

Wasserscheide und Eisscheide in Skandinavien.

Von **A. G. Högbom** (Upsala).

In Heft 1, Bd. II. dieser Zeitschrift hat Geheimrat R. LEPSIUS einige Ideen über obiges Thema entwickelt, welche zu den Resultaten der schwedischen quartärgeologischen Forschung in den letzten Jahrzehnten in schroffem Gegensatz stehen.

Ohne auf eine ausführliche Widerlegung der Betrachtungen des hochverehrten Verfassers hier einzugehen, möchte ich jedoch auf einige von ihm unbeachtete Umstände aufmerksam machen, die hinreichend sein mögen, jeden Fachmann, der mit der einschlägigen schwedischen Literatur ein wenig vertraut ist, in Stand zu setzen, die Unhaltbarkeit der neuen Theorie zu beurteilen.

Verf. meint, dass eine Aufwärtsbewegung des Inlandeises von der das innere Norrland durchstreichenden Eisscheide aus über das Hochgebirge hin, wie es von den schwedischen Geologen angenommen wird, eine physikalische Unmöglichkeit sei, und er will geltend machen, dass die jetzige Lage der skandinavischen Wasserscheide durch eine postglaziale Verschiebung über den 100—200 km breiten Raum entstanden ist, welcher zwischen dieser Wasserscheide und der glazialen Eisscheide liegt. Mit anderen Worten: die Wasserscheide des Grundes fiel während der Eiszeit mit der Eisscheide zusammen. Diese Verschiebung soll, nach dem Verf., durch ungleichmässige tektonische Bewegungen bewirkt sein, welche folglich um mehrere hundert Meter innerhalb der fraglichen Zone differieren müssen.

Die mehr oder minder subjektiven Vorstellungen über das, was physikalisch möglich und unmöglich ist, müssen sich nach festgestellten Tatsachen modifizieren, und die Geologie bietet in ihrer historischen Entwicklung hinreichende Beispiele dafür, dass es notwendig wird, sich selbst in das „Unmögliche“ zu fügen. Ich lasse deshalb diese Frage bei Seite, um mich nur mit unserem faktischen Beobachtungsmaterial über die betreffende Erscheinung zu beschäftigen.

Es sei dann zuerst darauf hingewiesen, dass die nach der Eiszeit in Schweden stattgefundenen Deformationen der Erdkruste durch systematische, in drei Jahrzehnten verfolgte Untersuchungen von DE GEER, MUNTHE, GAVELIN, HÖGBOM und anderen nunmehr so genau festgestellt sind, dass die Unsicherheit meistens sich nur um Meter oder gar Bruchteile von Metern bewegt. Die Resultate sind u. a. auf mehreren Karten graphisch mit Isobasen eingetragen und folglich auch zugänglich für Geologen, die nicht die schwedische Sprache beherrschen. Diese Karten gewähren keinen Platz für die von Geheimrat LEPSIUS supponierten postglazialen, grossen Dislokationen. Ganz besonders trifft dies innerhalb des hier zu berücksichtigenden Gebietes zu. Die ganze Zone zwischen der jetzigen Wasserscheide und der glazialen Eisscheide war ja von weit verzweigten grossen Eisseen ein-

genommen¹⁾, deren Uferlinien noch erhalten und leicht zu verfolgen sind. Diese Uferlinien haben nun, wie z. B. aus meinen Untersuchungen in Jämtland, GAVELINS und SIÖGBENS in Lappland hervorgeht, nur geringfügige Deformation durch ungleichmässige postglaziale Bewegungen erlitten. Im mittleren Jämtland sind sie mehrere Meilen in verschiedenen Richtungen verfolgt, ohne dass Höhendifferenzen von mehr als wenigen Metern konstatiert werden konnten. In Lappland und im nördlichsten Jämtland fallen die Linien dagegen merkbar gegen Westen oder Nordwesten hin, so dass die Ostenden derselben bis einige Zehner von Metern höher als die Westenden liegen. Die Deformation ist aber auch hier gar nicht von der für die neue Theorie erforderlichen Grössenordnung. Dazu ist noch zu bemerken, dass dieselbe in gerade entgegengesetzter Richtung stattgefunden hat, wie LERSIUS sie annimmt, so dass im Gegenteil die Wasserscheide dadurch seit Ende der Eiszeit hie und da eine kleine Verlagerung nach Osten erfahren hat.

Ganz abgesehen von diesen, mit der neuen Theorie unvereinbaren Tatsachen bildet übrigens schon der Umstand, dass am Ende der Eiszeit alle diese zwischen der jetzigen Wasserscheide und der Eisscheide liegenden Eisseen vorhanden waren, einen hinreichenden Beweis gegen die Theorie. Wenn die Wasserscheide damals nicht auf ihrem jetzigen Platz lag, sondern mit der Eisscheide zusammenfiel, hätten sich natürlich keine Stauseen bilden können, und wir könnten auch nicht alle diese scharfen Einschnitte in die Wasserscheide finden, welche die Abflüsse dieser Seen nach Norwegen hin markieren.

Andere Umstände können auch beigezogen werden, welche gegen eine Verlagerung der Wasserscheide, wie sie Geheimrat LERSIUS sich denkt, sprechen. Wie ich in mehreren Arbeiten auseinandergesetzt habe, folgen die jetzigen nordschwedischen Flüsse im Grossen und Ganzen den präquartären Tälern. Diese konvergieren im Allgemeinen, und mit meistens aus quartären Aufschüttungen erklärlichen Ausnahmen, gegen Südosten; so auch innerhalb der Zone, über welche die Wasserscheide gemäss der Theorie von LERSIUS sich verschoben hat. Dies, ebenso wie der Umstand, dass die präquartären Täler sich nicht an die norwegischen Talsysteme auf der Westseite der Wasserscheide anschliessen, kann nur dahin gedeutet werden, dass die jetzige Wasserscheide recht genau mit der präquartären zusammenfällt. Die Abweichungen sind von geringem Belang und können sich meistens aus den Durchbrüchen der Eisseebflüsse (z. B. bei Storlien) erklären lassen.

Schon wenn man auf einer topographischen Karte den allgemeinen Charakter der jetzigen Wasserscheide längs der schwedisch-

¹⁾ Siehe z. B. „Norra Sveriges Issjör“ (mit Resumé in englischer Sprache von AXEL GAVELIN und A. G. HÖGBOM. Sveriges Geol. Undersökn. Stockholm 1910.

norwegischen Grenze studiert, muss es, ganz abgesehen von obigen Auseinandersetzungen, einleuchtend werden, dass dieselbe ein sehr alter geographischer Zug ist und nicht durch postglaziale Niveauveränderungen im Sinne der Theorie von LEPSIUS entstanden sein kann.

Es ist noch eine Gruppe von Tatsachen zu erwähnen, welche in derselben Richtung zielen und die Unzulänglichkeit der neuen Theorie dartun.

Wie ich schon 1885, in derselben Arbeit, wo ich zuerst die anormale Lage der Eisscheide weit östlich von dem Hochgebirge aufwies, recht ausführlich gezeigt habe, und wie durch meine und anderer Arbeiten später mehrfach bekräftigt worden ist, hat die Eisscheide in früheren Abschnitten der Eiszeit eine viel westlichere Lage als am Ende der Eiszeit gehabt. Geschiebe und Grundmoränen, welche eine westliche Herkunft aus den Hochgebirgsgegenden in der Nähe der jetzigen Wasserscheide haben, sind gar nicht selten zu sehen, z. B. in der Gegend von Östersund im östlichen Jämtland. Wenn man nun die Ansicht von LEPSIUS über die Unmöglichkeit einer Aufwärtsbewegung des Inlandseises annimmt, so ist es folglich nötig, eine hin- und rückgehende Verlagerung der Wasserscheide in quartärer Zeit anzunehmen, um diese Verschiebungen der Eisscheide zu erklären.

An und für sich ist aber eine solche Hypothese so wenig ansprechend, dass man wohl stärkere Gründe als die „physikalische Unmöglichkeit“ einer Aufwärtsbewegung des Eises dafür anziehen muss.

Weiter sei noch bemerkt, dass keineswegs die schwedischen Geologen, wie Geheimrat LEPSIUS meint, den Einfluss der ungleichmässigen Landhebung auf die Drainierung und die Wasserscheiden übersehen haben.

In meiner oben erwähnten Arbeit von 1885 habe ich die Frage aufgeworfen und diskutiert, ob die anomale Lage der Eisscheide dadurch erklärlich sei; und schon ehe die Lehre von grossen Inlandvereisungen zur Erklärung der Schrammen und Geschiebetransporte hervorgetreten war, wurde die Frage von HÖRBYE (1856) aufgeworfen, welcher zuerst diesen Aufwärtstransport in unseren südlichen Hochgebirgsgegenden konstatierte. Nunmehr können wir getrost sagen, dass wir hinreichendes Beobachtungsmaterial haben, um diese Frage als erledigt anzusehen, insofern es sich um letzte Eisscheide handelt. Dagegen kennen wir und haben viele Fälle beschrieben, wo die ungleichmässige Landhebung lokale Veränderungen der Wasserscheiden oder Verlagerungen der Abflüsse unserer Seen bewirkt hat, was hinreichend beweist, dass wir nicht ganz blind gewesen sind für die Komplikationen, welche diese Erscheinung in der quartärgeologischen Geschichte unseres Landes verursacht hat.

Schliesslich ein paar Worte über die „Möglichkeit“ einer Eisscheide östlich von der Wasserscheide und den Hochgebirgsgegenden.

Mit der von LEPSIUS supponierten Mächtigkeit des Eises von 1000 m in der Nähe der Eisscheide stellt sich die Sache freilich schwierig, darin bin ich mit dem hochverehrten Verfasser ganz einverstanden. Wir haben aber gute Gründe anzunehmen, dass die Mächtigkeit dieses Mass weit übertraf. Ohne die Stützen, welche in der bezüglichen Literatur für diese unsere Auffassung angeführt worden sind, hier zu rekapitulieren oder die Auseinandersetzungen noch einmal vorzuführen, welche die Unabhängigkeit der Wölbung des Inlandeises von dem tief begrabenen topographischen Relief zeigen, möchte ich nur auf einige Verhältnisse aufmerksam machen, die den Teilnehmern der Exkursionen A₂ und A₆ des letzten Geologenkongresses nicht ganz unbekannt sein dürften. Sie haben gesehen, wie das Eis sich von Osten über den Gipfel des Åreskutan bewegt hat und wie es nur sehr geringfügige Ablenkungen durch diesen grossen Gebirgskegel erfahren hat. Sie haben auch bei Handöl gesehen, wie zur Zeit der Eisseen die von Osten durch das Årethäl hervorgeschobene breite Eiszunge noch ganz nahe ihrer Front eine Mächtigkeit von wenigstens 350 m gehabt haben muss, um das Handöltal zu der von den Eisseeuferlinien markierten Höhe aufstauen zu können. Da diese mehrere Meilen weit hervorgeschobene Eiszunge in ihren äussersten Teilen derartig mächtig war, ist es offenbar, dass wir noch auf dem Abschmelzungsstadium mit ansehnlichen Mächtigkeiten für das weit im Osten liegende Inlandseis rechnen müssen. Direkte Beobachtungen für gewisse Strecken des Eisrandes, die noch nicht publiziert worden sind, geben übrigens ziffernmässige Angaben für das Ansteigen des Eises gegen Osten, aus denen ebenfalls auf eine starke Anschwellung des Eises nach dieser Himmelsrichtung hin geschlossen werden muss.

Bekannt ist übrigens, dass östliche Findlinge auf den höchsten Gipfeln der Gebirgskette vorkommen, welche eine Minimalmächtigkeit des Eises in ihrer Umgebung von weit mehr als 1000 m bezeugen.

Ich bin geneigt, die Mächtigkeit des Eises über der Eisscheide noch in dem vorgeschrittenen Abschmelzungsstadium, wo der Handölssee existierte, zu wenigstens 1500 Metern zu schätzen.

Wasserscheide und Eisscheide in Skandinavien. Erwiderung.

Von **R. Lepsius** (Darmstadt).

Auf die vorstehende Entgegnung des verehrten Kollegen A. G. HÖGBOM erwidere ich hier nur kurz das Folgende. Unser sachkundiger Führer am Torne Träsk in Lappland Dr. Otto SJÖGREN hatte mir gleich dort in der Diskussion über meine neue Theorie der Verlagerung der Eisscheide entgegengehalten, was jetzt A. G. HÖGBOM in erster Linie ausführt: die annähernd horizontalen Strandlinien der