

Kleinere Mitteilungen.

Über die Verschiebung der Eisscheide gegenüber der Wasserscheide in Skandinavien. In der geologischen „Rundschau“ 2 (1911) befinden sich zwei Aufsätze von Geheimrat Prof. Dr. R. Lepsius und eine Entgegnung von Prof. A. G. Högbom über diese anlässlich des Geologenkongresses in Schweden 1910 vielfach erörterte Frage.

Die skandinavische Halbinsel zeigt im allgemeinen einen flachen Abfall gegen Osten, einen steilen gegen Westen. Die Scheitellinie der Gewässer dieses Landes erscheint daher sehr stark gegen Westen gerückt und verläuft in dem Hochgebirge, das seinen Steilabfall gegen den Atlantischen Ozean richtet.

Durch die langjährigen Untersuchungen der schwedischen Geologen ist nun der Beweis erbracht, daß sich die Scheitellinie der Eisbewegung während der letzten Eiszeit durchaus nicht mit jener des Grundgebirges deckte, sondern im allgemeinen um 100—200 km östlicher gelegen war. Mit anderen Worten, wir finden in Skandinavien viele Beweise, daß große Massen des Inlandeises entgegen dem Gefälle des Untergrundes von Osten her auf die Wasserscheiden hinaufgeschoben wurden und über dieselben dem Atlantischen Ozean zufließen. Die beiliegende Kartenskizze Fig. 1 stellt als Kopie nach einer Karte von H. Munthe diese große Ostverschiebung der Eisscheidelinie gegenüber der heutigen Wasserscheide dar.

Während die schwedischen Geologen erkannt haben, daß eine Aufwärtsbewegung des Inlandeises in gewaltigem Umfang vom inneren Norrland über das Hochgebirge hinweg stattgefunden hat, hält dies Lepsius für eine physikalische Unmöglichkeit. Nach seiner Meinung fiel während der letzten Eiszeit noch Eis- und Wasserscheide zusammen. Erst in postglazialer Zeit soll dann die Wasserscheide durch tektonische Bewegungen des Untergrundes um 100—200 km weiter gegen Westen in ihre heutige Lage gerückt worden sein.

Die geologischen Gründe, welche einer solchen Deutung entgegenstehen, hat A. G. Högbom in klarer Weise zur Geltung gebracht. Ich möchte nun im folgenden unabhängig von der geologischen Beweisführung zeigen, daß gerade vom physikalischen Standpunkte diese Verschiebung der Eisscheide gegen die Wasserscheide keine Unmöglichkeit, sondern im Gegenteil unter entsprechenden Umständen eine Notwendigkeit ist.

Wählen wir als Ausgang der Überlegungen eine gleichseitige Wasserscheide, wie sie Fig. 2 im Querschnitt darstellt. Der Scheitel dieser Landmasse liege auf beiden Seiten gleich weit von der Erosionsbasis entfernt,

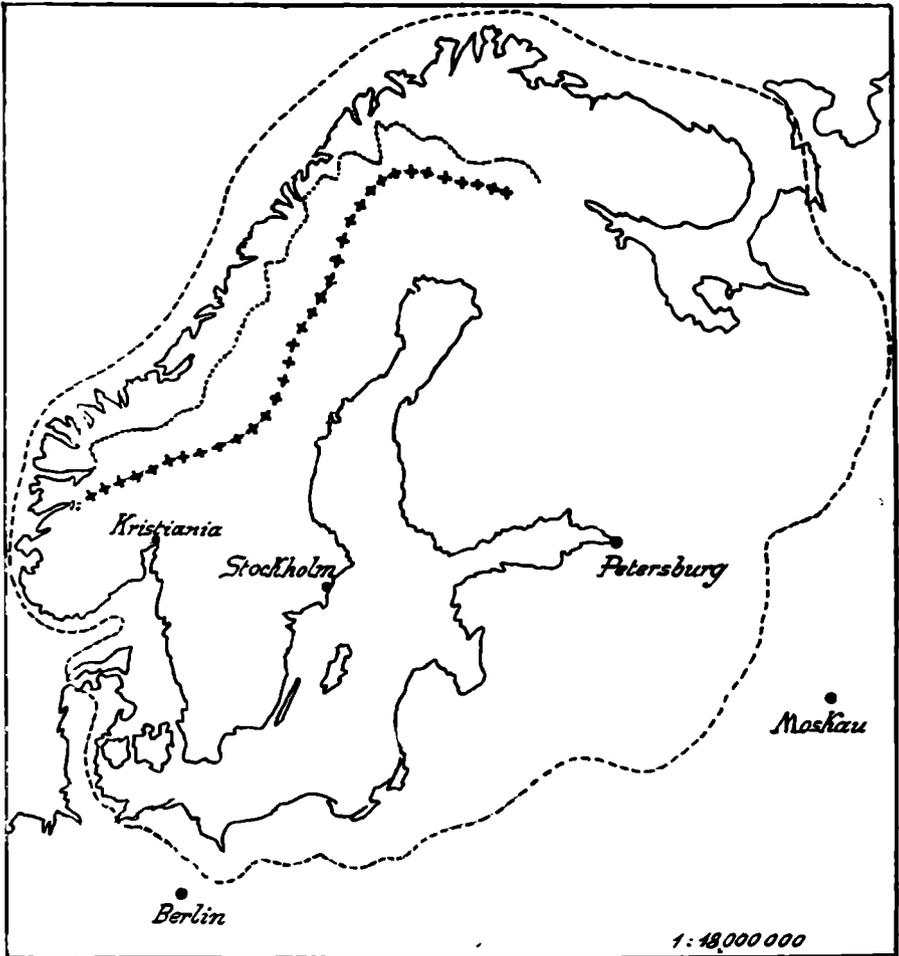


Fig. 1. Eisgrenze zur Zeit des sogen. baltischen Gletschers und Lage der Eisscheide. Nach H. Munthe (Führer 25 des XI. Internationalen Geologenkongresses in Stockholm, 1910).

--- Ausdehnung des Inlandeises zur Zeit des baltischen Gletschers;
 Wasserscheidelinie; + + + + + Eisscheidelinie.

die von einem Meere gebildet wird. Machen wir nun noch die Annahme, daß das Land aus einer gleichmäßigen Gesteinsmasse bestehe und auf beiden Seiten dieselben klimatischen Bedingungen herrschen, so ist ersichtlich, daß die Erosion auf beiden Abhängen gleiche Wirkungen erzielen

wird. Das Endergebnis dieses Erosionsspieles ist eine Erniedrigung des Landes in der Weise, daß die Wasserscheide vertikal immer tiefer gesenkt wird, bis sie ungefähr ins Niveau des Meeresspiegels gelangt. Dieser Fall ist praktisch so gut wie ausgeschlossen.

Nehmen wir nun eine einseitige Lage des Landscheitels an (Fig. 3) und behalten sonst die gleichen Bedingungen bei. Hier ist zu erwarten, daß die Erosion auf der wesentlich steileren Seite viel raschere Fortschritte als auf der flacheren macht. Die Scheitellinie der Landmasse wird daher im Laufe der Abtragung stark gegen den flacheren Abhang hin verschoben. Die Linie α , welche in Fig. 3 die Wanderung des Scheitels in Raum und Zeit darstellt, kann natürlich sehr mannigfaltig gestaltet sein. Je größer die Unterschiede der beiderseitigen Neigungen sind, desto rascher wird die Verschiebung der Wasserscheide gegen das flachere Gebiet hin stattfinden.

Etwas Ähnliches gilt nun auch von der Verschiebung der Eisscheide. Stellen wir uns vor, eine gleichseitig gescheitelte Landmasse von einem Querschnitt wie in Fig. 2 würde allmählich von einer mächtigen Eisschichte bedeckt. Die Bewegung dieser Eisschichte wird auch bei großer Mächtigkeit stets von einer Stelle aus geschehen, welche ungefähr senkrecht über dem Scheitel des Grundgebirges liegt. Es ist bei gleichmäßigen Verhältnissen auf beiden Seiten zu einer Verschiebung des Scheitels der Eisbewegung kein Grund vorhanden und dieselbe erfolgt getreu der Vorzeichnung des Untergrundes. Lassen wir nun aber eine Landmasse von ungleichseitiger Scheitelung (Querschnitt wie in Fig. 3) von mächtigem Eise überdeckt werden. Es ist klar, daß die Eisdecke auf der wesentlich steileren Flanke sich rascher bewegen wird als auf der flacheren. Die Wirkung davon ergibt, daß in einem Querschnitt der Eisdecke (Fig. 4), welcher den Scheitel des Untergrundes trifft, nicht Gleichgewicht der Druckverteilung nach beiden Seiten, sondern Zug gegen die steilere Seite hin herrscht. Es wird daher von der flacheren Seite Eis über den Scheitel gegen die steilere hinüberfließen. Die Stelle, wo sich die Eisbewegung scheidet, wird also irgendwo auf dem flacheren Abfall des Untergrundes zu suchen sein. Je größer der Unterschied des beiderseitigen Gefälles der Eisbahnen, je bedeutender die Mächtigkeit der Eisdecke ist, desto ausgiebiger wird auch die Verschiebung der Eisscheide ausfallen.

Die Aufwärtsbewegungen, welche dadurch eingeleitet werden, sind natürlich nur im Rahmen der viel größeren allgemeinen Abwärtsbewegung zu betrachten und zu verstehen.

In Skandinavien kommt neben dem großen beiderseitigen Gefällsunterschied noch auf der einen Seite die Nähe des Weltmeeres, auf der anderen die Einschaltung der breiten Mulde von Ostsee und Bottnischem Busen entscheidend in Betracht. Der Westrand des Inlandeises (Fig. 1) ragte ins tiefe Meer und wurde dort geschmolzen. Selbst eine bedeutende Steigerung der Mächtigkeit des Inlandeises hätte dessen Grenzen hier nicht

wesentlich weiter verschieben können. Im Osten und Süden aber war das Inlandeis gezwungen, die breite Mulde von Ostsee und Bottnischem Busen mit starker Gegensteigung zu überwinden, um dann auf die weiten

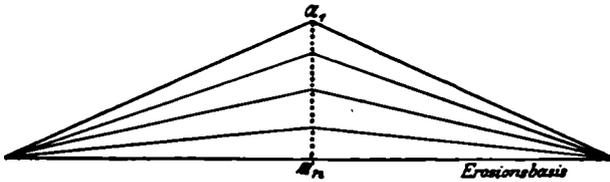


Fig. 2. $a_1 - a_n$ = Reihenfolge der Landscheitel im Laufe der Abtragung.

Kontinentalflächen zu gelangen. Eine Steigerung der Mächtigkeit der Eisdicke war in dieser Richtung mit einem bedeutenden Vormarsch derselben verbunden. Die Reibung, welche die Eisbewegung in der Richtung gegen Osten zu bewältigen hatte, war eine weit größere als jene in der Richtung gegen Westen.

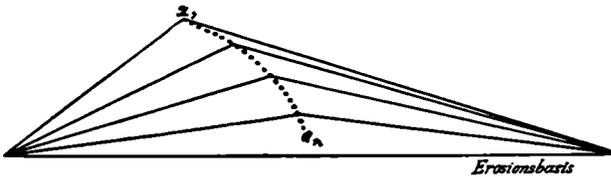


Fig. 3. $a_1 - a_n$ = Reihenfolge der Landscheitel im Laufe der Abtragung.

Diese Umstände mußten sich neben der Ungleichseitigkeit des Untergrundes in gleichem Sinne für eine Verlegung des Eisscheitels gegen Osten hin geltend machen und ihre Wirkung gegenseitig verstärken.

Die Lage der Eisscheide war bei geringer Mächtigkeit noch unmittelbar über dem Wasserscheitel und wurde bei steigender Dicke des Eises immer weiter gegen Osten verschoben.

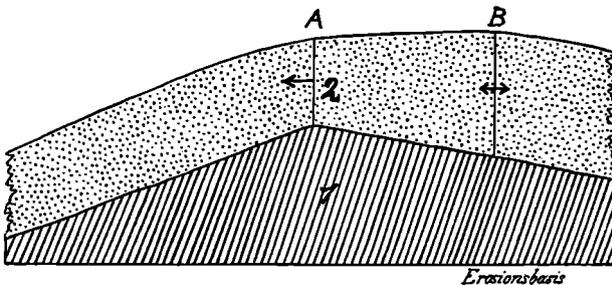


Fig. 4. 1 = Grundgebirge; 2 = Eisdicke; B = Eisscheitel; A—B = Verschiebung des Eisscheitels.

Beim Sinken der Eismächtigkeit muß sich der Eisscheitel wieder dem Untergrundscheitel genähert haben. Das gilt natürlich nur so lange, als noch eine völlig zusammenhängende Eisbedeckung vorhanden ist.

Die Lage des Eisscheitels ist also jeweils eine Funktion aller hier in Betracht kommenden Faktoren.

Vor allem sind die Neigungsverhältnisse des Untergrundes sowie die Mächtigkeit des Eises für das Ausmaß der Verlagerung des Eisscheitels entscheidend.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß man aus dem Maximalbetrag dieser Verschiebung bei Berücksichtigung der anderen lokalen Umstände einen direkten Schluß auf die Maximalmächtigkeit des Inlandeises gewinnen kann.

Die skandinavische Verschiebung der Eisscheide dürfte wohl die großartigste Erscheinung dieser Art auf der Erde sein. Der mächtige Steilabfall des Hochgebirges gegen Westen und die Nähe des Meeres haben hier gleichsam das Eis aus dem weiten inneren Norrland über die Kämme an sich gezogen. In kleinerem und kleinstem Ausmaß sind solche Verschiebungen jedoch wohl in jedem Gebiete von größerer Vergletscherung zu finden. Wir stehen hier also durchaus nicht vor einer physikalischen Unmöglichkeit, sondern vor einer Erscheinung, deren genauere Erforschung vielleicht noch manche Angabe über die Bewegung und Mächtigkeit des Inlandeises zutage bringt.

Wien, Ende März 1914.

Otto Ampferer.
