

4. Wüstenerscheinungen auf Spitzbergen.

Von

Bertil Högbom.

Das Zusammentreffen unter besonderen klimatologischen Verhältnissen in den Fjorden Spitzbergens von zwei landschaftlichen Typen, den Plateau- und den Fjord-Landschaften, bringt *Erosionsformen* hervor, die eine auffallende Ähnlichkeit mit den erodierten Plateaulandschaften der Wüstengebiete zeigen. Beim ersten Anblick z. B. des Tempelberges oder des Skanzberges im Isfjorde wird der Geologe wohl unbedingt einen Vergleich mit der Colorado-Landschaft machen. Es sind dieselben Erosionsfurchen in den Plateaurändern, dieselben Schuttkegel und dieselbe Vegetationslosigkeit, jedoch aber nicht dieselben bunten Gesteinsfarben (Fig. 1). Auch Erosionszeugen auf den Plateauen, Türme und Zinnen an ihren Rändern kommen hie und da vor, welche die Ähnlichkeit mit der Wüstenlandschaft noch mehr akzentuieren (Fig. 2).

Diese Erscheinungen auf Spitzbergen ohne Weiteres als Wüstenbildungen zu bezeichnen, wäre jedoch kaum richtig. Sie sind freilich durch eine Art Verwitterung, nämlich die Frostverwitterung, hervorgebracht, welche Analogien mit der Insolationsverwitterung der Wüsten zeigt; und die am Fusse der Plateauränder verbreiteten Detritusmassen, welche durch Erdfließen und schnell anschwellende Schmelzwasserfluten hinabgeführt worden sind, können wohl mit den durch die Wolkenbrüche der Wüstengebiete transportierten Detritusmassen verglichen werden, es bestehen aber so grosse Unterschiede in der Wirkungsart der Agentien in beiden Fällen, dass sie nicht zusammengeführt werden dürfen. Da aber andererseits für beide gemeinsam sind ein arides Klima, eine davon abhängige Dürftigkeit der Vegetation, das Zurücktreten der normalen Wassererosion, und, wie weiter unten gezeigt wird, mehrere andere, echte Wüstenerscheinungen, dürfte es angemessen sein, den hier zu behandelnden Landschaftstypus als eine arktische Wüstenlandschaft zu bezeichnen.

Bei einem näheren Vergleich zwischen diesen beiden klimatologischen Wüstentypen findet man mehrere Verschiedenheiten, welche von der Verschiedenartigkeit der wirkenden Agentien abhängen. Obgleich auffallend gleichartige Blockmeere und Steinwüsten in beiden Gebieten vorkommen können, indem das Zerfallen der Gesteine durch die Frostsprengung und durch die Insolationsverwitterung meistens recht übereinstimmend verläuft, findet man jedoch in den arktischen Gebieten nie eine typische Abschuppung oder Desquamation, wie sie auf niedrigeren Breiten durch Insolation hervorgerufen wird. Dagegen gibt unter günstigen lokalen Bedingungen die arktische Frostverwitterung Anlass zur Entstehung von Cirkusformen, die für die gewöhnlichen Wüstengegenden fremd sind. An den

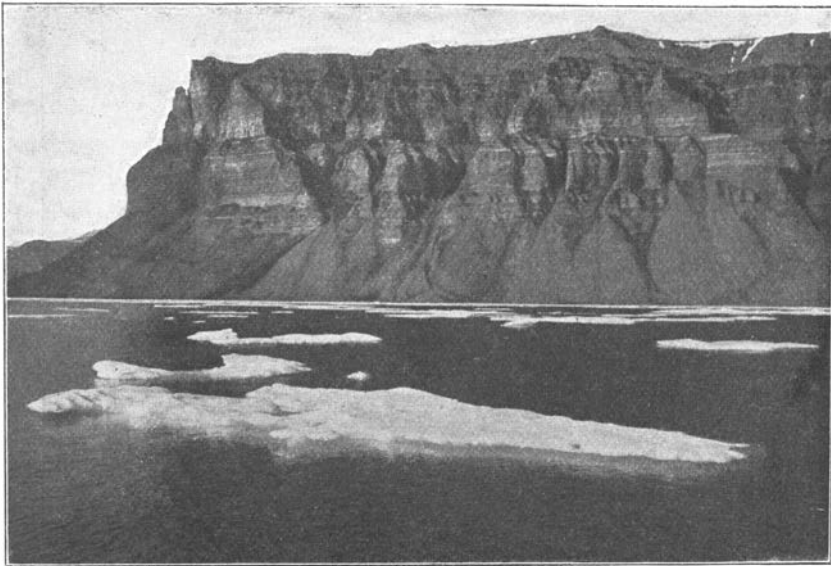


Fig. 1. Erosionsfurchen mit Schuttkegeln. Tempelberg. Verf. fot. 1910.

Plateaurändern, welche in der Schneegrenze oder deren Nähe liegen, entwickeln sich oft Nischen oder Kare ohne Mitwirkung von Gletschern. Es scheint der Vorgang etwa der folgende zu sein.

In einer Erosionsfurche sammelt sich Schnee, die über den Sommer liegen bleibt. An dem Rande des Schneefeldes wird der Fels durch Frostverwitterung zersprengt, und die Furche erweitert sich bei Fortführung des losgesprengten Materials durch Schmelzwasser und Erdfließen zu einem halbtrichterartigen Hohlform, der sich in der Fortsetzung zu einem Cirkus oder Kare umbilden kann. Weil die Zersprengung und Fortführung überwiegend an beiden Seiten stattfindet, während die mittlere Partie des Karbodens wegen der Schneedecke mehr der Erosion entzogen ist, kann die Entwicklung in einer aus festem Gestein bestehenden Erhebung auf dem Boden des Kares resultieren, welche sehr an die oft beschriebenen Berg-

rücken der Gletscherkare erinnert. Der in Fig. 3 abgebildete Cirkus von Mimers Tal zeigt eben einen solchen aufragenden Hügel aus festem Gestein in der Mitte des Karbodens. Erosionstrichter, die als ein Beginnstadium in der Umformung einer Ravine zu einem Cirkus zu betrachten sind, werden auf Fig. 4 gesehen.

Natürlich wird die Ausmodellierung von Cirkusformen begünstigt,

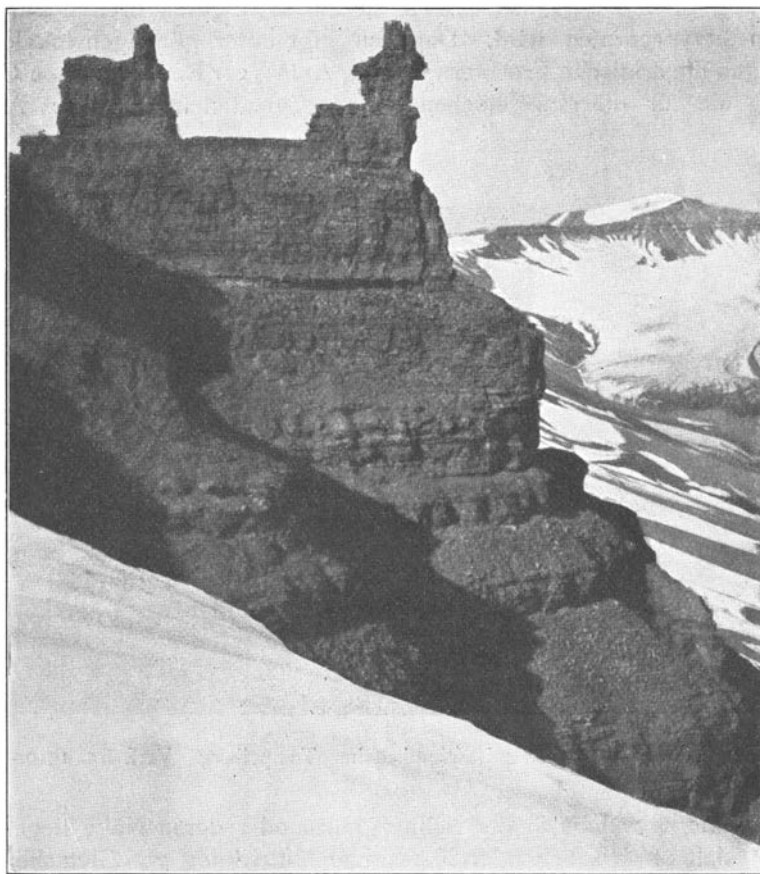


Fig. 2. Landschaftsformen in Mimers Tal. Verf. fot. 1910.

wenn es zur Entwicklung eines Gletschers kommt. Notwendig ist aber nicht ein Gletscher. Von einer Menge Kare auf Spitzbergen muss es als fast ausgeschlossen gelten, dass Gletscher an ihrer Ausbildung beteiligt gewesen sind. Da das Klima in postglazialer Zeit nie schlechter gewesen als jetzt, ist es nicht anzunehmen, dass die jetzt ganz eisfreien Kare je von Gletscher aufgenommen gewesen sind, seitdem die Vereisung der Fjorde aufhörte.¹

¹ BERTIL HÖGBOM, Bidrag till Isfjordsområdets kvartärgeologi. Geol. Fören. Förhandl. Stockholm. Bd 33, 1911.

Ich gehe nun über zur Beschreibung einiger, sofern mir bekannt, nicht früher auf Spitzbergen beachteten Erscheinungen, welche mit grösserer Recht als die oben beschriebenen zu den echten Wüstenerscheinungen zu führen sind. Ich sehe dabei ganz ab von dem lokalen Auftreten an den Uferebenen von sandgeschliffenen Steinen¹ oder Flugsand und Dünen. An einem so vegetationslosen Boden erfordern derartige Bildungen gar kein wüstenartiges oder besonders trockenes Klima. Die hier beabsichtigten Erscheinungen sind *Salzausscheidungen*, sowie *gitterartige und verwandte Verwitterungsformen*, welche im Inne-



Fig. 3. Cirkus mit einem aufragenden Berghügel am Boden. Mimers Tal. Verf. fot. 1909.

ren von Spitzbergen sehr allgemein verbreitet sind. Ihr dortiges Auftreten wird von dem dort herrschenden trockenen Klima bedingt.

Die Feuchtigkeit der relativ warmen Westwinde wird an der Küstenkette grösstenteils ausgefällt, und die vom Osten kommenden Winde haben das Landeis zu passieren, so dass sie bei ihrem Herabstürzen in die Fjordtäler den Charakter von Föhnwinden haben. In dieser Weise

¹ Bei dem Besuche der Exkursion des Geologenkongresses auf Spitzbergen wollten einige Teilnehmer die Toneisensteine auf Kap Wiik als windgeschliffen deuten. Dies ist jedoch nicht richtig, denn dieselbe Oberflächenskulptur wie an diesen losen Steinen ist auch an den in Situ, im festen Schiefer eingebetteten Toneisensteinen zu sehen. Echte windgeschliffene Steine und Felsen sind aber von G. DE GEER auf Nordostspitzbergen beobachtet worden (Geol. Fören. Förhandl. 1901).



Fig. 4. Plateaurand mit drei durch Frostverwitterung ausmodellierten Erosionstrichtern. Am Fusse des Berges Stromformen der Fließerde und im Vordergrunde Polygonenboden, Sassen Bay. (Aus des Verfs Aufsatz »Illustrationen zu den geologischen Wirkungen des Frostes auf Spitzbergen«, dies. Bulletin Vol. IX, S. 57).

bekommen die Umgebungen der inneren Teile des Isrjords und des Belunds ein sehr trockenes Klima. Dort regnet es im Sommer sehr selten, nur Nebel oder feiner Staubregen treibt dann und wann längs den Fjorden vom Westen hinein. Im Herbst kommen Graupen und Schneegestöber mit den Stürmen vom Landeise; dann ist aber der Boden schon gewöhnlich gefroren. Die Verhältnisse im Winter sind weniger bekannt, aber allem Anschein nach kann der Niederschlag auch in dieser Jahreszeit nicht gross sein. Deshalb ist auch die Vereisung hier auffallend gering und die Schneegrenze liegt 5—800 M. ü. d. M., während sie in den äusseren

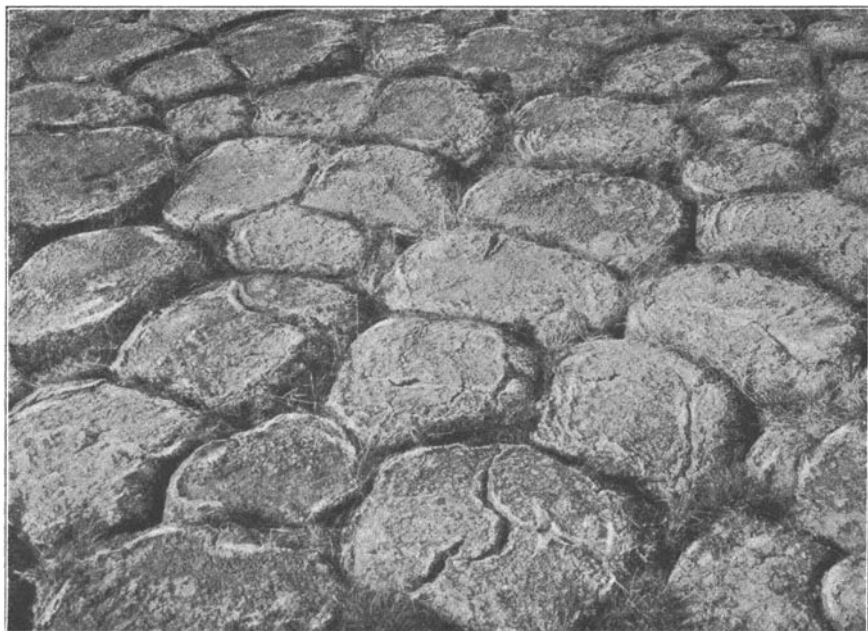


Fig. 5. Polygonenboden mit Salzausscheidungen. Braganza Bucht. Verf. fot. 1910.

Küstenregionen Spitzbergens fast bis an die Meeresfläche herunterzusinken scheint.

In diesem Trockengebiet kommen nun am Boden Salzeffloreszenzen häufig vor. Ich habe sie besonders in Advent Bay und auf Kap Thorsen, in der Braganza Bucht und auf Kap Conwentz gesehen. Auffallenderweise sind sie, so fern ich habe finden können, nicht von früheren Reisenden erwähnt, nicht einmal aus dem viel besuchten Advent Bay. Auf der dortigen Delta-Ebene sind sie jedoch so reichlich, dass der Boden, von den Gruben gesehen, ganz weiss oder grauweiss, wie von Reif bedeckt aussehen kann. Wenigstens war dies einige Male in den Sommern 1910 und 1911 zu sehen. Möglich ist allerdings, dass die Erscheinung nur unter besonders günstigen Sommern, und dann auch nur zufällig auftritt. Bei feuchten Winden wird das Salz schnell verflüssigt und von dem Boden

aufgesogen. Die Salzkruste kann bis centimeterdick und noch dicker werden; gewöhnlich aber bildet sie nur eine reifähnliche Bekleidung, die nur an aufsteckenden Ecken und Kanten, oder in den Spalten des Polygonenbodens zu grösseren Kristallaggregaten anspricht.

Leider habe ich keine gute Photographien dieser Salzauswitterungen zu zeigen. Auf dem Bild, Fig. 5, das für ein anderes Zweck genommen wurde, sieht man jedoch Salzefflorescenzen an den Spalten und Kanten des tonigen Polygonenbodens.

Das Salz ist, in Übereinstimmung mit den Temperaturverhältnissen dieser Gegend, Natriumsulfat, nicht Kochsalz.

Im Allgemeinen dürfte das Salz nicht aus dem jetzigen Meeres-

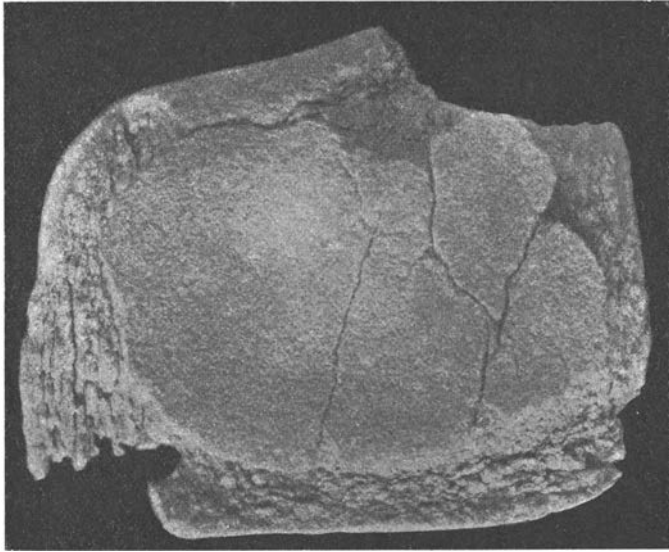


Fig. 6. Verwittertes Sandsteinsgeschiebe mit fester Kruste. Beinahe nat. Grösse.

wasser stammen. Auf Kap Thordsen liegt der salzige Boden etwa 30 M. ü. d. Meer. Da keine Landhebung mehr stattfindet, ist eine lange Zeit verflossen, seitdem das Meer denselben bedeckte. In der Braganza Bucht, wo die salzbedeckten Flächen mehrere Quadratkilometer gross werden können, besteht der Boden grösstenteils aus fluvioglazialen Material, welches sich in einem eisgestauten See abgelagert hat. In Advent Bay und Belsund haben Sandsteine und Schiefer des Jura und des Tertiärs das Material zu den salzföhrnden Bodenarten gegeben. Auf Kap Thordsen findet man auch oft einen schwachen Salzanflug hoch oben an den Felswänden der Trias, und ebenfalls scheidet sich Salz auf der von dort stammenden Fliesserde aus.

Das trockene Klima, welches sich u. A. in diesen Salzausscheidungen des Bodens kund gibt, dürfte eine ebenso wichtige Ursache sein, wie der

Frost und das Erdfließen, zu dem Armut der Vegetation oder der oft völligen Abwesenheit von Pflanzen über weite Flächen in den inneren Fjordtälern.

Eigentümlich ist es immerhin, dass die Salze aus dem Boden nicht ausgelaugt werden, besonders wenn es in Betracht genommen wird, dass schon in einer Tiefe von nur ein paar oder einigen wenigen Decimetern der Boden immer gefroren ist. Freilich ist der Niederschlag gering, und das Abfließen des Schmelzwassers findet über den noch gefrorenen Boden statt; es bleibt aber jedoch schwierig zu erklären, wie die Natur hier mit den Salzvorrät so haushalten kann. Vielleicht kommen in dem gefrorenen

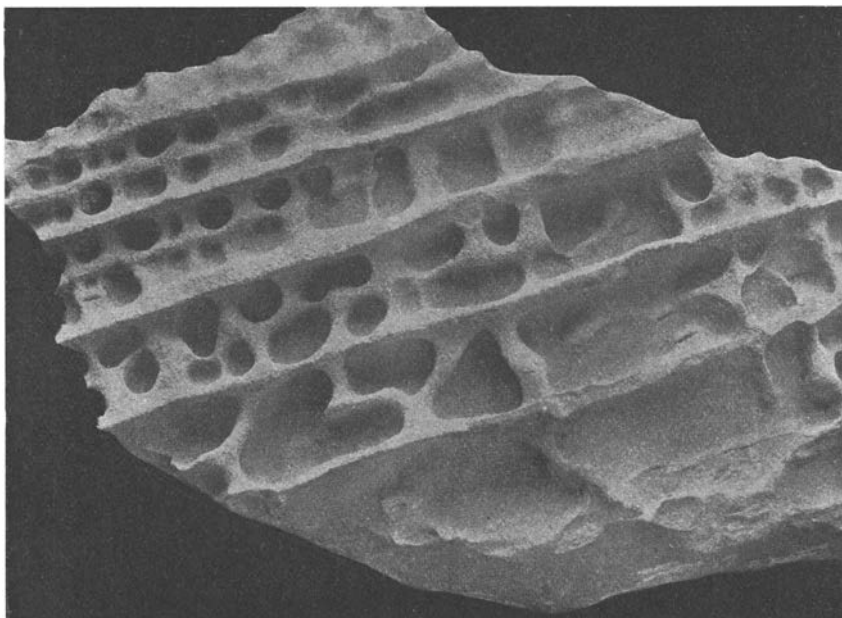


Fig. 7. Gitterverwitterung, Axels Insel. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

Boden Prozesse vor, wodurch ein Zufuhr von Salz nach der Oberfläche hin ermöglicht wird. Hierüber, wie auch über den primären Salzgehalt der verschiedenen Gesteine, habe ich jedoch nicht Gelegenheit gehabt, Untersuchungen anzustellen.

Noch mehr als die nun beschriebenen Salzefflorescenzen, welche mit dem Wechsel des Wetters entstehen oder verschwinden, tritt der Wüstencharakter des hier abgehandelten Gebietes durch die Verwitterungsformen der Felsen und Steine hervor. Gitterskulptur und hohle, oder in ihrem Inneren aufgelockerte Gesteine sind an mehreren Lokalitäten häufige Erscheinungen. Auf den oben erwähnten Salz-Ebenen der Braganza Bucht zeigt die Mehrzahl der Sandsteinsblöcke typische Wüstenverwitterung, während die Granitgeschiebe davon ganz unberührt zu sein scheinen. Das

Bild Fig. 6 zeigt ein Stück Jurasandstein (»Festungssandstein«), dessen Innere ganz aufgelockert und mürbe ist, während die Aussenflächen glatt und hart sind. Ähnliche Verwitterungsformen sind in allen Varietäten des Kulmsandsteins am Pyramidenberge sehr häufig. Die in dieser Weise verwitterten Steine liegen hier dicht am Seeufer, und das für die Verwitterung nötige Salz dürfte hier aus dem Meereswasser aufgesogen sein.

Eine auf der nicht weit von der Mündung des Belsunds liegenden Axels-Insel aufragende Sandsteinsbank hat eine sehr schöne Gitterskulptur, wie das Bild Fig. 7 nach einem losgeschlagenen Stück zeigt. Sehr ver-

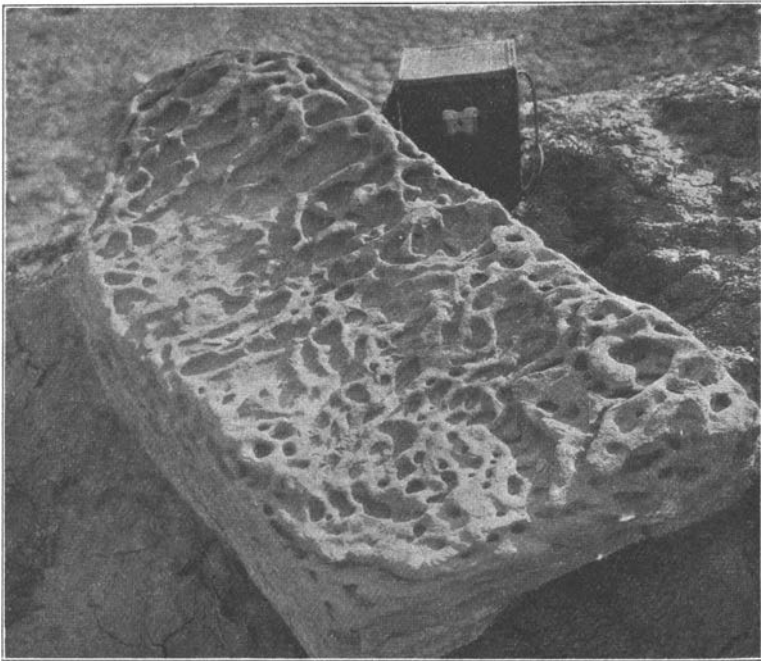


Fig. 8. Verwitterungsskulptur. Sandstein, Braganza Bucht.

breitet sind diese Verwitterungsformen auch auf Kap Conwentz in der Braganza Bucht (Fig. 8) und in Advent Bay, sowohl an den jurassischen, wie an den tertiären Sandsteinen, wo diese auf salzigem Boden liegen. Sie kommen auch auf Boden vor, wo keine Salzausscheidungen beobachtet worden sind; in diesen Fällen aber liegen sie dicht am Ufer und dürften Salz vom Meere bezogen haben, wie schon oben angedeutet wurde. Dass die Frostverwitterung ohne Zutritt von Salzlösungen diese Verwitterungsformen hervorbringen könne, ist kaum anzunehmen; die Erscheinung dürfte in diesem Falle mehr verbreitet in den arktischen Gebieten auftreten.

In der Braganza Bucht werden einige Anhaltspunkte für die Beurteilung der Schnelligkeit dieser Verwitterung gegeben. Die verwitterten Blöcke und Steine liegen nämlich auf fluvioglazialen Boden und Moränen-

boden, welche bei einem Vorstoss des Paulagletschers nach der Mytiluszeit und dem Aufhören der Landhebung gebildet worden sind.¹ Reste des Gletschers finden sich noch unter Bedeckung dieser Ablagerungen. Durch Abschmelzung derselben haben sich Erdrücken, Erdpyramiden und auch kleine im Eise eingefressene Seetümpel gebildet. Andererseits wird der Rückzug des Paulagletschers zeitlich nach oben dadurch begrenzt, dass Reste der russischen Kolonistenhütten aus der Ende des achtzehnten oder dem Beginn des neunzehnten Jahrhunderts auf diesem Boden gefunden werden.

Da ich diese kleine Mitteilung auf einer längeren Reise, ohne Zugang zur arktischen Literatur, niedergeschrieben habe, ist es nicht Gelegenheit für mich gewesen, auf vergleichende Betrachtungen über die von anderen arktischen Gebieten beschriebenen Bildungen dieser Art einzugehen. Sofern ich nun mich erinnern kann, enthält die Literatur über Spitzbergen nichts über diese Erscheinungen. Wahrscheinlich dürften sie jedoch, ausser in dem hier behandelten Gebiete auch auf Stans Foreland und auf den grossen eisfreien Ebenen an der Westküste des Nordostlandes vorkommen. Sehr interessante Wüstenbildungen hat O. NORDENSKJÖLD neuerdings (Ymer 1910) von Westgrönland beschrieben. Von Antarktis (Gauss' Berg) hat man auch durch die letzte deutsche Expedition Gitterwitterung und Salzausscheidungen kennen gelernt.

Penang, Malakka, 22 Nov. 1911.

¹ Näheres hierüber bei BERTIL HÖGBOM, »Isfjordsområdets kvartärgeologi», Geol. Fören. Förhandl. Stockholm, Bd. 33, H. 1 (1911).

Gedruckt 15/3 1912.

