilweise im vorigen Abschnitt schon mit verwertet worden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

A. Die Gletscher des Eisfjords.

1. In der SW Ecke der Grünen Bai erreicht ein stark zerklüfteter Gletscher das Meer. Seine Oberfläche ist bis zuletzt geneigt. Er kommt aus Mulden eines carbonischen Felsrückens her, sammelt sich in einem Tal und strömt zuletzt über niedriges Vorland bis ans Meer, dürfte aber keine Eisberge bilden, sondern nur kleinere Eisstücke abstoßen, da seine Zunge nicht eintaucht, sondern nur unterspült wird.

Die Südseite der Grünen Bai hat Stufenvereisungen, nämlich Firnfelder. welche die abgestuften Talwände mehr oder weniger überkleiden. Sie gehen fast bis ans Meer. (16. VII. 10.)

2. Der von Postgletscher wird hauptsächlich von der rechten nördlichen Seite her ernährt, da ihm von hier fünf Seitengletscher zuströmen, und außerdem über einen verhältnismässig niedrigen Paß im Osten. Von seinen rechten Seitengletschern drängt der tiefere immer das Eis und die Moränen des höheren südwärts ab, sodaß die Moränen südöstwärts convexe Bogen bilden.

Der unterste rechte Seitengletscher liegt hoch, der zweite und breiteste tief, der dritte höher als der zweite, doch noch tiefer als der erste, der vierte etwa so hoch wie der erste.

Der vierte erhält Trichtergletscher von links. Der fünfte sammelt sich zwischen ihn wenig überhöhenden Felskuppen und liegt schon etwa so hoch, wie der östliche Talhintergrund.

Der unterste Nebengletscher wird durch eine starke Moräne am Meere nach links zum Hauptgletscher hin abgedrängt, vereinigt sich aber nicht mehr völlig mit diesem, sondern nur mit seiner linken Seite und läßt daher zwischen seinem vorderen Rand und dem des Hauptgletschers eine Bucht.

Der Hauptgletscher endigt am Meer mit einer Steilwand, in deren rechter Hälfte man die Moränen der rechten Seitengletscher sieht. Sie bilden darin vertikale dunkle Streifen und an der Oberfläche Schuttwälle. Ich konnte nicht feststellen, ob der Schutt in den Streifen ganz bis unten reicht, hatte aber den Eindruck, daß er in der Nähe der Oberfläche am reichlichsten war. (18. VII. 10.)

3. Das Gipstal ist ein länglicher, am Meere offener, sonst steilwandig umrandeter Zirkus. Von Plateaueis links (also östlich vom Tal) kommen mindestens zwei steile Gletscher hinab, deren Enden im Schutt ersticken. Im Hintergrunde des Gipstals liegt ein Talgletscher, der sich aus mindestens zwei Tälern sammelt. Von rechts (Westen) kommen zwei Täler zum Haupttal. Ob das untere einen Gletscher enthält, konnte ich nicht sehen; das obere hat

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

einen, der sich aus zwei Tälern sammelt. Seine Zunge ist dick mit Schutt bedeckt und von Radialspalten zerklüftet. (18. VII. 10.)

4. Der Hintergrund der Klaas Billen Bai ist überaus gletscherreich. Der Nordenskjöld-Gletscher strömt der Bai dort von Nordosten und der Hörbye-Gletscher von Nordwesten zu. Letzterer liegt tief zwischen hohen Talwänden, die ihrerseits auch reich durchtalt sind und Gletscher beherbergen. Ich zähle vier solche Nebengletscher von rechts, dann den Hauptgletscher, aus zwei Ästen gesammelt, dann vier Gletscher von links, letztere steiler und kürzer als die rechten. Es können auch noch mehr sein.

Der Nordenskjöld-Gletscher sammelt sich zwischen hohen, steilen Plateaustücken, die von Moränen umkränzt sind. Seine Oberfläche fällt von diesen Felsen des Hintergrundes in zwei Absätzen zum Fjord, verhältnismässig steil und kurz. Vor dem Gletscher liegt ein etwa 5 m hoher Eisberg und mehrere kleine Eisstücke. Der Fjord ist bis zum Ende des Gletschers tief. Die linke Seite des Gletschers hat starke Moränenentwicklung, die von Nebengletschern, welche aus der linken Talwand herauskommen, herrührt. (18. VII. 10.)

B. Die Gletscher zwischen Eisfjord und Königs-Bai.

5. An der Küste Westspitzbergens nördlich vom Eisfjord sieht man viele Gletscher, deren Enden nahe am Meere in starken Moränen liegen. (19. VII. 10.)

6. König Karls Vorland hat kegelförmige Berge, die von Gletschern umströmt sind. (20. VII. 10.)

Die Insel ist eine Kegelkette, doch sind die Berge nicht so spitz, wie auf der Hauptinsel. Sie hat mehrere Talgletscher, von denen zwei oder drei bis nahe ans Meer, doch nicht bis ins Meer strömen. Gegen den Eisfjord, also nach Süden hin, wird sie niedriger, sodaß man von außen über sie hinweg die dahinter auf der Hauptinsel liegenden Talgletscher sieht.

C. Die Gletscher der Königs-Bai.

7. In dem Hintergrund der Königs-Bai endigt der gewaltig breite Königs-Gletscher mit einer Steilwand, die durch den Ossian Sars Felsen in zwei Hälften geteilt wird.

Die linke südliche Hälfte zeigt an der vorderen Steilwand im allgemeinen horizontale Bänderung, die aber vielfach verworfen und dann auch geneigt ist. Spaltbänder setzen schräge durch sie hindurch. Am Fuße der Steilwand ist eine fortlaufende Kehle in der Wasserlinie, die nur an zwei Stellen unterbrochen ist, weil die betreffenden Stellen der Steilwand sich augenscheinlich gesenkt haben, sodaß die Kehle nun unter dem Wasserspiegel

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

liegt. Man sieht hieraus, daß die Loslösung von Eisbergen durch Niedersinken erfolgt.

Östlich, also hinter dem Ossian Sarsfelsen, zieht der Eisrand über Rundhöcker und biegt auf deren Kuppen etwas weiter nach Osten zurück, als in den Senken dazwischen. Er ist also schwach gelappt. Er ist steil gewölbt und bisweilen eine senkrechte Wand. Man sieht dort überall eine sehr dichte Bänderung, die in dem obersten Viertel der Höhe des Randes viele Steine enthält, dann weniger und erst ganz unten nahe am Boden wieder sehr viele. Unmittelbar über dem Boden zwischen diesem und dem Eis liegt eine dünne Steinlage ohne Eis. Auf der Oberfläche des Eises liegt geschichtete Moräne. Dem Rande entströmen viele kleine Bäche, die sich in das Eis eingegraben haben, doch nicht tief.

Vor dem Eisrand liegt dort eine mächtige Halde eckiger Gesteine. Die kleinen liegen ihm am nächsten, die gröberen weiter ab. Von der Oberfläche des Eises stürzen dauernd Steine nach und man sieht, wie die großen dann viel weiter springen und rollen, als die kleinen. Die Halde ist aber nicht ausschließlich eckiges Oberflächenmaterial, sondern enthält auch Geschiebe mit Schrammen. Der Eisrand hat sich also hier zurückgezogen.

Auch die tiefe Zerschrundung der linken Gletscherhälfte deutet auf Rückgang. Desgleichen eine zwischen ihr und der Südseite des Ossian Sarsfelsens liegende starke, von Bächen zerschnittene Ufer-Moräne, die aus verschiedenen Gesteinen besteht. Sie enthält neben Hekla Hook-Schiefern und den roten devonischen Gesteinen (Sandsteinen und Conglomeraten) auch viel Urgestein.

Der Gletscher sammelt sich also nicht nur aus der näheren Umgebung zwischen den Drei Kronen und den Felsen nördlich von ihnen, wo Devon ansteht, sondern auch von Norden her, da Hekla Hook und Urgestein erst nördlich von der Königs-Bai aus den Gebieten östlich der Kreuz-Bai bekannt ist. Hauptsächlich besteht die Moräne allerdings aus devonischen Sandsteinen und Conglomeraten und daraus entstandenen roten Sanden und Schlammen. Die Aufarbeitung der devonischen Gesteine zu Schlamm ist sehr stark. Man sieht in der Ufermoräne dicke verfestigte Schlammlagen, die von Bächen in vielgestaltige Spitzen, Zacken und Säulen zerschnitten sind. Die Urgesteine sind weniger aufgearbeitet und in der Moräne als schöne größere Geschiebe vertreten.

In der vorderen Steilwand der linken Gletscherhälfte liegt nahe der rechten Seite, also nahe dem Ossian Sarsfelsen, in der Wasserlinie eine große

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Grotte mit rot gefärbtem Wasser. Offenbar tritt dort unter dem Eis ein Bach aus, der von dem roten Schlamm der Moräne gefärbt ist. Frisches Bachwasser lassen dort auch die vielen Vögel, die in der Grotte sitzen, vermuten. (27. VII. 10.)

Früher reichte dieser Gletscher weiter nach Westen, denn die Loven-Inseln sind noch ganz geschliffen und mit Geschieben bedeckt. (9. VIII. 10.)

Die rechte nördliche Hälfte des Königs-Gletschers hat auch eine Steilwand am Meer, und darin eine Kehle im Meeresniveau, die bei Ebbe über 1 m hoch ist (Figur 9).

M. Reich phot.

Figur 9.
Kehle in der Steilwand des Königsgletschers.

Diese Hälfte hat am Ende eine gewaltige rechte Seitenmoräne, die aus meist eckigen Gesteinen der Hekla Hook- und der Gneisformation besteht. Sie setzt sich aus mehreren Moränen zusammen, nämlich aus der rechten Seitenmoräne des Hauptgletschers selbst und aus den linken und rechten Seitenmoränen zweier Nebengletscher, die jenem von rechts zuströmen. Die Nebengletscher ersticken im eigenen Schutt, sodaß ihre Seitenmoränen schließlich alle zusammenlaufen.

Die Eisoberfläche dieser Hälfte des Hauptgletschers ist hüglich, doch sind die Hügel nur niedrig, kaum 1 m hoch. Die Spalten sind in der Tiefe vielfach geschlossen, denn in ihnen steht Wasser. Dieser Gletscher ist von seiner rechten Seite bis zu einem Felsen, der ihn etwa in der Mitte durchbricht, leicht zu begehen. Dieser Felsen wird ganz vom Eis umflossen und von ihm

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

gehen Moränen aus, die sich bis zur Steilwand des Gletschers am Meer verfolgen lassen. Eine Moräne sieht man aber auch schon oberhalb des Felsens auf der Eisoberfläche; sie muß von weiter östlich liegenden Felsen herkommen. Der erst erwähnte Felsen war früher ganz überströmmt, wie seine runden Formen lehren.

Das Korn des Gletschers erreicht Wallnußgröße, doch sind überall Körner verschiedener Größe gemengt. Sie zeigen runde Schmelzfiguren im innern und geschlängelte Schmelzstreifen an ihren äußeren Grenzflächen. (28. VII. 10.)

8. An der Südseite der Königs-Bai endigen die vier Lovengletscher nahe am Meer und weiter westlich, südlich von dem Kohlhafen, noch weitere in größerem Abstand vom Ufer, die ich aber nur undeutlich sah.

Die Lovengletscher endigen auf niedrigem Schuttland, zu dem sie aus höher gelegenen Talmulden steil herabfallen. So trifft man den oberen Teil des westlichsten Lovengletschers hinter dem Kalkrücken, der dort dem Ufer parallel zieht, wie in einem vollen Gefäß. Die Oberfläche des Gletschers liegt dort wenige Meter unter der Höhe des Rückens, während dieser nach Norden mit einer fast 300 m hohen unvereisten Steilwand zum Uferschuttland abfällt. Der Gletscher strömt südlich hinter dem Rücken bis zu dessen Ostecke und fällt dann um diese herum steil nach Norden zum Strand herab. Oben war er (am 9. VIII. 10) mit lockerem, feinkörnigen Schnee bedeckt und hatte östlich, also in seiner dortigen Richtung, streichende Spalten, die eine Durchquerung des Gletschers aber nicht hinderten. Erst gegen die Umbiegung hin wurden sie breiter und schwieriger.

Die Enden der Lovengletscher tragen viel Schutt. Aus und zwischen den beiden westlichen sammelt sich ein Bachsystem, an dem zwei Häuser stehen, das eine unten am Meer, das andere weiter oberhalb zwischen den Gletscherzungen. Bei diesem letzteren steht Kohle an, zwei dünne Flötze zwischen Sandsteinschichten, die nordwestlich streichen und steil südwestlich fallen. Sie streichen augenscheinlich auch unter dem westlichsten Gletscher fort, da im Moränenschutt vor diesem Kohlenstücke liegen.

Das Bachsystem hat die von den Gletscherzungen aus seewärts geneigten Schuttkegel zerschnitten und aufgelöst. Die stehen gebliebenen Reste haben dadurch eine von den Gletscherzungen teilweise radial ausstrahlende Ordnung erhalten und sehen wie Drumlins aus, sind aber nur von den Bächen zugeschnittene Gletscherschutt-Streifen.

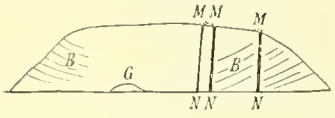
Das Eis des westlichsten Gletschers ist sehr schuttreich. Die Schuttlagen sind dünn und unter einander parallel; sie bestehen aus Steinen und Sand. Das Gletscherkorn ist klein, meist unter der Größe einer Erbse. (29. VII. 10.)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

D. Die Gletscher der Kreuz-Bai.

Der Hintergrund der Kreuz-Bai wird durch die König Haakon-Halbinsel in die Lilliehook- und die Möller-Bai gespalten, der Hintergrund der letzteren nochmals durch den Prinz Olav-Felsen in den Möller-Hafen im Westen und die Koller-Bai im Osten. Die Ostseite von Kreuz-, Möller- und Koller-Bai ist gewaltig vergletschert, die Westseite von Kreuz- und Lilliehook-Bai weniger, noch weniger die trennenden Halbinseln dazwischen. Je größer der Landkomplex ist, desto reichlicher (auch relativ) ist seine Vereisung. Das liegt daran, daß die Halbinseln und die Westseite des Systems nur die Eisbildungen haben, die in ihnen entstehen, die Ostseite dagegen auch die, welche sie von dem großen vereisten Talzug, in dem Monakogletscher, Isachsenplateau und Drei Kronengletscher liegen, durchdringen. Die Ostseite hat deshalb große Talgletscher, welche zu dem p. 24 erwähnten zusammenhängenden Netz gehören. Solche treten auch noch in den Hintergrund der Lilliehook-, Möller- und Koller-Bai ein, denn die Felsen, welche diese Baien von einander trennen, sind im Norden von diesem Netz umströmt.

9. Der südlichste große Talgletscher der Ostseite ist der 14. Juli-Gletscher. Er endigt mit einer Steilwand am Meer. Seine Oberfläche hat drei Mittelmoränen im ersten Drittel seiner Breite von Süden, die in der Steilwand als vertikale dunkle Streifen bis unten sichtbar sind. Im nördlichen Teile der Steilwand ist eine große Grotte in der Wasserlinie. Ferner sieht man in der Südhälfte flach nach Nord und in der Nordhälfte flach nach Süd, in beiden Fällen also gegen die Mitte des Gletschers geneigte Bänder. In der Mitte selbst konnte ich sie nicht sehen. (20. und 30. VII. 10.)



Figur 10.
Steilwand des 14. Juli-Gletschers.
B Bändung. G Grotte. M Moräne.
N Naht (dunkle Streifen).

10. Nördlich vom 14. Juli-Gletscher folgt der d'Arodes-Gletscher. Er hat eine Steilwand und darin eine Bänderung wie jener. Beim d'Arodes ist sie jedoch auch in der Mitte sichtbar und liegt dort horizontal. (20. VII. und 1. VIII. 10.)

Figur 11.
Steilwand des d'Arodes-Gletschers.
B Bändung.

11. Der auf den d'Arodes nach Norden nächstfolgende große Talgletscher heißt Louis Tinayre. Er endigt etwas mehr nach Osten zurückliegend in einer Bucht, die sich von der Kreuz-Bai dort abzweigt, wo diese sich in Lilliehook- und Möller-Bai spaltet.

Die Südwand dieser Bucht steigt allmählich vom Meere an und ist erst ganz oben steil. Der steile Teil hat Kare, in denen Gletscher liegen, die durch

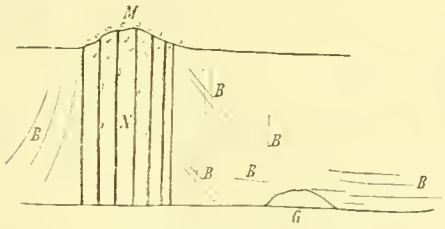
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Schneerunsen der steilen Karhinterwände gespeist werden und aus Scharten, welche die Wände durchbrechen. Die Gletscher strömen dann als breite Zungen, die von horizontalen Bändern umsäumt werden, auf dem Abhang hinab, endigen jedoch schon in einiger Höhe über dem Meer. (20. VII. 10.)

Der L. Tinayre-Gletscher selbst endigt mit einer Steilwand im Meer und wird von ihm unterspült. Dadurch werden kleinere Eisblöcke abgetrennt und stürzen ins Meer. Im Meeresniveau hat die Steilwand viele kleine Grotten, in ihrem südlichen Teil auch eine große.

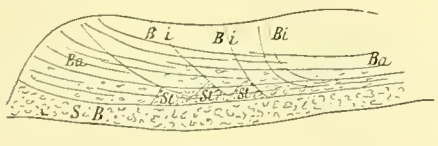
Kurz oberhalb der Steilwand strömt dem L. Tinayre von links ein Seitengletscher zu, dessen rechte Randmoräne im Tinayre Mittelmoräne wird, die in der vordern Steilwand als dunkler Streifen durch die ganze Dicke sichtbar ist. Nur die rechte Hälfte des Seitengletschers erreicht jedoch den Tinayre, während die linke selbstständig kurz vor dem Meere endigt, mit dem Steilrand des Tinayre einen nahezu rechten Winkel bildend. (Die 1906/7 aufgenommene Karte Isachsens des Fürsten von Monaco läßt auch die rechte Hälfte noch selbstständig endigen und zeichnet zwischen der Zunge des Nebengletschers und der Steilwand des L. Tinayre eine längliche Meeresbucht.)

Der dunkle Streifen, den ich erwähnte, besteht aus Steinen, Sand und Schlamm im Eis. An der Oberfläche darüber liegt Moräne. Die Zahl der Steine im Streifen ist gering, doch sind sie von oben bis unten vorhanden und zum Teil vertikal stehende Platten.



Figur 12.
B Bänderung. G Grotte. M Moräne.
N Naht (dunkler Streifen).

Die Bänderung steht zu beiden Seiten des Streifens meistens nahezu senkrecht, wird jedoch mit wachsender Entfernung von ihm immer geneigter, und zwar vom Streifen fortfallend, und schließlich horizontal (Figur 12). Einzelne Bänder südlich vom Streifen fallen schon dicht neben ihm ein wenig von ihm fort und an drei Stellen sah ich, daß sich Bänder dieser letzten Art mit ganz steilen schnitten. In den unteren Teilen der Steilwand sind die Bänder schmutzig.



Figur 13.
Ba alte Bänder. Bi junge Bänder. SB Schuttband.
St Stauung.

Der Nebengletscher wird an seiner linken Seite von einem Bach unterspült und hat dort eine Steilwand. Wo er nicht unterspült wird, ist sein Seitenrand gewölbt. An diesem Seitenrand sieht man die Durchsetzung zweier Bandsysteme (Figur 13). Das eine Ba läuft nahezu

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

parallel zum Boden, das andere Bi ist Gletscheraufwärts geneigt und zwar nahe der Oberfläche steiler, als nahe dem Boden.

Ich hatte den Eindruck, daß an beiden Systemen — die Bänder sind die Austritte von klaren Eisflächen an der Seitenwand — Verschiebungen stattfinden und zwar der oberen Eislagen über die unteren fort, da die unteren schuttreicher und daher schwerer beweglich sind. Die geneigten Bi halte ich für die jüngeren Verschiebungsflächen, die zum Boden parallelen Ba für die älteren. Letztere haben ihre Beweglichkeit eingebüßt durch Fortschmelzen ihres Eismaterials und relative Anreicherung des Schutts in ihnen dabei. Wo der Schutt am reichlichsten ist St, hört die Beweglichkeit überhaupt auf; dann wird das von oben nachdrängende Eis hier zurückgehalten und schiebt sich schließlich an den geneigten Flächen über die Stauung hinweg. Den Altersunterschied erkennt man an der verschiedenen Frische der beiden Systeme und ihrem verschiedenen Schuttgehalt. (21. und 23. VII. 10.)

12. Nördlich von L. Tinayre folgen zwei Gletscher, welche das Meer nicht erreichen und kurz vorher in starken Moränen endigen. Der nördliche liegt in einem gewaltigen Kar, dessen Boden wenig über dem Meer liegt und in dessen Hintergrund noch ein höheres Kar eingetieft ist, das auch einen Gletscher enthält, der in Moränen erstickt. Von einem anderen Teil seines Hintergrundes bricht Hochlandeis in Lawinen herunter. Auch der südliche liegt in einem gewaltigen Kar, dessen Hintergrund von einer Scharte durchbrochen ist. Aus dieser strömt ihm Eis zu, desgleichen rechts und links von ihr von den Karhängen. Seine Zunge ist von einer mächtigen Moräne bedeckt und ist von Bändern umsäumt. (21. VII. 10.)

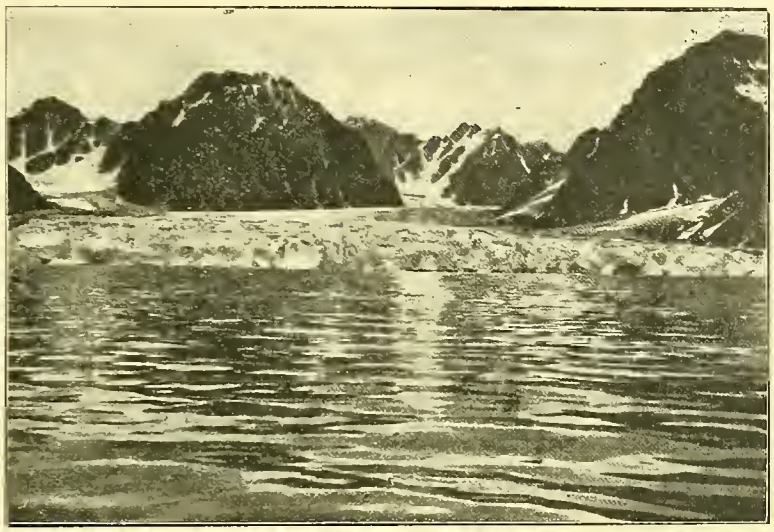
13. Nördlich folgt der Louis Meyer-Gletscher, der wieder bis zum Meer strömt und von ihm unterspült wird (Figur 14). Er empfängt noch zwei Talgletscher und einen Hängegletscher von rechts, desgleichen Nebengletscher von links.

An der rechten Seite wird der Gletscher von einer gewaltigen Moräne begleitet, die fast ganz aus Gneis, weniger aus Hekla Hookgesteinen besteht. Sie enthält meist grobe Blöcke und wenig feines Material. Ihre unteren, also nahe dem Ende am Fjord gelegene Teile, haben Längsrinnen und Längsspalten, während der Gletscher daneben Spalten hat, die talabwärts mit der Moräne konvergieren. Zwischen Moräne und Gletscher liegt ein ca. 20 m tiefes Tal, in dem ein Bach fließt. Der Rand des Gletschers daneben ist sehr schmutzig.

Die vordere Steilwand des Gletschers hat unten im Meeresniveau eine Kehle, in welcher unter dem Eise an den beiden Seiten des Gletschers Grundmoräne sichtbar ist. An mehreren Stellen ist die Kehle zu Grotten vertieft,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

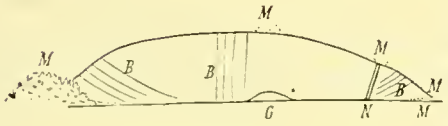
darunter zu einer sehr großen etwa in der Mitte des Gletschers, in der viele Vögel waren, sodaß man wohl auch hier den Austritt frischen Wassers unter dem Eise vermuten kann (Figur 15). Auf der Oberfläche des Gletschers gerade über der Grotte lag eine Mittelmoräne, unter der jedoch kein vertikaler dunkler Streifen in der Eiswand gesehen wurde, wie es bei anderen Gletschern der Fall war. Ein



A Miethe phot.

Fig. 14.

Louis Meyer-Gletscher in der Möller-Bai.



Figur 15.

B Bänderung. G Grotte. M Moräne. N Naht.

solcher Streifen N lag im Louis Meyer weiter südlich, schon nahe der linken Seite. Die Bänderung steht in der Mitte steil, an den Seiten gegen die Mitte hin flach geneigt. (21., 22., 23., 25. VII. 10.)

Auf dem Louis Meyer-Gletscher wurden gleichzeitig von H. Hergesell und mir Messungen der Bewegungsgeschwindigkeit des Eises vorgenommen, und zwar an den Punkten I und II, die auf der Gletscheroberfläche in der Talrichtung hintereinander, etwa 38 m voneinander entfernt und beide etwa 100 m von dem rechten Rand des Gletschers ablagen, nicht mehr auf dessen seitlichem Abfall, sondern schon auf der Höhe in einem stark zerklüftetem Gebiet. I lag ca. 250 m und II ca. 210 m von der vorderen Steilwand entfernt; die Punkte gehörten also der Zunge des Gletschers an. Ihre Markierung, sowie die von Basispunkten auf der rechten Seitenmoräne, durch Stangen, die in Steinpyramiden befestigt waren, hatte S. K. H. Prinz Heinrich durch wiederholte Begehungen in dankenswerter Weise ausgeführt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

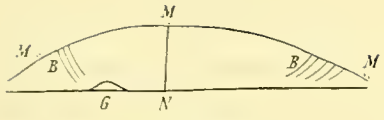
Die Messungen erfolgten von den Endpunkten A und S einer Basis aus, die auf dem untersten Teil der rechten Moräne lag und 149,5 m lang war. Ihre Länge war mit Hilfe einer 9,96 m langen Hilfsbasis S R gewonnen worden, die von S aus ungefähr senkrecht zur Richtung der Hauptbasis S A mit einem Stahlbandmaß gemessen worden war. Aus ihrer Länge und aus den Messungen aller drei Winkel des Dreiecks A S R wurde die Länge der Hauptbasis gewonnen.

Die Positionen der Eispunkte I und II wurden am 22. und am 25. VII. 10. aus der Länge der Hauptbasis und aus den Winkeln zwischen ihrer Richtung und den Richtungen nach I und II von A und S aus abgeleitet. Die Differenz der an den beiden Messungstagen gefundenen Positionen ergibt die Größe der Bewegung in dieser Zeit. Nach meinen Messungen hat sich I innerhalb der drei Tage um 0,46 m und II um 0,68 m talabwärts bewegt, ersterer Punkt also um 15 cm und letzterer um 23 cm pro Tag, der tiefer gelegene Punkt mithin scheinbar etwas schneller. Auf diese Differenz ist aber kein Gewicht zu legen, da sie innerhalb der Messungsfehler liegt. Man wird eher das Resultat für den einen Punkt als Kontrolle des Resultats für den anderen auffassen und somit annehmen dürfen, daß dieses Gebiet des Gletschers etwa 20 cm pro Tag strömt.

Diese Geschwindigkeit ist gering, wenn man sie mit Bewegungsgeschwindigkeiten in den Eisströmen Grönlands vergleicht, die in ähnlich gelegenen Teilen bis zu 20 m pro Tag betragen. Der am L. Meyer gefundene Betrag geht kaum über die Größe der möglichen Fehler hinaus; er dürfte aber reell sein, da er bei beiden Punkten wiederkehrt und auch den sonstigen Erfahrungen über die Geschwindigkeit der Spitzbergengletscher, z. B. des Lilliehook (siehe A. Hoel, l. c., p. 20) entspricht. Der Unterschied gegen Grönland erklärt sich teilweise dadurch, daß die Grönlandgletscher erst in tiefem Wasser endigen, die Spitzbergengletscher wie der L. Meyer und viele andere dagegen schon, wenn sie das Meer erreichen; sie tauchen nicht ein, sondern werden nur unterspült. Vor allem liegt der Grund aber darin, daß die Grönlandgletscher viel dicker und die Abflüsse viel größerer Nährgebiete sind, als die Spitzbergengletscher.

14. Der Koller-Gletscher, welcher auf den Louis Meyer im Norden folgt, mündet im Hintergrund der nordöstlichen Verzweigung der Möller-Bai, die Koller-Bai heißt, östlich vom Prinz Olav-Felsen, der den Hintergrund der Möller-Bai teilt. Der Gletscher endigt auch mit einer Steilwand, die ein dunkler Streifen von einer Mittelmoräne an der Oberfläche aus bis zum Boden vertikal durchsetzt (Figur 16). Die beiden Seiten der Gletscheroberfläche sind

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



Figur 16.
B Bänderung. G Grotte. M Moräne.
N Naht (dunkler Streifen).

stark mit Schutt bedeckt. Die Bänder stehen an beiden Seiten ziemlich steil und haben nur geringe Neigung gegen bis Mitte des Gletschers hin. Zwischen dem dunklen Streifen und der rechten Gletscherseite ist in der Steilwand unten in der Wasserlinie eine große Grotte. (23.VII.10.)

15. In die beiden anderen Verzweigungen des Hintergrundes der Kreuz-Bai, also in den Möller-Hafen und in die Lilliehook-Bai, welche durch die König Haakon Halbinsel von einander getrennt sind, mündet das System des gewaltigen Lilliehook-Gletschers und zwar in die Lilliehook-Bai dieser selbst und in den Möller Hafen der Supan-Gletscher, der jedoch nichts anders ist, als der letzte Seitengletscher des Lilliehook von Osten her. Er vereinigt sich mit dem Lilliehook und bildet an der Vereinigungslinie eine in der Richtung des Supan-Gletschers südwestlich fortziehende Mittelmoräne. Die vereinigten Eismassen werden dann jedoch teilweise durch das nördliche Ende der Haakon-Halbinsel von der Lilliehook-Bai abgesperrt und dem Möller-Hafen zugelenkt, sodaß der vom Supan-Gletscher herrührende Teil des vereinigten Eises, von einer gewaltigen Moräne umkränzt, am Möller-Hafen endigt, und dazu noch ein kleiner Teil des Lilliehook-Eises selbst. Der Endmoränenkranz geht in die soeben erwähnte Seitenmoräne über. Der Supan-Gletscher ist also ein Tributär des Lilliehook und erlangt am Ende nur dadurch eine größere Selbständigkeit als dessen andere Tributäre, daß die Haakon-Halbinsel aus der vereinigten Lilliehook Masse fast ausschließlich das Supan-Eis zum Möller-Hafen hinlenkt. Der Supan-Gletscher endigt nicht im Meer, sondern noch eine Strecke vom Meer entfernt, mit einer schmutzigen, schuttreichen Wölbung auf niedrigem Schuttland, in welchem Sümpfe und Seen den Eisrand begleiten, die in vielen Ästen zum Möller-Hafen abfließen.

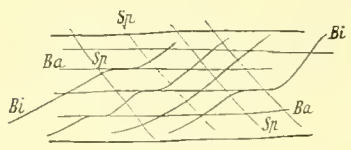
Der Lilliehook-Gletscher endigt, ausschließlich seiner eben erwähnten Teile, in der Lilliehook-Bai mit einer Steilwand, in der unten im Meeresniveau eine Kehle eingeschnitten ist. An zwei Stellen in der Mitte des Gletschers war diese unterbrochen und zwar dadurch, daß sich die betreffenden Stellen gesenkt hatten, wie man deutlich erkannte, sodaß die Kehle dort unter Wasser lag. Eine von diesen Stellen sank vor unseren Augen weiter nieder, zerbrach dabei in große und viele kleine Blöcke und in unendlich viele Trümmer, die sich wie Eisstaub auf der Fjordoberfläche ausbreiteten. Es war eine Kalbung, die sichtlich durch Niederbrechen eines unterspülten Randteiles stattfand. Sie rührte auch das Bodenwasser auf, denn der Fjord wurde weithin ganz gelb.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

An der frischen Eiswand, die durch den Abbruch freigelegt war, wurde horizontale Bänderung sichtbar. Weiter nach der rechten (westlichen) Seite des Gletschers sah ich in der Steilwand vertikale Bänderung, doch nirgends ein Durchdringen beider Bandsysteme. Auf der Oberfläche des Gletschers sah ich steilstehende, talabwärts streichende Bänder etwa in der Mitte des Gletschers in einer Senke, in der Wasser auf dem Eis stand und auch Spalten erfüllte. Diese waren also unten geschlossen und das betreffende Eisgebiet augenscheinlich gepreßt. Auf einem Hügel der Eisoberfläche, nicht weit von der Senke, klafften die Spalten dagegen weit, eine mindestens 10 m, und hatten keine Wasserfüllung.

In der Steilwand ist unten eine große Grotte, in welcher Strom beobachtet wurde, da sich Eisstücke darin lebhaft bewegten und auch ein Boot, das heran fuhr, stark abgetrieben wurde. Das Wasser in der Grotte war sehr schlammig, ebenso wie in der roten Grotte des Königs-Gletschers.

An der rechten Seite des Lilliehook liegen starke Moränen, teils schon vom Gletscher getrennt, teils noch in seinem Rand. Dort sah ich auch die gleiche Durchdringung zweier Bandsysteme, wie am Nebengletscher des Louis Tinayre (Figur 17). Ich fasse das als Rückzugserscheinung auf, indem innere Ablation und Schuttanreicherung so bedeutend sind, daß das Eis sich nicht mehr längst der horizontalen Flächen Ba verschieben kann, sondern an den geneigten Bi über die Schuttstauungen der ersteren hinweg.



Figur 17.
Ba alte Bänder. Bi junge Bänder.
Sp Spaltbänder.

Von Interesse war, daß die geneigten Bänder Bi sprungweise von einem horizontalen Ba zum anderen übersetzten (Figur 17). Die Austritte dieser Bänder an der Seite waren eingetieft, sodaß man diesen dort wie auf Stufen erstieg. Beide Bandsysteme wurden von Spaltbändern Sp durchkreuzt, also von geschlossenen Spalten, wie man an der matten Nahtfläche in der Mitte dieser Bänder erkannte. Auf der Oberfläche des Lilliehook-Gletschers lag in 100 m Höhe noch viel Schnee (31. VII. 10.) in Vertiefungen und Spalten, dürfte sich dort auch den ganzen Sommer halten und so zur Ernährung des Gletschers beitragen. An den Felsspitzen rings herum sieht man Eis und Schnee dagegen mit Schmelzkehlen absetzen (Figur 18), wie sie sich unterhalb der Schneegrenze zu bilden pflegen. Wenn der Schnee dort im Sommer liegen bliebe, würden sich keine derartigen Kehlen bilden. Hienach glaube ich, daß die Schneegrenze auf den Felsen mindestens 300 m hoch, auf dem Eise aber unter 100 m Höhe liegt.

Figur 18.
Schmelzkehlen zwischen Felsspitzen F und Schnee S.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Der Lilliehook-Gletscher ist mühelos zu begehen; wenn man die Nähe der vordern Steilwand vermeidet, kann man gut im Bogen um das Nordende der Haakon-Halbinsel herum von der Lilliehook- zur Möller-Bai kommen. Man muß auf der Westseite des Lilliehook-Gletschers aufsteigen.

Von der Mitte der Gletscheroberfläche hat man einen grandiosen Rundblick. Ich zählte dort 16 größere und viele kleinere Gletscher, die in den Talzug, der die Lilliehook- und Möller-Bai nach Norden fortsetzt, zusammenströmen. Sie füllen diesen gewaltig, sodaß das Eis sich darin drängen und preßen muß, was auch die erwähnte steile Bandstellung erklären dürfte. Der Lilliehook-Gletscher ist ein typisches Beispiel eines voll vereisten Talzuges, der sein Eis aus den verschiedenartigsten Nährgebieten und auch noch unten empfängt. Es ist ein Paralleltal zu dem schon erwähnten Talzug an der Westgrenze des Devons, in welchem die Rote Bai, der Monaco-Gletscher, das Isachsen-Plateau und der Drei Kronen-Gletscher liegen. (21. und 31. VII. 10.)

16. An der Westseite der Lilliehook- und Kreuz-Bai haben wir keine großen Talgletscher, wohl aber kleinere Gletscherbildungen, die meist in starken Moränen endigen, bevor sie das Meer erreichen.

So ist die Signe-Bai von einem heute unvereisten tiefen Talzug fortgesetzt, in dem man in 4—5 Stunden von der Lilliehook-Bai zur Aussenküste gehen kann, ohne Gletscher zu überschreiten, die von beiden Seiten wohl hineinströmen, sich im Tale aber nicht zusammenschließen. Im Tal liegen einige Seen.

Die nähere Umgebung der Signe-Bai ist niedrig. Man sieht dort Rundhöcker von Hekla Hookgesteinen mit tiefen Schrammen; der Talzug war also früher von Eis durchströmt. In einer Kluft eines Rundhöckers fand ich plattige Schieferstücke in vertikaler Stellung, die dort hineingezwängt und nicht an Ort und Stelle losgewittert waren. Der Rundköcker war von Klüften durchzogen, die quer zu seiner Längsrichtung liefen. An ihnen waren benachbarte Teile des Felsens ein wenig gegeneinander verworfen, und zwar erst nach der Eiszeit, da die Schrammen des einen Teiles sich im benachbarten jenseits der Kluft erst in tieferer Lage wiederfanden. In den Schrammen lagen neben Stücken des anstehenden Hekla Hookfelsens auch Urgesteine und Sandsteinstücke, die durch das Eis von fern hergebracht waren und die Schrammen gebildet haben werden. (21. VII. 10.)

17. Der Hintergrund der Ebeltoft-Bai hat drei Kar- und einen Hängegletscher. Letzterer ist der nördlichste. Zwischen den beiden südlichen Kargletschern ist ein eisfreies Tal. Schnee liegt bis zum Meer hinab, auch noch in der heutigen Strandlinie. Die Karböden liegen in geringer Höhe.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die nähere Umgebung der Ebeltoft-Bai ist niedrig und mit eckigem Schutt bedeckt, der aus den anstehenden Hekla Hook-Felsen auswittert. Dazwischen finden sich auch Sandsteinstücke, die hinter der Bai auf den Höhen der Abhänge anstehen. Auch einzelne Geschiebe aus Urgestein liegen umher. Die Vertiefungen im Schutt sind versumpft. Ein Rundhöcker aus Hekla Hook ist stark verwittert und zerfallen, läßt durch seine Form aber doch erkennen, daß er früher von Eis überströmt war. (21. VII. 10.)

18. Die Ostseite der Haakon-Halbinsel hatte viele Schneerunsen in allen Höhenlagen. Sie ziehen bald von ganz oben herab bis zur Mitte, bald von der Mitte bis unten, bald dazwischen.

Sie hat auch zwei Kargletscher mit Schnee bedeckter Oberfläche, die wie angeklemmt an die Felswand aussehen (Fig. 7, p. 21). Offenbar sind die Kare nur flach. Ihre Gletscher werden durch Schneerunsen von oben her ernährt, doch mehr noch durch den Schnee, der auf ihrer Oberfläche selbst liegen bleibt. Ihre Enden brechen steil ab. Die Abbrüche sind von Bändern, die parallel zum Boden laufen, umsäumt. Der nördliche Kargletscher war noch vor kurzer Zeit länger; man sieht seine früheren Umrisse durch Einkerbungen in den Felsen markiert, in denen Schnee liegen bleibt (Fig. 7, p. 21).

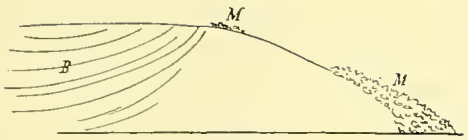
Das Nordende der Haakon-Kette hat auch zwei Schartengletscher, die zur Möller-Bai und zur Lilliehook-Bai herabhängen. Beide sind in den unteren Teilen schneefrei und sehr schuttreich; davor liegen auch noch starke Moränen. Ihre Enden sind von Bändern parallel zum Boden umsäumt. Diese Gletscher sind mühelos zu überschreiten, indem man auf ihnen gut von der Lilliehook- zur Möller-Bai kommt. Auf einem wurden oben frische Eisbär-Spuren und -Exkremente mit Vogelknochen gefunden. Es spricht für die gute Gangbarkeit dieser Gletscher, daß der Bär dort herüber kommt. (20. und 24. VII. 10.)

E. Die Gletscher nördlich von der Kreuz-Bai bis zur Magdalena-Bai.

19. An der Aussenküste nördlich von der Kreuz-Bai münden die sogenannten sieben Gletscher. Der erste von Süden liegt nördlich des eisfreien Tals, das von der Signe-Bai hinüberführt. Er hat auf beiden Seiten gewaltige Moränen und ist augenscheinlich im Rückgang. Er endigt, noch bevor er das Meer erreicht, mit einer Steilwand. Die Bänder fallen in dieser ziemlich steil von beiden Seiten gegen die Mitte hin ein.

Der zweite hat an seiner linken Seite Bänder, die zuerst gegen die Mitte einfallen, dann aber horizontal werden (Figur 19). In der Mitte liegen sie durchweg

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



Figur 19.
B Bänderung. M Moräne.

bis zur Oberfläche horizontal. Er endigt auf Land mit einer steilen Wölbung dicht vor dem Meer (Querschnitt Figur 19). Man sieht unter ihm Grundmoräne, die aus Blöcken besteht, und zwar wesentlich aus Urgesteinsblöcken. (30. VII. 10.)

Der dritte Gletscher endigt mit einer starken Moräne vor dem Meer, der vierte am Meer. Dann kommt ein kleiner Schartengletscher, der weiter vom Meer entfernt endigt. Der fünfte Gletscher ist ein enger Talgletscher, der bis ans Meer geht, der sechste ist sehr breit, sammelt sich aus zwei Ästen und strömt bis ans Meer. Der siebente Gletscher ist schmaler und endigt am Meer. Dann folgten dort, wo die Küste sich nordwestlich wendet, zwei kleinere Gletscher, die sich vereinigen und dann in starker Moräne endigen, bevor sie das Meer erreichen. Der Hamburger Hafen ist eine weiteingreifende Bucht, in deren Hintergrund man Eis sieht.

A. Miethe phot.

Figur 20.
Steilwand des Adams-Gletschers.

In der Magdalena-Bai mündet der gewaltige Waggonway-Gletscher hinten mit einer Steilwand. Er empfängt vorher von rechts und links noch je einen Nebengletscher. An der Südseite der Bai münden außer kleineren, die vor dem Ufer in Moräne ersticken, der Gully- und der Adams-Gletscher. Das Tal des letzteren verengt sich etwas gegen das Meer hin und mag es darauf zurück-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

zuführen sein, daß man in seiner Steilwand am Meer deutliche Bandfaltungen sieht (Figur 20). Sein Ende wird seitlich zusammengedrückt.

Die Nordseite der Bai hat einen Gletscher, der bis ans Meer geht und einen, der vorher in sehr starken Moränen endigt. (1. und 2. VIII. 10.)

G. Die Gletscher um den Smerenburg-Sund.

20. Die Außenküste der Däneninsel ist nicht vereist, wohl aber stark durchtalt. Ihre Südseite ist vollständig geschliffen, desgleichen die kleinen Inseln davor. Das Eis reichte also früher weiter hinaus. Die Ostseite der Däneninsel hat kleine Hängegletscher ähnlich denen der Haakon-Halbinsel. (1. und 3. VIII. 10.)

Der große Smerenburg-Gletscher endigt am Meer. An seiner linken Seite schmelzen mehrere Moränen aus. Unweit derselben ist in der Steilwand eine große Grotte, über welcher das Eis sehr zerbrochen ist. Im letzten Viertel der Gletscherbreite nach rechts liegen mehrere Moränen, die man bis zum Talhintergrund verfolgen kann. (3. VIII. 10.)

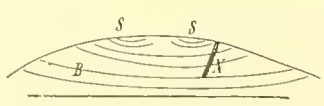
Die Amsterdam-Insel hat an der Ostseite Gletscher, an der Westseite nicht. (1. und 3. VIII. 10.) Wenig oder kein Eis hat Vogelsang-Eiland, Cloven Cliff und die Norwegischen Inseln (7. VIII. 10), doch scheinen alle diese Inseln bis oben hin Schliffe zu haben. (4. VIII. 10.)

H. Die Gletscher der roten Bai und östlich davon.

21. Die Rote Bai ist im Hintergrund durch eine weit vorspringende Halbinsel zweigeteilt. In beiden Teilen münden hinten Gletscher, die südlich von der Halbinsel vereint waren und sich erst durch diese teilen. An der Ostseite der Bai zählte ich zehn Gletscher, die alle das Meer nicht erreichen, sondern lange vorher in starken Moränen endigen.

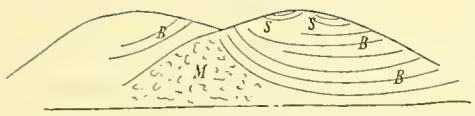
An der Westseite der roten Bai zählte ich neun Gletscher.

Der erste dieser von Süden geht mit der rechten Hälfte bis ans Meer, während die linke vorher in einer gewaltigen Moräne erstickt. Der zweite endigt auf dem Abhang vor dem Meer in Moränen. Der dritte hat eine Steilwand am Meer und darin eine ganze Grotte. Der vierte endigt auf dem Abhang in Moränen. Der fünfte endigt mit einer Steilwand am Meer (Querschnitt Figur 21). Er hat horizontale Bänderung bis oben, auch in der Mitte, und in seiner linken Hälfte eine Naht, durch welche die Bänder hindurchstreichen. Auf seiner Oberfläche liegt noch Schnee. (4. VIII. 10.) Der sechste Gletscher endigt auf dem Abhang in Moränen, der siebente am Meer mit einer Steilwand, in der vier Grotten liegen. Über einer Grotte sieht man an der Oberfläche ein



Figur 21.
B Bänderung. S Schneeschichtung. N Naht.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



Figur 22.
B Bänderung. M Moräne. S Schneeschichtung.

Strudelloch. Der achte endigt hinten am Abhang. Der neunte, nördlichste Gletscher, ist ein Doppelgletscher (Querschnitt Figur 22). Die linke Seite seines rechten Armes liegt zum Teil noch auf der rechten Hälfte des linken. Beide Arme endigen mit einer Steilwand am Meer, in welcher man bis zur Oberfläche hin flache Bänderung sieht. Die Bänder treten an den Wölbungen der Oberfläche aus.

Man sieht auch Stellen mit gebogenen Bändern, und zwar in den höheren Teilen der Steilwand, während die Lagerung in den unteren flach ist. An anderen Stellen gehen flache Bänder plötzlich in gebogene über. Auch Durchkreuzungen habe ich gesehen, ferner steile Bandstellungen zwischen flachen. Ähnliches sah ich schon an Gletschern der Magdalena-Bai. Dieser neunte Gletscher hat unten grünen, oben roten Schutt. (4. und 7. VIII. 10.)

22. Östlich von den roten Sandsteinfelsen, die das Ostufer der Roten Bai begleiten, liegt ein Glimmerschieferzug mit vielen Tälern und Scharten. Er enthält eine Menge von Schnee- und Eisbildungen, welche auch die Gletscher ernähren, die an der Ostseite der Roten Bai zwischen den eisfreien Sandsteinfelsen in starken Moränen endigen.

Östlich von diesem Zuge folgt ein rotes Sandsteinplateau, das wenig durchtalt und wenig geschartet ist. Es hat oben einzelne Schneeflecke, doch kein zusammenhängendes Eis.

In der Ferne sieht man Neu Friesland mit zusammenhängender Eiskappe, aus der nur einzelne dunkle Felskanten und Ecken hervorragen. Die Eiskappe hielten wir zuerst für eine Nebelbank, erkannten dann aber diesen Irrtum. Von ihr strömen einzelne steile Gletscher zum Meer herab. (7. VIII. 10.)

VI. Einige zusammenfassende Ergebnisse über die Vereisung Spitzbergens.

Die Ergebnisse meiner Beobachtungen und Studien über die Gletscher Spitzbergens habe ich teilweise schon im vierten Abschnitt zusammengefaßt, indem ich die Eisbildungen des Landes klassifizierte und nach Auftreten und Entwicklung mit den Landformen in Beziehung setzte. Ich mußte diese Klassifikation vorausstellen, ehe ich die Einzelbeobachtungen brachte, weil es zweckmäßig war, mich bei Mitteilung dieser schon darauf zu beziehen.

Im folgenden seien nun noch einzelne Erscheinungen zusammenfassend betrachtet, die bei den Spitzbergengletschern auffielen; zum Belege verweise ich auf die Originalbeobachtungen des vorhergehenden Abschnittes V.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

1. Die Spitzbergengletscher sind heute überwiegend im Rückgang. Es liegen darüber direkte Beobachtungen vor, und fast allgemein erkennt man es auch an den starken Moränen, die ihre Seiten begleiten — teils vom Gletscher ganz abgetrennt, teils noch auf dem Eis — und ihre Zungen verhüllen. Derartige Anreicherungen von Gletscherschutt, wie sie im fünften Abschnitt im einzelnen beschrieben wurden, sind nur verständlich, wenn die Eismenge nicht mehr genügt, um die Bewegung so zu erhalten, daß sie den Schutt fortschaffen kann, wenn das Eis im Rückgang ist.

Im besonderen sah man diesen Vorgang am letzten linken Seitengletscher des Louis Tinayre p. 33 und am Lilliehook p. 38 durch die beiden sich kreuzenden Bandsysteme bekundet. In beiden war der Schutt infolge Schwindens des Eises stellenweise so angereichert, daß die Bewegung an den betreffenden Stellen ganz aufhörte und das nachdrängende Eis sich über diese toten Gebiete hinüberschob.

Einen Vorstoß des Eises konnte ich aus meinen Beobachtungen nur für eine Stelle folgern, nämlich für den Louis Tinayre selbst, da dieser heute mit seinem letzten linken Nebengletscher zusammenfließt (p. 33), währen die Karte des Fürsten von Monaco nach Isachsens Aufnahmen 1906 und 07 beide getrennt endigen läßt. Ob dieser Vorstoß aber wirklich besteht, oder ob vielleicht nur die Karte ungenau ist, muß ich unentschieden lassen. Die linke Seite des Nebengletschers zeigt Rückzugserscheinungen, wie ich erwähnte, und beim Louis Tinayre habe ich sonst auch keine Spuren von einem Vorstoß gesehen. Das würde eine Ungenauigkeit der Karte vermuten lassen. Andererseits ist es aber möglich, daß der Rückgang der linken Seite des Nebengletschers und die dort beobachteten Stauungen sein Eis jetzt nach rechts und somit zur Vereinigung mit dem Louis Tinayre gedrängt haben. Dann wäre die Karte richtig und mit den heutigen Verhältnissen in Einklang, weil der Nebengletscher dann letzthin eine andere Bewegungsrichtung gehabt hätte, infolge deren er nach rechts vorstieß, während er links zurückging. Diese Lösung ist denkbar.

Während auch A. Hoel den obigen Ergebnissen entsprechend für alle Gletscher von der Englischen Bai (am Vorland-Sund südlich von der Königs-Bai) bis Smerenburg Rückgang oder höchstens Stillstand konstatiert, gibt G. de Geer für das Eisfjordgebiet davon etwas abweichende Nachrichten, nämlich über Oscillationen benachbarter Gletscher in verschiedenem Sinne. Danach gehen der von Postgletscher und der Nordenskjöldgletscher zurück, was ich nach dem Aussehen ihrer Moränen auch annehmen möchte, während

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

bei beiden ein Nebengletscher vorrückt. Ferner stieß der Sefström 1882 bis 1896 vor und ging 1896—1908 zurück, während der benachbarte Wahlenberg sich gerade umgekehrt verhielt. Desgleichen hat der ebenfalls benachbarte Svea und der Nebengletscher des Sefström einen Vorstoß gehabt, während dieser sich zurückzog.

Die Gründe dieser interessanten Tatsachen werden von de Geer nicht näher erörtert. Ich kenne aus dem Umanakfjord in Grönland ähnliche Vorgänge, da hier z. B. der Sermiarsut zurückging, während der dicht benachbarte Asakak vorstieß. Der Grund lag darin, daß zu dem letzteren im Hintergrunde gewaltige Eislawinen niedergegangen waren, die das beide gemeinsam ernährende Hochlandeis so geschwächt haben können, daß der Sermiarsut nun zu wenig gespeist wurde und sich zurückzog. Ob ähnliche Verhältnisse in Spitzbergen vorliegen, habe ich nicht gesehen, doch liegt es nahe, daran zu denken, da z. B. Sefström, Svea und Wahlenberggletscher aus einem gemeinsamen Nährgebiet gespeist werden. Wie dem auch sei, sicher können lokale Verhältnisse auch lokale Oscillationen bewirken. Aber die vorhin festgestellte Tatsache, daß die Gletscher Spitzbergens im allgemeinen heute zurückgehen, wird dadurch nicht berührt; sie folgt aus den Beobachtungen über die Entwicklung der Moränen und der Eisstrukturen, die ich beschrieb.

2. In der Vorzeit war die Vereisung Spitzbergens größer als heute. Man findet Rundhöcker, Schliffe und Geschiebe bis zur Außenküste und auch auf den Inseln, die vor oder innerhalb der Baien liegen, wie die Loven-Inseln, die Insel Kohn und andere. Man darf hieraus schließen, daß die Gletscher früher alle Fjorde und Baien durchströmt und sich bis über die Außenküste hinaus bewegt haben. Andererseits ist es ebenso sicher, daß die Eiszeit nicht alle Höhen des Landes verhüllt hat; denn die Formenunterschiede der Berge oben und unten sind beträchtlich. Jene sind tief verwittert, eckig und scharf, diese geschliffen, gerundet, poliert und weit weniger verwittert. Besonders der Unterschied im Grade der Verwitterung oben und unten ist bedeutend. Für die Gebiete der Kreuz- und der Königs-Bai möchte ich es deshalb für sicher halten, daß die Höhen auch in der Eiszeit aus dem Eise hervorragten und ihre Verwitterung, anders als die der tiefer gelegenen Gebiete, schon praeglazial ist.

Bis zu welcher Höhe die Eiszeit gestanden hat, wäre im einzelnen zu untersuchen. A. Hoel gibt an, daß die erratischen Blöcke sich im Eisfjordgebiet bis zu den Gipfeln finden, in der Kreuz-Bai dagegen nur bis etwa 350 m Höhe. Es wäre verständlich, wenn ersteres früher stärker vereist war, wie diese;

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

denn wenn die dortigen hohen Flächen sich überhaupt mit Eis überziehen können, entsteht bald eine viel größere Vereisung als heute, wo sie ihrer Schutzlosigkeit wegen frei sind, während die zerrissenen Formen der Hekla Hook-Gebiete nicht allzuviel mehr Eis fassen können, als sie heute enthalten. Weitere Untersuchungen hierüber wären von Interesse. Einzelheiten habe ich im fünften Abschnitt berichtet.

Für eine wiederholte frühere Vereisung, also für die Annahme mehrerer Eiszeiten, habe ich keine Anhaltspunkte gefunden. Dagegen wird von de Geer bewiesen, daß der Rückzug des Eises nach der Eiszeit etwas weiter ging als bis zu dem heutigen Stand; denn man findet im Eisfjord postglaziale Meeresablagerungen in den heutigen Moränen und darf daraus schließen, daß das Meer in der Postglazialzeit weiter landeinwärts reichte als heute und dann durch einen kleinen Vorstoß des Eises wieder zurückgedrängt worden ist. Um große Oscillationen handelt es sich hierbei aber nicht. Seit der Eiszeit ist es mehr ein Pendeln der Eisränder um den heutigen Stand, das gegenwärtig im Sinne eines Rückgangs erfolgt, während zur Eiszeit selbst der Vorstoß weit über die heutigen Grenzen hinausging.

3. Dem gegenwärtigen Rückgang der Vereisung entspricht es, daß ein Teil der Gletscher innerhalb gewaltiger Moränen endigt. Dieses ist bei den meisten der Fall, deren Zungen auf dem Lande liegen, nicht bei denen, die im Meer endigen. Außerdem haben erstere in der Regel gewölbte Zungen, letztere Steilwände.

Dieser Unterschied ist leicht zu verstehen. Die Ersteren tragen ihren Schutt bis zu ihrem jeweiligen Ende, schmelzen dort zusammen und häufen den mitgebrachten Schutt auf, der sich dann je nach der Größe seiner Bestandteile mehr oder weniger steil abböscht und die Enden der Gletscher verhüllt. Wo die Gletscher dagegen im Meer endigen und unterspült werden, brechen die oberen Teile herunter und treiben davon, mit dem Schutt, den sie trugen, so daß es hier zu keinen Anhäufungen kommt. Am Gletscherende bleiben dann frische meist steile Bruchwände zurück, die nun unterspült werden u. s. f.

4. Ein tiefes Eintauchen der Gletscherzungen ins Meer, wie es die Eisströme Grönlands tun, ist in Spitzbergen wohl selten. Mehrfach konnte ich beobachten, daß das Meer gerade den Fuß der Gletscher unterspült und seine Kehlen zwischen dem Boden und dem Eise einfrißt, nicht aber in die Eiswände selbst einschneidet. Die Steilwände stellen dann die ganze

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Dicke der Gletscher dar, und es liegen nicht, wie in Grönland, beträchtliche oder gar die größten Teile der Gletscherdicke noch unter dem Meeresniveau.

5. Infolge dieser Verhältnisse finden in Spitzbergen keine großen Eisbergbildungen statt. In der Regel stürzen nur unterspülte Teile von oben herunter, wie es von uns mehrfach beobachtet ist, während die großen Eisbergbildungen Grönlands so vorgehen, daß tief eintauchende Zungen durch den Auftrieb des Wassers gehoben werden und in ihrer ganzen Dicke abbrechen. Die niederstürzenden Teile zerbrechen in Blöcke, Trümmer und Staub.

So sieht man große Eisberge in Spitzbergen selten. De Geer sagt vom Nordenskjöld-Gletscher der Klaas Billen Bai, daß er größere Berge bildet, und ich möchte es außerdem von dem Königs-Gletscher anführen. Vor ersterem trafen wir einen schwimmenden Berg von etwa 5 m Höhe über dem Meeresniveau und vor letzterem noch höhere. Vom Nordenskjöld-Gletscher weiß man, daß der Fjord an seinem Rande 150 m tief ist. Der Gletscher wird also nicht nur unterspült, sondern taucht ein und das gleiche ist bei dem Königs-Gletscher möglich. Auch die Eisbergbildungen dieses letzteren erreichen jedoch nicht annähernd die Dimensionen, wie sie aus Grönland oder von der Antarktis bekannt sind. Das Spitzbergeneis ist meist nicht dick genug, um in tieferes Meer hinausströmen, eintauchen und erst dann zu Eisbergen zerbrechen zu können. Es endigt in der Regel schon, wenn es das Meer erreicht und von ihm unterspült wird.

6. Über die Ernährung der Spitzbergengletscher habe ich mich schon im vierten Abschnitt verbreitet und ausgeführt, daß Umfang und Entwicklung der heutigen Vereisung von den Schutzstellen abhängt, in denen Schnee liegen bleiben kann, also wesentlich von den Landformen und ihrer Exposition gegen die Winde. Das ergab der Vergleich der Gletscherverbreitung in den verschiedenen Bezirken. Der Schnee muß liegen bleiben und sich durch lange Zeiten ansammeln können, um den heutigen Eisbestand zu bilden.

Schon hieraus folgt, daß dieser von den momentanen Niederschlagsmengen bis zu einem gewissen Grade unabhängig ist; er ist die Folge der Schneeansammlungen längerer Zeiten. Und wenn die Gletscher heute im Allgemeinen zurückgehen, so ist das die Folge verminderter Ansammlungen von Niederschlägen seit längeren Zeiten. Ob nun die heutigen Niederschläge selbst dazu angetan sind, den Eisbestand zu vermehren oder zu vermindern, bleibt zu untersuchen. Das letztere ist wahrscheinlich, denn die meßbaren Niederschläge sind gering (135 mm pro Jahr an der schwedischen Winterstation 1882/83), und wenn auch nach de Geer die häufigen Nebel und direkte Eisniederschläge aus diesen dazu

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

beitragen mögen, die Gletscher zu ernähren, so dürften die Nebel doch kaum sehr erhebliche Beträge liefern, denn die Quantitäten von Niederschlägen aus Nebeln sind meist gering, auch in anderen Polargebieten. Mit dem gegenwärtigen Eisbestand hat das direkt wenig zu tun, da er aus Ansammlungen in längeren Zeiten folgt.

7. Die Geschwindigkeit der Spitzbergengletscher ist verhältnismäßig gering. Man wird den Grund hierfür in ihrer geringen Mächtigkeit sehen dürfen, und im einzelnen, in dem Rückgang ihres Eisbestandes, also in den Schuttstauungen, die dabei entstehen, ferner innerhalb der Zungen darin, daß sie nicht in tiefes Wasser eintauchen. Die Grönlandgletscher sind am geschwindesten, wo sie ins tiefe Meer hinausströmen und wo sie am mächtigsten sind.

8. Die Spitzbergengletscher zeigen stets einen Wechsel von klaren, luftarmen und weißlichen, luftreichen Lagen, also die Struktur, die man Bänderung nennt. Außerdem haben sie Spaltbänder, d. h. wieder verschlossene Spalten, die dann auch als klare Lagen zwischen weißlichem Eis erscheinen, von den eigentlichen Bändern aber daran zu unterscheiden sind, daß sie eine matte Fläche in der Mitte haben, eine matte Naht.

Die Bänderung der Spitzbergengletscher ist an ihren Seiten mehr oder weniger steil gegen die Mitte geneigt. In der Mitte liegt sie bei einigen horizontal, bei anderen steil. Steile Stellungen außerhalb der Randgebiete sind neben dunklen Streifen beobachtet worden, welche die Vereinigungsflächen zweier Gletscher darstellen und durch das Zusammenlaufen der Moränen derselben entstehen, ferner dort, wo Spalten unten zusammengepreßt waren (Lilliehook). Nach allem darf man folgern, daß die Lagerung der Bänder umso horizontaler ist, je mehr die Gletscher sich ausbreiten können, umso steiler, je mehr sie durch die Landformen oder durch die Vereinigung mehrerer Gletscher seitlich zusammengedrückt werden. Beim L. Tinayre standen Gesteinsplatten in der Richtung der Bänder.

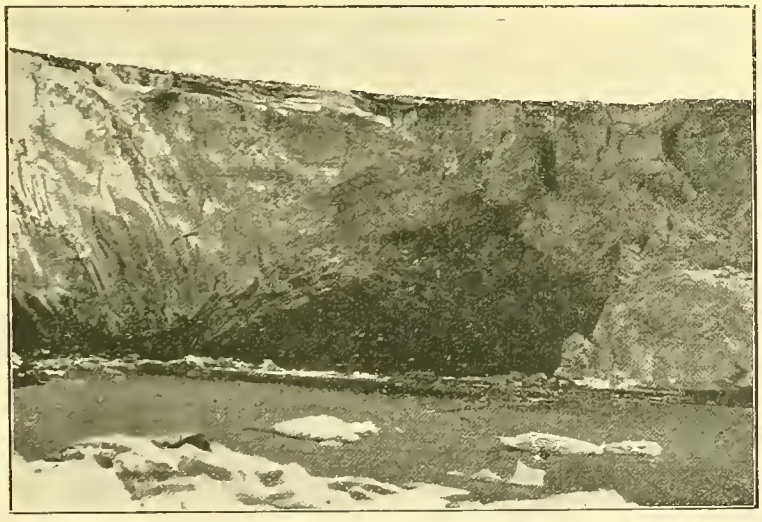
Beim nördlichsten Gletscher der Roten Bai sah ich Bänderung aus Schneeschichtung entstehen p. 42, 43, sonst nicht. Das schließt jedoch nicht aus, daß sie auch an anderen Stellen bis zu einem gewissen Grade aus der Schneeschichtung hervorgeht. Viele Bandbildungen sind andererseits sicher entweder völlig umgewandelte Schneeschichten oder überhaupt ganz unabhängig von der Schichtung entstanden.

So kann die Verdichtung der Bänder in den untersten Lagen der Gletscher parallel zum Boden und senkrecht zur Gletscherdicke, also zur Druckrichtung, ferner die größere Klarheit und Luftarmut des Eises in den tieferen Lagen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

auch die Anordnung des Schuttes in Flächen parallel zu den Bändern meiner Ansicht nach nicht anders gedeutet werden, als daß die Schichtung, soweit sie dort überhaupt noch in den Bändern enthalten ist, diese also nicht ganz selbstständig neu entstandene Bildungen sind, eine wesentliche Umgestaltung erfahren hat, denn die Originalschichtung des Eises hat obige Merkmale nicht. Die Umgestaltung beruht auf dem Druck, da ihre Erscheinungen sich senkrecht zu dessen Richtung anordnen.

Die Umgestaltung geschieht Hand in Hand mit der Bewegung des Eises, und die Bandflächen, als diejenigen Gletschereislagen, in denen das Eismaterial klarer und luftärmer wird als es früher war, und in denen der Schutt sich ordnet, in denen also dauernde Veränderungen und Verschiebungen der Teile stattfinden, sind die Flächen, längs welchen dann auch die ganzen Eislagen sich am leichtesten aneinander verschieben können, weil in ihnen immer Bewegung der einzelnen Teile statthat. Die sich kreuzenden Bandsystemen des Lilliehook und des L. Tinayre p. 33 und 38 sprechen sehr deutlich hierfür, da an den älteren Flächen die Verschiebung der Lagen übereinander erstarb, seit durch Schuttanreicherung die Bewegung der Teile innerhalb der Lagen aufhörte. Bei diesen Gletschern dürften Verschiebungen der oberen Teile über die unteren nicht zweifelhaft sein, da die unteren infolge ihres Schuttreichtums tot sind. Hieraus darf man jedoch nicht folgern, daß obere Lagen sich ganz allgemein über untere fortbewegen, da es an anderen Stellen auch umgekehrt ist.



F. Leiber phot.

Figur 23.

Grotte in der Steilwand des Gully-Gletschers (Magdalena-Bai).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

9. Grotten in der Wasserlinie der Gletscher sind häufig, wo diese vom Meer unternagt werden und Steilwände haben. Es sind teils kleinere lokale Höhlungen in größerer Zahl, die sich innerhalb der durch Unternagung der Steilwände entstandenen Kehlen dort bilden, wo das Eis durch Spalten oder sonstwie gelockert ist. Teils sind es hohe, weite und tiefe Gewölbe. (Figur 23.) Diese bilden sich dort, wo unter dem Eis Bäche austreten und stellen also deren Kanäle dar. Ich schließe das aus der Menge der Vögel, die sich in diesen Gewölben aufhalten, wohl um frisches Wasser zu suchen, beim linken Arm des Königs-Gletschers ferner aus der roten Färbung des Wassers in der Grotte, die der Färbung des nahen Gletscherseitenbaches entspricht, und beim Lilliehook aus der starken schlammreichen Strömung, die vor der Grotte beobachtet wurde. Beim L. Mayer lag die Grotte in einem sichtlich gelockerten Gletscherstreifen und könnte dort auch dem Austritt eines Baches entsprechen.

10. Schließlich möchte ich noch kurz an die Schuttformen erinnern, die wir vor den beiden westlichen Lovengletschern in der Königs-Bai sahen. Vor beiden Gletscherzungen lagen zum Meere abgedachte Kegel von Gletscherschutt. Der Bach, der aus dem Raum zwischen den beiden Gletscherzungen zum Meere eilte, hatte zwischen den beiden Schuttkegeln ein Tal geschaffen, dem nun die aus den Gletscherzungen strömenden Wasser in vielen Ästen zustrebten. Diese hatten die Kegel in längliche Hügel aufgelöst. Ich hatte zunächt den Eindruck von Drumlins, d. h. eines radial gestellten Systems länglicher Gletscherschutthügel, sah dann aber, daß die Hügelform und Anordnung der Verteilung der Bäche entsprach, die dem Mittelbach zuströmten. Bei anderem Lauf der Bäche, radial auseinander, wäre es möglich, daß in gleicher Weise, also lediglich durch Bacherosion im Gletscherschutt ein Drumlinsystem entstünde.

VII. Die Vorländer Spitzbergens.

Neben den im dritten Abschnitt behandelten Formen des Insellandes fallen fast überall an den Küsten, außen sowohl wie im Innern der Baien und Fjorde, niedrige Vorländer auf, welche die Bergketten und Hochländer unten am Meere umsäumen, und von denen sich diese mit den für sie charakteristischen Formen erheben. Die Vorländer steigen mit sehr geringer Neigung aus dem Meere empor und ebenso weiter landeinwärts bis zum Fuß der Gebirge und Hochländer.

Ihre Breite ist verschieden, so bei der Advent-Bai etwa 2 km, bei Kap Mitra und Quade Hook, zwischen denen man zur Kreuz- und Königs-Bai einfährt, 3—4 km, bei Smerenburg etwa 1 km, an anderen Stellen weniger, bis-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

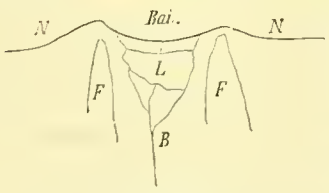
weilen auch mehr. Die breitesten Vorländer scheinen an Landecken zu liegen, an denen die Küsten scharfe Wendungen machen. So lag vor der Nordostecke des roten Sandsteinplateaus östlich von der roten Bai ein besonders langes Vorland, das erst bei Welcome Point endigt und in dessen Fortsetzung noch das ganz niedrige Moffen-Eiland liegt. Am schmalsten sind die Vorländer in der Regel innerhalb der Baien, wo die Küsten ohne markante Vorsprünge und Buchten ver-

M. Reich phot.

Figur 24.
Smerenburg-Vorland.

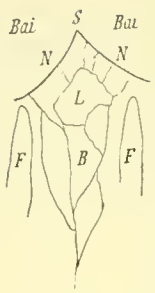
laufen. In diesem Falle dachen sie sich nur einseitig allmählich zum Meere ab, bei Landecken dagegen doppelseitig zu den beiden Küsten, welche die Landecke bilden, und haben dann in der Mittellinie eine Firstkante, an der sich die beiden Abdachungen unter stumpfem Winkel schneiden.

Wo ich diese Vorländer begangen habe, bestanden sie stets aus anstehendem Fels. Nur Buchten in deren Saum sind mit Schwemmland erfüllt. Sehr häufig sind vorspringende feste Teile der Vorländer durch Nehrungen verbunden (Figur 25), hinter denen Frischwasser-Lagunen liegen, z. B. am Ostufer der Roten Bai und bei Smerenburg. Strömungen und Wellen des Meeres bilden diese Nehrungen zwischen den Felsen. An der Außenküste zwischen Kap Mitra und dem ersten der sieben Gletscher ist der Felssaum des Vorlandes vom Meer durchbrochen, so daß dieses selbst La-



Figur 25.
F Fels. B Bach. L Lagune. N Nehrung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



Figur 26.
B Bach. F Fels.
L Lagune. N Nehrung (Haken).

gunen in den Vertiefungen dahinter füllt. Am Südufer der Königs-Bai spannen sich die Nahrungen nicht in der üblichen flachen Bogenform zwischen Felsen, sondern wachsen, von Felsen ausgehend, hakenförmig ins Meer hinaus. Wo sich zwei Haken treffen, entseht eine Schwemmlandspitze, hinter der zwischen den Haken eine Lagune bestehen bleibt (Figur 26). Die Gletscherbäche liefern hier so reichlichen Schutt und schieben ihn ihrerseits so weit vor, daß er sich nicht ausschließlich unter dem Einfluß von Strömungen und Wellen des Meeres an der Küste verteilt und bogenförmig zwischen deren Felsen spannt, sondern von diesen hakenförmig ins Meer hinauswächst.

Wenn das Grundgerüst der Vorländer auch anstehender Fels ist, so ist ihre Oberfläche doch meist mit reichlichem Schutt bedeckt, der teils sichtlich durch Verwitterung und Zerfall aus den anstehenden Felsen hervorgeht, teils zweifellos erratisch ist, also dort hingebracht wurde. Die anstehenden Felsen sind, wo ich sie gesehen habe, gerundet und von Eis überströmt gewesen und nachher verwittert, also Rundhöcker, die nun innerhalb ihrer Verwitterungsprodukte liegen. Wo sie aus Hekla Hook-Schiefern bestehen, blättern sie auf; Urgesteine zerfallen in Blöcke, die jungen Sandsteine und Schiefer des Eisfjordgebiets in Sand, Schieferscherben und Lehm. Ich habe kein Vorland begangen, in welchem solche eluviale, also an Ort und Stelle durch Verwitterung anstehender Felsen enstandene Bildungen, nicht überreich zwischen den festem Felsen vorhanden waren.

Andererseits findet man auf den Vorländern überall auch fremdes Erraticum, so im Gebiete der Kreuz- und der Königs-Bai Gneis- und Granitgeschiebe, also Gesteine, die in der unmittelbaren Nähe nicht anstehen. Das Eis, das die Vorländer dieser Baien überströmt hat, kam darnach teilweise weiter von Nord und von Ost her. Neben solchen fremden Geschieben sieht man von Eis bearbeitete Stücke des anstehenden Gesteins, das ja auch selbst zu Rundhöckern bearbeitet ist.

Endlich findet man auf den Vorländern alte Gerölle und andere Spuren, die von Meerestätigkeit herühren. So sah ich auf dem Vorland nördlich der Signe-Bai eine vom Meer in einem Absatz angeschnittene und ausgewaschene Moräne; auf Smerenburg Vorland sah ich Strandgerölle über den heutigen Wirkungsgrenzen des Meeres. Auch ein gerolltes Bimssteinstück wurde dort gefunden, das freilich von den früheren Holländischen Bewohnern hingebracht sein könnte, falls es nicht durch den Golfstrom angeschwemmt

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ist. Die Gerölle waren hier noch frisch, soweit sie im Boden lagen, und nur an ihren oberen, der Luft ausgesetzten Teilen verwittert. Nördlich von der Signe-Bai und bei Ebeltoft sah ich zum heutigen Ufer parallele Absätze über dem Meer, die von diesem früher eingenagt waren, desgleichen durch Brandung ausgeweitete und mit Strandgeröllen erfüllte Gesteinsklüfte, diese letzteren freilich nur unweit und wenig über dem heutigen Niveau. Mehrfach hatten die Glazialgeschiebe hier eine Form, als ob sie ehemals Strandgerölle gewesen wären.

Besonders möchte ich noch darauf hinweisen, daß sich deutliche Strandgerölle sowohl an der Außenküste fanden, wo die Brandung eine sehr starke ist, als auch innerhalb der Fjorde, wo sie viel schwächer ist, z. B. an den Ufern der Roten Bai und der Lilliehook-Bai, nur waren die innen gefundenen nicht so stark abgerollt wie die an der Außenküste. Dieser Vergleich bezieht sich freilich auf Funde innerhalb der heutigen Gezeitengrenzen, läßt jedoch entsprechende Rückschlüsse auch für frühere Meeresstände zu.

Aus den obigen Tatsachen folgt, daß die Vorländer niedrige Stufen im anstehenden Fels sind, welche vom Eis überströmt gewesen sind und zeitweilig auch von der Meeresbrandung bearbeitet wurden. Für das Eisfjordgebiet nahm de Geer an, daß die Vorländer durch Verwerfung entstanden seien, daß sie also bis in die Nähe des heutigen Meeresniveaus abgesunkene Landschollen darstellen. Ich kann diese Annahme für das Eisfjordgebiet nicht nachprüfen, habe jedoch im Gebiete der Kreuz und Königs Bai, sowie weiter nördlich nichts von derartigen Verwerfungen wahrnehmen können, vielmehr den Eindruck von in das anstehende Gestein eingeschnittenen Stufen gehabt. Auch glaube ich, daß die Kräfte des Meeres und des Eises vollkommen genügen, um diese Stufen zu erklären, da sich beide auf ihnen sichtlich betätigt haben.

So bleibt die Frage, welche von den beiden letzteren Kräften die Stufen angelegt, welche sie nur überarbeitet hat.

Man könnte daran denken, daß die Stufen glaziale Talböden sind, also vom Eis angelegt wurden, doch spricht ihre Größe, sowohl Breite wie Länge, dagegen. Wir kennen keine glazialen Talböden von solchen Dimensionen. Könnte man aber die glaziale Erklärung auch noch für die Stufen im Inneren der Fjorde zulassen, wo sie meistens schmäler sind und der Tal- und der früheren Strömungs-Richtung des Eises folgen, so doch sicher nicht für die Stufen der Außenküste, da sich strömendes Eis an dieser nicht entlang bewegen und entsprechende Talböden bilden konnte, sondern senkrecht zur Küste ins Meer hinaus strömen mußte.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Andererseits spricht Lage und Form der Stufen für eine Entstehung durch Abrasion der Meereswelle. Denn sie liegen alle in einem Niveau; sie erheben sich sehr allmählich vom Meeresspiegel landeinwärts; sie enthalten Absätze in Lockerboden (Moränen oder Eluvium), wie man sie heute noch am Ufer durch die Wellen gebildet sieht; sie enthalten endlich Strandgerölle.

Aus diesen Gründen halte ich die Stufen für Bildungen der Brandungswelle bei einem letzten höheren Stand des Meeres. Dieser muß vor der Eiszeit bestanden und seine Arbeit geleistet haben, denn die Stufen sind von Eis schon überströmt und bearbeitet worden. An der Lilliehook-Bai hatte ich sogar den Eindruck vom Eis überarbeiteter Strandgerölle, doch kann man sich darin täuschen. Der Meeresstand muß sich dann während der Eiszeit und gleichzeitig mit ihr zurückgezogen haben, denn an der Lilliehook-Bai liegt eine von der Brandung angeschnittene und ausgewaschene Moräne. Man wird also von einem präglazialen und noch glazialen Meeresstand sprechen müssen, der die Vorländer schuf, da sie von der Brandung angelegt und vom Eise gleichzeitig nachgestaltet wurden. Von einer interglazialen Bildung zu sprechen, wie es A. Hoel andeutet, sehe ich keinen Anlaß, auch nicht in der ausgewaschenen Moräne, da ich keine Spuren mehrfacher Vereisung dort kenne. Die erwähnte Moräne kann sehr wohl gleich nach ihrer Bildung ausgewaschen sein.

Außer diesen niedrigen Vorländern gibt es in Spitzbergen auch Strandstufen in höheren Niveaus, so nach A. Hoel an dem Rücken zwischen dem 14. Juli- und dem d'Arodes-Gletscher außer der untersten noch zwei in 40 m und in 150 m Höhe. Auf beiden hat Hoel Meeresgerölle gefunden. Ich habe sie nicht begangen, aber vom Schiff aus gesehen, daß beide in der Tat markante Stufen in dem Felsrücken sind.

Ähnlich liegen die Verhältnisse gegenüber bei Kap Mitra, in welchem ein sehr breites Vorland ausläuft. Die erst mehrere Kilometer landeinwärts sich darüber erhebenden Felsen sind noch von einer höheren, ebenfalls recht breiten Stufe umsäumt. Ihre Höhe habe ich nicht gemessen, doch könnte sie ungefähr der obigen 40 m Stufe entsprechen. Darüber fallen dort noch zwei höhere Absätze auf, doch kurz und wenig markiert, so daß man sie ohne genauere Untersuchung nicht als Stufen bezeichnen darf.

Sicher wird man in Spitzbergen noch viele derartige Bildungen finden, wie ja auch Norwegen reich daran ist, letzteres vorzugsweise ebenfalls nahe dem heutigen Meeresspiegel, doch auch darüber. Es wäre von Interesse, alle diese Stufenbildungen einer neuen vergleichenden Untersuchung zu unterziehen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Daß Brandung diese Stufen gebildet hat, dürfte nicht zu bezweifeln sein. An der Außenküste sieht man ihre gewaltige Wirkung. Ich konnte sie an der Umgestaltung der Moränengeschiebe des zweiten der sieben Gletscher nördlich von Kap Mitra, an den Strandgeröllen auf Bären-Eiland, sowie an Unterhöhlungen und Stufenbildungen an dieser Insel (Figur 27) und an vielen anderen Stellen bewundern. Sie wirkt aber auch im Innern der Fjorde, denn die Felsen am Nordufer der Louis Tinayre-Bai waren von ihr angeschnitten

M. Reich phot.

Figur 27.

Höhlen in der Steilküste von Bären-Eiland.

und unterhöhlt. Die Steine im Hintergrunde der Lilliehook-Bai waren gerollt, und auf einer etwa 40 m hohen Stufe am Lyngenfjord in Norwegen, an der Felsnase unweit nordöstlich des Ortes Lyngen fand ich, durch eine neue Weganlage aufgeschlossen, schöne Strudellöcher und Rundungen in anstehenden Felsen. Das sind einige Beispiele, die sich leicht vermehren lassen und den Schluß stützen, daß die Meeresbrandung innen wie außen Stufen im anstehenden Fels zu bilden vermag. Welches Alter die Stufen haben, bleibt im einzelnen zu entscheiden. Für die unterste Stufe, die Vorländer Spitzbergens, habe ich die Zeit der Entstehung oben zu umgrenzen versucht.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

VIII. Die Tundra Spitzbergens und ihr Bodenfluss (Solifluktion).

Die Tundra Spitzbergens kann ich natürlich nicht nach ihrer botanischen Seite behandeln, zumal das von berufener Seite zur Genüge geschehen ist. Ihre Pflanzenwelt ist klein und artenarm, erfreut jedoch an sonnigen und windgeschützten Stellen durch eine Blütenfülle und auch üppige Breite des Wuchses, wie sie in so hohen Breiten einzig dastehen dürfte. Einen Blütenteppich, wie er im Juli und August z. B. auf den sonnigen Loven-Inseln der Königs-Bai zu sehen ist oder am Westufer der Roten Bai, wo zersetztes Urgestein den Boden bildet und wo infolge der Bodenneigung zahlreiche Bäche rieseln, würde man in einem Polarlande zunächst nicht erwarten. Ich erwähnte schon, daß der Name „Rote Bai" nicht ausschließlich durch die Roten Sandsteine und Konglomerate begründet ist, die am Ostufer anstehen, sondern fast mehr noch durch den üppigen Wuchs roter Flechten, welche die Urgesteine des Westufers bekleiden.

Hiervon soll jedoch nicht die Rede sein. Wenn ich der Tundra Spitzbergens einen eigenen Abschnitt widme, will ich vielmehr wesentlich von jener Erscheinung sprechen, die heute als Bodenfluss (Solifluktion) bekannt und auch in den subantarktischen Gebieten mehrfach beschrieben worden ist. Man versteht darunter Bewegungen des Lockerbodens, sei es, daß dieser aus groben Blockmassen besteht oder aus feinen Gesteinsscherben oder aus Lehm oder Moor oder aus den Mischungen verschiedener Arten, wie es meist der Fall ist. Solche Lockerböden gleiten, wenn ein Anlaß dazu vorliegt, auf ihrer ungelockerten Unterlage, also entweder auf festem, noch ungelockertem Gestein, oder auf durch Frost und Eis erstarrten Lagen. Letzteres ist in den Polargebieten die Regel, da einerseits das Gestein tief verwittert und gelockert ist, andererseits Frost und Eis sich den ganzen Sommer hindurch schon in geringer Tiefe unter der Oberfläche halten, so daß dort zersetzter Boden wieder starr wird. Die Oberflächenlagen tauen dagegen im Sommer auf, sind dann gelockert und können über die starren unteren gleiten.

Das Gleiten des Lockerbodens kann verschiedene Ursachen haben, einmal Bodenneigungen und zweitens Änderungen in der Bodenbeschaffenheit. Ersteres ist klar, letzteres wäre dahin zu präzisieren, daß innerhalb des Bodens durch weiteren Zerfall von Gesteinen, Fortlösung oder Fortschaffung einzelner Teile, durch Gefrieren von Bodenwasser und Auftreibungen dabei (infolge Ausdehnung des Wassers beim Übergang in Eis) innere Verschiebungen der Bodenbestandteile entstehen.

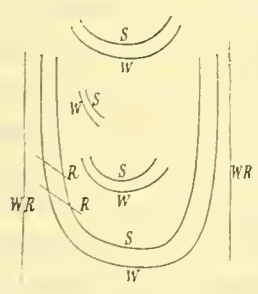
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Naturgemäß wird das Gleiten des Lockerbodens nicht einheitlich stattfinden, da seine Bestandteile verschieden groß und schwer sind, sondern bei den einen schneller, bei den anderen langsamer. So kommt eine gewisse Sichtung zustande, da die am schnellsten gleitenden Bestandteile den anderen vorauseilen; dabei werden sie sich mit ihresgleichen vereinigen und andere, für sich vereinigt, zurücklassen. Stößt dann eine schwerere Gruppe beim Gleiten auf einen Widerstand, wird sie ihn anders beeinflussen als eine leichtere, und so fort. Hiermit soll nur angedeutet werden, daß sich bei Bewegungen von Lockerböden eine Menge von Kombinationen herausstellt, die ihrerseits die wechselvollen Einzelheiten der gleitenden Tundra erklären.

In Spitzbergen findet sich Lockerboden naturgemäß überall in den tiefer gelegenen Landesteilen, also vorzugsweise auf den weiten Vorländern. Die höheren Landesteile tragen Eis, das den Boden verhüllt und lose Bestandteile nicht liegen läßt, sondern in die Tiefe herabträgt. Unten sammelt sich alles an, was von Eis oder Wasser transportiert wird oder von den Abhängen herabstürzt. Da die Vorländer eben oder doch nur wenig geneigt sind, meistens auch eisfrei, bleibt auf ihnen alles liegen und unterliegt einer starken Zersetzung, zumal Wasser und Bodenfeuchtigkeit der geringen Neigung wegen dort vielfach stagniert. Bald unter der Oberfläche ist das Wasser aber dauernd gefroren, der Lockerboden also erstarrt. So sind auf den Vorländern alle Bedingungen für Entstehung der Tundra und ihrer Bewegungen gegeben.

Entsprechend der obigen Unterscheidung der Ursachen des Gleitens möchte ich im Bodenfluß Spitzbergens zwei Arten unterscheiden, einen solchen Bodenfluß, der sichtbar von der Bodenneigung abhängt, und einen andern, der davon unabhängig ist.

Die erste Art sah ich außer an vielen anderen Stellen ausgezeichnet hinter dem Signe-Hafen am Anfang des weiten Tals, das dort zur Außenküste hinüberführt. Der Boden ist wellig und hügelig. Verwitterte Rundhöcker, Bachrinnen und Seen geben ihm unebene Formen; die Höhenunterschiede sind gering, doch sieht man überall Abhänge, selten ganz ebene Flächen. Das anstehende Gestein ist Hekla Hook. Es ist tief verwittert und auch von vielen erratischen Bildungen umpackt, besonders an den Abhängen, die daher meist aus Lockerboden bestehen. Dieser Lockerboden gleitet an den Abhängen abwärts und zwar die größeren Stücke darin vermöge ihrer größeren Schwere am meisten. Sie schieben



Figur 28.
W Wulst. S Steinwall. R Riss. WR Wasserriss.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

die kleinen Scherben und den Lehm vor sich her und wulsten ihn auf (Figur 28). So bilden sich abwärts konvex gekrümmte Steinwälle, von Lehmwulsten außen umsäumt, auf denen sich Moose, Rasen und andere Pflanzen angesiedelt haben. Innerhalb der Steinwälle liegt zunächst feinerer Lockerboden, kahler als der Wulst außen, eben und nur wenige Zentimeter unter der Höhe der umgebenden Wälle, geht aber aufwärts bald in einen neuen, bewachsenen Wulst über, der den nächsten kleinen Steinwall umsäumt.

Die Steinwälle bestehen vielfach aus plattigen Steinen, da die Hekla Hook-Schiefer plattig zerfallen. Man sieht nun sehr häufig, daß solche Platten aufrecht stehen und zwar in der Richtung des Walls, also mit ihrer Fläche gegen das umwallte Innere gekehrt, sowohl an den Stirnteilen der Wälle wie an ihren Seitenteilen. Letztere streichen (wie Seitenmoränen) in der Richtung des Abhangs, also des Fließens, erstere, wie Endmoränen, senkrecht dazu. In beiden Fällen stehen die Platten in der Richtung des Walls, also mit ihren Flächen senkrecht zur Druckrichtung, die man auch aus der Aufwulstung des feinen Materials außen um den Steinwall erkennt. Häufig sieht man Wälle und Wülste von Spalten durchrissen, die durch ungleich schnelles Fließen der einzelnen Teile entstehen. Spalten, welche die Seitenteile des Walls durchqueren, nicht ganz direkt, sondern ein wenig mit ihrem Innenrand konvergierend (Figur 28), dürften dadurch entstehen, daß der Wall sich etwas schneller bewegt als das feinere Innere, was ich schon vorher aus den Aufwulstungen des feineren Bodens durch die Steinwälle schloß. Andererseits sieht man Längsrisse die Steinwälle außen begleiten, häufig von Wasser durchrieselt; man versteht ihre Bildung am besten, wenn man annimmt, daß sie Bodengruppen scheiden, die sich verschieden schnell nebeneinander abwärts bewegen (WR in Figur 28).

Bodenfluß, wie den soeben beschriebenen, habe ich in Spitzbergen überall gesehen, wo die Tundra nicht eben war. Ganz geringe Neigungen genügen, um ihn entstehen zu lassen. Die einzelnen Bogen sind meist nicht groß; der oben beschriebene war drei Schritte breit und fünf Schritte lang, und viel größer habe ich sie auch sonst nicht gesehen, aber häufig kleiner. Die Wälle und Wülste sind nur einige Centimeter hoch. Trotzdem ist diese Ordnung des Bodens in der Landschaft sehr auffällig, da die Vegetation nur klein ist und sie nicht verdeckt. Daß sie durch Fließen den Abhang abwärts entsteht, dürfte keinem Zweifel unterliegen. Die Plattenstellung, die Wülste, die Risse sind typische Flußerscheinungen, und diese genannten Züge wiederholen sich in dem feineren Lockerboden im Innern der Wälle noch in Scherbenstellungen, Rinnungen und Sprüngen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Etwas anders steht es wohl mit runden Bildungen, die sich auf Verebenungen finden. Auch sie haben Steinwälle, bewachsene Mooswülste außen, Plattenstellung in der Wallrichtung, aber nicht längliche, sondern runde Formen und meiner Erinnerung nach auch keine bestimmt geordneten Risse. Man findet häufig beide Arten nebeneinander und sieht sie aus einander hervorgehen, sowohl die länglichen aus runden, nämlich an Abhängen, die sich von Verebnungen absenken, welche mit runden bedeckt sind, als auch runde aus länglichen, nämlich auf Verebnungen am Fuße von Abhängen.

Der Gedanke liegt nahe und ist zuerst wohl von Joh. G. Andersson (Solifluktion, a Component of subaerial Denudation. Journ. of Geology, Vol. XIV, 1906) ausgesprochen worden, der diese Bildung auf Bären-Eiland studiert hat, daß die runden Bildungen dort entstehen, wo der Bodenfluß keine ausgesprochene eigene Richtung hat, also auf Ebenen. Auch an runde Anordnung des Schuttes durch Wasserwirbel hat dieser Autor gedacht. Ich suchte mir die runden Bildungen auf ebenen Böden zunächst immer so zu erklären, daß sich der Lockerboden auf Ebenen allseitig, ohne Bevorzugung einer Richtung, auseinanderdrückt und schiebt, faßte die runden Wälle und Wülste also ähnlich auf, wie die Bildungen des Pancake Eises, also wie durch Reibung und Drehung an einander vorbei abgerundete und durch gleichzeitige Pressung gegeneinander umwulstete Eisschollen, wie man sie auf unseren großen Flüssen im Frühjahr und in den äußeren Zonen des polaren Treibeises überall findet. Tatsächlich besteht auch eine gewiße Ähnlichkeit der runden Bodenflußbildungen mit dem Pancake-Eis.

Ich glaube indessen, daß Vorgänge, wie beim Pancake-Eis, die runden Bodenflußbildungen doch nicht genügend erklären, weil sie einen Grad von Beweglichkeit im Lockerboden voraussetzen, der tatsächlich nicht vorhanden ist. Jedenfalls ist Pancake-Eis viel leichter in sich beweglich als dieser Lockerboden. So dürften bei den runden Bodenflußbildungen noch andere Ursachen mitwirken.

Diese sieht man heute in Zusammenhang mit den Rissen und Sprüngen, die durch Austrocknung von Lockerböden entstehen und dabei den sogenannten Polygonalboden schaffen, der ja vielfach vorkommt, besonders in Gletschergebieten, wo die Flüsse feinen Schlamm absetzen, der nachher trocknet und dabei polygonal zerspringt. Für Spitzbergen ist er z. B. von Thorild Wulff (Botanische Beobachtungen aus Spitzbergen, Lund 1902, E. Malmströms Buchdruckerei) beschrieben worden, auch in Hinblick darauf, wie sich die Vegetation auf ihm festsetzt und entwickelt.

Man nimmt nun an — meines Wissens ist auch der internationale Geologenkongreß auf seiner Spitzbergenexkursion im Sommer 1910 zu dieser Auf-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

fassung gekommen —, daß der Polygonalboden allmählich in den runden Bodenflußtypus übergeht. Wasser soll in die Risse jenes eindringen, gefrieren, sich dabei ausdehnen, und so die Ränder der Polygone pressen und wulsten. Wenn dies wiederholt geschieht, sollen sich die runden Steinwälle mit ihrer vertikalen Plattenstellung bilden. Wir hätten dann eine Entstehung durch Gleiten infolge von Zustandsänderungen im Lockerboden, wie ich sie oben an zweiter Stelle nannte.

Ich halte es auch für möglich, daß runde Wälle und Wülste in dieser Weise entstehen können, zweifele aber, daß so ihre einzige Entstehungsart ist. Denn die Übergänge von den länglichen in runde Wälle und umgekehrt deuten darauf hin, daß auch bei den runden Fließerscheinungen der ersten Art, also

F. Leiber phot.

Figur 29.

Bach in Schottern.

auf Abhängen abwärts, mitwirken. Auf Bären-Eiland hatte ich außerdem an einer Stelle den Eindruck, daß der Schutt am Fuße eines Hanges durch Wirbelbewegungen geordnet war, ebenso vor dem westlichen Lovengletscher am Südufer der Königs Bai, wo der Gletscherbach sich vielfach verästelte, bald hier, bald dort strömte, dabei anstieß und wirbelte, ähnlich wie es auf Figur 29 von einem anderen Bache dargestellt ist. In dem so durchströmten jüngsten Schuttland des Gletschers sah man die Anlage von runden Wällen, während man auf dem älteren, früher ähnlich überströmten, jetzt aber über dem Bach gelegenen und von ihm durchrissenen schon bewachsene runde Wallbildungen sah. Letztere könnten in gleicher Weise durch Wasserwirbel entstanden sein wie die jungen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

So werden verschiedene Ursachen zusammenwirken. Auch darf man nicht jede vertikale Plattenstellung durch Flußerscheinungen entstanden denken, da man häufig sieht, wie das anstehende Gestein sich aufblättert. Waren dessen Schichten aufgerichtet, bilden sich vertikal stehende Platten an Ort und Stelle, lediglich durch Verwitterung. Jedenfalls spielt aber der Bodenfluß in Spitzbergen eine bedeutsame Rolle. Seine Erscheinungen drängen sich überall auf, wo man Land mit Lockerboden betritt, also vorzugsweise auf den Vorländern. Die beschriebenen länglichen Bildungen sind ausschließlich sein Werk und die runden zum Teil.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften - Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: 25

Autor(en)/Author(s): Drygalski Erich Dagobert von

Artikel/Article: Spitzbergens Landformen und ihre Vereisung 1-62