

Über die Lage und die Ausbreitung des nord-europäischen diluvialen Inlandeises.

Von

W. v. Lozinski in Lemberg.

Mit der fortschreitenden Vertiefung unserer Kenntnisse von der Verbreitung des nordischen Diluviums entstehen immer neue Fragen und Rätsel. Am verwickeltsten gestaltet sich wohl das Problem der Ausbreitung des diluvialen Inlandeises vom skandinavischen Zentrum bis an den Rand der varistischen und karpatischen Mittelgebirge, in welche zungenförmige Ausläufer des Eisrandes noch weit hinein vordrangen, den prädiluvialen Talfurchen, somit dem geringsten orographischen Widerstande folgend. Zur Erklärung der Tatsache, daß das Inlandeis in seiner Randzone gegen die allgemeine Neigung des Bodens (bezw. gegen das Gefälle der prädiluvialen Täler) sich nach aufwärts bewegen konnte, hat man eine ungeheure Eismächtigkeit vorausgesetzt, die im skandinavischen Zentralgebiete der Vereisung bis auf mehrere Tausende von Metern steigen sollte. Seitdem jedoch v. DRYGALSKI gezeigt hat, daß die Bewegung des Inlandeises von seinem Oberflächenniveau nicht abhängt¹, sind übermäßige Annahmen von der Eismächtigkeit hinfällig geworden. Im Gegenteil mehrten sich ganz sichere Anzeichen, daß das Inlandeis von viel beschränkterer Mächtigkeit war², als bisher angenommen wurde.

¹ v. DRYGALSKI, Grönland-Expedition. 1. 513.

² v. LOZINSKI, Der diluviale Nunatak des Polnischen Mittelgebirges. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 61. 1909. Monatsber. p. 452.

Wenn wir die Ausbreitung des diluvialen Inlandeises in allen Einzelheiten verfolgen, so tritt im Vergleiche mit den lokalen eiszeitlichen Vergletscherungen von einzelnen Gebirgssystemen derselbe scharfe Gegensatz hervor, welchen v. DRYGALSKI erkannt hat, indem er den tiefgreifenden Unterschied der Inlandeis- und Gletscherbewegung präziserte¹. Der Verlauf der lokalen Vergletscherungen zeigt in allen Gebirgen die innigste Abhängigkeit von den orographischen Verhältnissen, d. h. von der Erhebung über die eiszeitliche Firngrenze und von der präglazialen Zertalung, welche die Lage der Firnmulden und die Abflußwege der Gletscher vorbestimmte. Es fragt sich aber, ob man zur Annahme berechtigt ist, es könne ein genug hohes Gebirge durch allmählich zunehmende Vergletscherung zum Ausgangspunkte eines Inlandeises werden. Der Umstand, daß die dauernden Firnanhäufungen der Hochregionen uns am nächsten und zugänglichsten sind, hat eine unzertrennliche Verknüpfung des Begriffes einer Vereisung mit den höchsten Erhebungen der Erdkruste herbeigeführt. So kommt es, daß man zur Erklärung von ehemaligen Glazialspuren, selbst wenn deren weite Verbreitung ganz sicher auf eine riesige Inlandeisdecke schließen läßt, immer noch hochgelegene Ausgangsgebiete heraufbeschwören möchte. Indes ergibt sich aus der Erforschung von gegenwärtigen und diluvialen Gletschergebieten, daß die Vereisung eines Gebirges, bzw. eines fjeldähnlichen Hochlandes nie zur Bildung einer ungeheuren, geschlossenen Eisdecke führt², sondern nur unzählige, mächtige Gletscher hervorbringt, die in präexistierenden Talfurchen sich bewegen und höchstens am Gebirgsfuß zu einer Vorlandvergletscherung zusammenfließen

¹ v. DRYGALSKI, Die Eisbewegung. PETERM. Mitt. 44. 1898. p. 57.

² Während bisher angenommen wurde, es seien die zur Eiszeit vergletscherten Teile der deutschen Mittelgebirge (Riesengebirge, Schwarzwald) mit geschlossenen Eiskappen bedeckt gewesen, konnte ich zunächst für das Riesengebirge den Nachweis führen, daß die eiszeitlichen Firnanhäufungen nur die Kare in ihrem Innersten ausfüllten, wogegen die Hochfläche der Rücken, nicht mit Firn bedeckt war und ihre präglaziale Gestaltung unverändert zur Schau trägt (vergl. Geologisches Zentralblatt, 15. Ref. No. 33). Es wird nicht schwer sein, das gleiche auch für die anderen, ehedem vergletscherten Teile der deutschen Mittelgebirge (Schwarzwald, Böhmerwald u. a.) zu beweisen.

können. An dem Beispiele der Alpen sehen wir am besten, daß zur Eiszeit nur die Gletscherzungen mächtiger waren und unter Umständen zu einer Vorlandvergletscherung sich vereinigten, wogegen die Firnmulden ungefähr denselben Umfang hatten, wie gegenwärtig¹. Danach ist die Möglichkeit ausgeschlossen, daß die Firnanhäufung in einem Gebirge ins unbeschränkte wachse und dasselbe mit einem Eispanzer überziehe, aus welchem ein Inlandeis entstehen könnte². Denn ein hochgehobener Teil der Erdkruste muß selbstverständlich bis zu seinem Innern, oder mindestens am Rande von tiefen Furchen zertalt sein, welche, sobald bei einem Klimawechsel die Anhäufung von Firn und dessen Umwandlung in Eis einsetzt, die sich bildenden Eismassen zum Abfließen in getrennten, individualisierten Gletscherzungen zwingen und dadurch das Anschwellen von Firnansammlungen über eine bestimmte Grenze verhindern. Vergletscherungen von Hochgebirgen und ausgedehnte Inlandeisdecken, welche große Teile von Kontinenten umspannten, stehen sich als zwei grundverschiedene Vereisungsarten entgegen, die durch keinerlei Übergänge miteinander verbunden sind.

In der Tat zeigt die Lage der Ausbreitungszentra der großen diluvialen Eisdecken keinen Zusammenhang mit den höchsten Erhebungen³ — vielmehr finden wir, daß zentrale Inlandeisgebiete geradezu ein Gebirge zu fliehen scheinen. Ein solches war in Skandinavien der Fall. Ohne Zweifel dürfen wir zugeben, daß am Anfang der Diluvialzeit die allmähliche Abkühlung zunächst die höchsten Erhebungen betraf und im skandinavischen Gebirge zu einer Entwicklung von Gletschern führte, die höchst wahrscheinlich bis zu einer Vorlandvergletscherung sich ausdehnten. Nun aber tritt die firnaufspeichernde Rolle des Gebirges vollständig zurück. Wenn wir das erwähnte Beispiel der Alpen im Auge be-

¹ PENCK, Alpen im Eiszeitalter. 3. 1142.

² Daß die Grundtypen einer Vereisung ineinander nicht übergehen können, betont mit vollem Recht WERTH, Aufbau und Gestaltung von Kerguelen (Deutsche Südpolar-Expedition 1901—03. 2. 1908. p. 123.

³ Meines Wissens ist dieses zuerst und nur von O. NORDENSKJÖLD Die Polarwelt. 1909. p. 158. Anm. 1) mit vollem Nachdruck betont worden.

halten, so ist es unmöglich, sich das skandinavische Inlandeis aus der Gebirgsvergletscherung hervorgegangen zu denken, wie es u. a. NATHORST¹ versucht hat. Im Gegenteil bildete sich mit fortschreitender Abkühlung das diluviale Inlandeis im östlichen, relativ flachen Gebiete Schwedens, dessen heutige Oberfläche höchstens bis zu ungefähr 600 m sich erhebt, ganz selbständig heraus und drang gegen das skandinavische Gebirge vor. In dem breiten Streifen Schwedens zwischen dem wasserscheidenden Grenzgebirge und der diluvialen Eisscheide, zeigen die Glazialablagerungen eine auffallende Mischung von Geschieben westlicher und östlicher Herkunft, wobei letztere oft überwiegen² und ein beredtes Zeugnis ablegen, wie das von Osten hereinbrechende Inlandeis allmählich die jedenfalls nicht unbedeutende Vorlandvergletscherung des skandinavischen Gebirges verdrängte. Als ich mit einer Exkursion des Stockholmer Geologenkongresses den Åreskutan (1420 m) in Jämtland bestieg und denselben bis zu den höchsten Gehängestufen mit nur von Osten verschleppten Findlingen bestreut fand³, war es mir ganz klar, daß das diluviale Inlandeis von Osten her als ein fremdes Gebilde das skandinavische Gebirge überwältigte. In derselben Weise wurde in Kanada die diluviale Vorlandvergletscherung des Felsengebirges durch die Ausbreitung des Inlandeises unterdrückt⁴.

Wenn wir die Ausbreitungszentra der diluvialen Eisdecken in Nordeuropa und Nordamerika, sowie der permischen Vereisung im indo-afrikanischen Kontinent (Gondwanaland) einer vergleichenden Betrachtung unterziehen, so ergibt sich eine auffallende Übereinstimmung in folgenden zwei Punkten.

1. Die Ausbreitungszentra der ehemaligen Inlandeisdecken liegen in Gebieten, die vor der Ver-

¹ GEINITZ, Das Quartär. *Lethaea geognostica*. p. 82.

² HÖGBOM, Quartärgeologische Studien im mittleren Norrland. *Geol. Fören. Förh.* **31**. 1909. p. 605 ff.

³ Desgleichen kommen auch im viel höheren Sarekgebirge von Osten hergebrachte erratische Blöcke noch auf den höchsten Stellen vor. Vergl. HAMBERG, *Geomorphologie und Quartärgeologie des Sarekgebirges*. *Geol. Fören. Förh.* **32**. 1910. p. 735.

⁴ TYRRELL, *The Glaciation of north central Canada*. *Journ. of Geol.* **6**. 1898. p. 152.

eisung während langer Perioden der Abtragung ausgesetzt waren und in weitem Umfange aus kristallinischem Grundgebirge bestehen¹. Am genauesten kann von Skandinavien gezeigt werden, daß es — abgesehen von unbedeutenden randlichen Überflutungen — seit der Carbonzeit ein Gebiet kontinentaler Abtragung bildete, das die angrenzenden Meere mit Sedimenten versah². Der kanadische Schild, wie es seine weitgehende Analogie mit Skandinavien klar erkennen läßt, hatte ebenfalls eine lange Reihe von kontinentalen Abtragsperioden hinter sich, als das diluviale Inlandeis im Laurentischen Plateau sich herauszubilden anfang. Wenn wir auf die permische Vereisung zurückgreifen, so ist es selbstverständlich bei weitem nicht möglich, die Zahl und die Lage der Ausbreitungszentra mit derselben Genauigkeit zu fixieren. Die bisherigen Erfahrungen über die Verbreitung des permischen Glazialkonglomerats und die mutmaßlichen Bewegungsrichtungen können auf einen gemeinsamen Ausgangspunkt nicht zurückgeführt werden, sondern scheinen auf das Vorhandensein einiger Vereisungszentra hinzudeuten. Ohne Zweifel aber jagen die Zentra der Inlandeisdecke (bzw. der Inlandeisdecken) inmitten des indo-afrikanischen Kontinents, welcher — mit Ausnahme von vorübergehenden Überflutungen seines Saumes — seit dem Mittelcambrium bis zur Entwicklung der permischen Vereisung eine geschlossene, der Abtragung unterworfenene Landmasse bildete³. Daß auch das permische Inlandeis von

¹ Die Bemerkung von O. NORDENSKJÖLD, daß „ein zerklüftetes Gebiet von kristallinen Gesteinsarten . . . außer günstigen klimatologischen Verhältnissen am leichtesten größere Vereisung hervorzurufen scheint“ (a. a. O.), ist nicht etwa in dem Sinne zu verstehen, als würde bei der Ausbildung des Zentrums eines ausgedehnten Inlandeises die petrographische Beschaffenheit des Bodens ins Spiel kommen. Die Lage der Ausbreitungszentra weist in erster Linie auf einen innigen, tiefer begründeten Zusammenhang mit Gebieten hin, die unmittelbar vorher eine langdauernde Abtragung erfahren haben, wogegen das weit und breit entblößte Grundgebirge bloß als der äußere Ausdruck der vorangegangenen, tiefgreifenden Abtragung aufzufassen ist.

² DEECKE, Die südbaltischen Sedimente in ihrem genetischen Zusammenhange mit dem skandinavischen Schilde. Centrabl. f. Min. etc. 1905.

³ Vergl. die paläogeographischen Kartenskizzen von FRECH, *Lethaea palaeozoica*, 2.

Gebieten des entblößten Grundgebirges ausging, beweist die Zusammensetzung der Geschiebe, die größtenteils aus kristallinen und metamorphischen Gesteinen bestehen¹. Im Liegenden des permischen Glazialkonglomerats in Südafrika beobachtet man ähnliche Verhältnisse, wie sie auch in der Unterlage der nordischen Diluvialablagerungen in Europa, allerdings bei weitem nicht mit derselben Regelmäßigkeit, wiederkehren; in nördlicher Richtung; gegen das Ausbreitungszentrum der permischen Vereisung zu, liegt das südafrikanische Glazialkonglomerat diskordant auf immer älteren Schichtengliedern, bis schließlich das Grundgebirge als unmittelbare Unterlage zutage tritt². So finden wir auch für die permische Vereisung die an den beiden diluvialen Eisdecken abgeleitete Regel bestätigt, daß die Herausbildung des Inlandeises an Gebiete gebunden war, die unmittelbar vor dem Hereinbrechen einer erdgeschichtlichen Kälteperiode eine äonenlange und bis in das tiefste Felsgerüst hineinreichende Abtragung erfuhren.

2. Die Entwicklung der Ausbreitungszentra von großen Inlandeisdecken erfolgte ohne Zusammenhang mit den höchsten Erhebungen, vielmehr im relativ flachen und niedrigen Lande. Im Gegensatz zu den extremen Ansichten, welche für das präglaziale Skandinavien eine um Tausende von Metern höhere Lage willkürlich voraussetzen, wird es immer wahrscheinlicher, daß die obere Grenze der Niveauänderungen Skandinaviens seit dem Anfange der Diluvialzeit höchstens kaum einige Hunderte von Metern über seiner gegenwärtigen Oberfläche betragen konnte. Ein näheres Eingehen auf dieses Problem

¹ PHILIPPI, Das südafrikanische Dwyka-Konglomerat. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 56. 1904. p. 317 ff. — KOKEN, Indisches Perm. Dies. Jahrb. Festband 1907. p. 455—456.

² PHILIPPI, a. a. O. p. 331—332. Der Umstand, daß das Dwyka-konglomerat im südlichen Teil seines Verbreitungsgebietes die Kapformation konkordant überlagert, spricht entschieden zugunsten der vielfach ventilierten Annahme, daß die Südfazies des Dwykakonglomerats in einem größeren Wasserbecken abgelagert wurde. Es braucht nicht näher erörtert zu werden, daß eine festländische Ablagerung des Inlandeises immer auf ihrer Unterlage diskordant liegen muß.

wäre aber für den vorliegenden Zweck belanglos. Denn wie hoch man die skandinavische Halbinsel in der Präglazialzeit auch aufspringen läßt, jedenfalls bestand schon der heutige orographische Kontrast des westlichen, gebirgigen und des östlichen, flacheren Teiles, so daß das diluviale Inlandeis sich abseits vom Gebirge entwickelte und gegen dasselbe von Osten her drängte. Noch deutlicher tritt die vollständige Unabhängigkeit des diluvialen Inlandeises von den Erhebungen der Erdoberfläche hervor, wenn wir die Ausbreitungszentra im östlichen Nordamerika (Labrador center und Keewatin center) ins Auge fassen. Diese beiden Ausbreitungszentra finden wir in der Umgebung der Hudsonbai, im tiefsten Teil des Laurentischen Plateaus, wo gegenwärtig seine Oberfläche kaum bis etwa 500 m ansteigt und am Anfange der diluvialen Eiszeit nach der herrschenden Meinung¹ nur um einen relativ kleinen Betrag höher gelegen sein dürfte. Viel schwieriger ist es zu beurteilen, in welcher Höhenlage die Ausgangsgebiete der permischen Vereisung sich zu jener Zeit befanden. Wollte man die permische Vereisung von hochgelegenen Gebieten ableiten, so müßte man — wie KOKEN an dem Beispiele der Saltrange selbst hervorhebt — „mehrere superlative Voraussetzungen“² machen. Im Gegenteil drängt

¹ CHAMBERLIN, Physical Geography of the Pleistocene. Journ. of Geol. 17. 1909. p. 590.

² KOKEN, a. a. O. p. 545. Am wenigsten wahrscheinlich ist die Annahme, es wäre ein ungeheurer, einheitlicher Eisstrom von einem hypothetischen Hochlande an Stelle der Aravalis bis zum Gebiete der heutigen Saltrange geflossen. Die Vereisung eines Hochgebirges oder Hochlandes würde — wie ich bereits hervorgehoben habe — nicht einen einzigen zusammenhängenden Eisstrom, sondern in präexistierenden Talfurchen unzählige, mächtige Gletscher erzeugen, die unter Umständen am Gebirgsfuß zu einer Vorlandvergletscherung zusammenfließen könnten. Wenn wir aber das permische Glazial der Saltrange auf eine derartige Vorlandvergletscherung zurückführen, wogegen schon die große Entfernung vom mutmaßlichen Vereisungszentrum im Gebiete der Aravalis spricht, so müßte man für die Spuren der permischen Vereisung im Innern der indischen Halbinsel (Chanda) wieder ein anderes, vergletschertes Hochland rekonstruieren. Indes erklärt sich die Verbreitung der permischen Glazialspuren in Indien viel ungezwungener, wenn man eine einzige, riesige Inlandeisdecke annimmt, die von Süden her sich ausbreitete. In diesem Fall braucht man für das lokale Vorkommen von Gesteinsmaterial nörd-

eine eingehendere Betrachtung der Tatsachen immer mehr zur Annahme, daß die permische Vereisung sowohl in Indien wie in Australien relativ tiefer gelegene Teile der Erdkruste betraf¹. Mit noch größerer Wahrscheinlichkeit können wir von Südafrika annehmen, daß auch hier das permische Inlandeis von einem flachen und niedrigen Gebiete ausging², nachdem die südafrikanischen Primäralpen schon längst abgetragen waren. Die Unebenheiten des Reliefs, welche in der Unterlage des Dwykakonglomerats festgestellt wurden³, waren gewiß nicht größer als auf der präglazialen Oberfläche derjenigen Teile von Schweden und Kanada, von denen das diluviale Inlandeis ausstrahlte. So ist es höchst wahrscheinlich, daß auch die permischen Inlandeisdecken von relativ tieferen Landflächen ausgingen, wogegen unüberwindliche Schwierigkeiten sich entgegenstellen, wenn man den Versuch unternimmt, zu der geographischen Verteilung der bisher bekannten Spuren der permischen Vereisung hochgelegene Ausbreitungszentra zu rekonstruieren.

Wenn die Ausbreitungszentra der ehemaligen Inlandeisdecken in so auffallender Übereinstimmung an relativ flache Gebiete gebunden waren, die unmittelbar vorher eine langdauernde Periode der festländischen Abtragung durchgemacht hatten, so erweckt dieses den Gedanken, daß bei der Ausbildung eines Inlandeises neben klimatischen Vorbedingungen auch die Massenverteilung auf der Erdoberfläche zur Geltung kam. Es scheint aber, daß nicht nur die Lage der Zentra, sondern auch die Ausbreitung einer Inlandeisdecke von der Massenverteilung auf der Erdoberfläche beherrscht wurde. Einen solchen Zusammenhang können wir vorläufig an dem nordeuropäischen diluvialen Inlandeise mit aller Deutlichkeit

licher Herkunft (KOKEN, a. a. O. p. 454—455) nicht ein besonderes Vereisungszentrum vorauszusetzen, denn in ähnlicher Weise finden wir im gemengten Diluvium am Rande der nordischen Vereisung in Mitteleuropa Gesteine aus südlichen, unvergletscherten Gegenden reichlich hinzutreten.

¹ DAVID, Conditions of Climate at geolog. Epochs. Compt. rend. X. Congrès Géol. Internat. Mexico 1906. p. 450 ff. — PHILIPPI, Über die permische Eiszeit. Centralbl. f. Min. etc. 1908. p. 359.

² DAVIS, Causes of permo-carboniferous Glaciation. Journ. of Geol. 16. 1907. p. 81.

³ PHILIPPI, Das südafrikanische Dwykakonglomerat. p. 330.

feststellen, wenn wir seinen ehemaligen äußersten Südrand verfolgen, wobei eine weitgehende Abhängigkeit von dem Alter der die Umrandung beherrschenden Krustenbewegungen hervortritt. Die Betrachtung des Verlaufes der Südgrenze der nordischen Vereisung von der Rheinmündung im Westen bis zum Dnjepr im Osten läßt eine merkwürdige Dreiteilung, und zwar folgende drei Abschnitte erkennen.

I. Im westlichen Abschnitte zwischen der Rheinmündung und dem Harz fällt es schon auf den ersten Blick auf, daß der ehemalige Südrand der nordischen Vereisung im Vergleich mit den weiteren Abschnitten viel nördlicher (ungefähr $51\frac{1}{2}^{\circ}$ n. Br.) und inmitten des Flachlandes verlief, ohne an die südlich aufsteigenden Erhebungen heranzutreten. Man empfängt den Eindruck, als wenn der Rand des diluvialen Inlandeises sich in größerer Entfernung von dem niederrheinischen Schiefergebirge fernhalten wollte. Zugleich finden wir, daß das niederrheinische Schiefergebirge mit Beginn der Diluvialzeit in großem Umfange von tektonischen Bewegungen ergriffen wurde. Während der Diluvialzeit fand die endgültige Hebung des ganzen Schiefergebirges statt¹ und vulkanische Ausbrüche dauerten bis in die Phase der Lößbildung hinein². Ebenfalls in die Diluvialzeit fallen die Krustenbewegungen, welche im nördlichen Vorlande des niederrheinischen Schiefergebirges die „Rhein-Maas-Kiese (Plateau-Kiese)“ in erheblichem Ausmaß betroffen haben³.

In der Gegend der Weser und noch mehr mit der Annäherung an den Harz macht sich im Verlauf des Südrandes des diluvialen Inlandeises allmählich die Tendenz bemerkbar, an südlich aufsteigende Erhebungen heranzutreten. Ein all-

¹ MORDZIOL, Antezedenz des Rheindurchbruchtales. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin. 1910. p. 168, 172.

² LEPSIUS, Geologie von Deutschland. 1. p. 326, 334. — KAISER, Die Entstehung des Rheintals. Verh. d. Ges. deutsch. Naturf. u. Ärzte. 80. Vers. T. 1. p. 182. — Vergl. ferner Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 58. 1906. Exkursionsber. p. 269 ff.

³ HOLZAPFEL, Beobachtungen im Diluvium der Gegend von Aachen. Jahrb. d. k. preuß. geol. Landesanst. für 1903. 24. p. 492 ff. — Über diluviale Krustenbewegungen in der niederrheinischen Bucht vergl. auch G. FLIEGEL, Das linksrheinische Vorgebirge. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 58. 1906. Monatsber. p. 293, 297.

gemeines, gewaltsames Vordringen des diluvialen Inlandeises gegen die vorgelagerten Gebirgsschwellen des varistischen und karpathischen Systems ist bezeichnend für

II. den mittleren Abschnitt, welcher den Südrand der nordischen Vereisung vom Harz im Westen bis zur Wasserscheide des Weichsel- und Dnjeistrgebietes im Osten umfaßt. Wie eine brandende Meerestransgression drang die Stirn des diluvialen Inlandeises gegen den Rand des Thüringer Waldes, der Sudeten und der Westkarpathen vor und zwängte in bereits vorhandene Täler zungenförmige Ausläufer hinein. Der stattlichste von diesen Ausläufern breitete sich in dem aus einem miozänen Meeresarm hervorgegangenen Odertale bis hart an die Mährische Pforte aus ($49\frac{1}{2}^{\circ}$ n. Br.) und preßte zahlreiche sekundäre Ausläufer noch in die Nebentäler hinein. In den Westsudeten erreichte die Zunge des Inlandeises im Tale der Glatzer Neisse eine Länge von über 20 km (nach DATHE). Für die Eiszungen, welche in die Täler der westgalizischen Randkarpathen hineindrangten, ergeben sich Längen von ungefähr 10—35 km. Die Erscheinung, daß dünne und schmale Zungen des Inlandeises auf so große Strecken in die Haupttäler hineingezwängt wurden und ihrerseits noch in die Nebentäler sich fingerartig verzweigten, war nur bei einer großen Geschwindigkeit des Eiszuflusses möglich¹ und gibt das beredteste Zeugnis davon ab, mit welcher Wucht der Rand des diluvialen Inlandeises in diesem mittleren Abschnitte an seine gebirgige Umrandung herantrat. Da die nordische Eisinvasion überall, wo sie die Randgebiete der varistischen und karpathischen Mittelgebirge erreichte, die Täler im großen und ganzen bereits bis zum heutigen Erosionsniveau eingetieft vorfand (l. c. p. 187, 192), müssen wir annehmen, daß die letzte Hebungs- bzw. Erosionsphase in diesen Mittelgebirgen ziemlich weit zurückliegt und in die prädiluviale, höchst wahrscheinlich pliozäne Zeit fällt. Die ungeheuren Mengen von präglazialen, karpathischen Geröllen, die vom Inlandeise am Rande der westgalizischen Karpathen ergriffen und nachher im gemengten Diluvium abgelagert wurden, bieten den besten Beweis, daß zwischen der letzten

¹ V. LOZINSKI, Glazialerscheinungen am Rande der nordischen Vereisung. Mitt. d. geol. Ges. in Wien. 2. 1909. p. 176 ff.

Hebungsphase der Karpathen und dem Eindringen des diluvialen Inlandeises in ihre Talausgänge eine lange Periode der Talausräumung, bezw. der Verschotterung des Vorlandes eingeschaltet war. Abgesehen von der Möglichkeit lokaler, unbedeutender Störungen, ist es in diesem mittleren Abschnitte die Regel, daß die umrandenden Gebirgsschwellen, gegen welche die Stirn des diluvialen Inlandeises mit aller Macht vordrang, in posttertiärer Zeit keine Krustenbewegungen von größerem Umfange erlitten haben.

Wo der Saum der Karpathen am Ausgange des Santales plötzlich nach Süden umbiegt, schiebt sich der ehemalige Südrand des diluvialen Inlandeises in derselben Richtung bis zum Dnjestrgebiete vor, um abermals den südlichsten Punkt im Karpathenvorlande ($49\frac{1}{2}^{\circ}$ n. Br.) zu erreichen. Es ist zugleich der östlichste Punkt in Mitteleuropa, wo der Eisrand sich noch an orographische Erhebungen anschmiegte. Alsbald wendet sich die Südgrenze der nordischen Vereisung von den Karpathen in nordöstlicher Richtung ab und damit beginnt

III. der östliche Abschnitt, den ich nach Osten vorläufig nur bis zum Dnjepr ausdehnen möchte. Der ehemalige Südrand des diluvialen Inlandeises richtet sich nunmehr durch das Tiefland und zeigt ein ausgesprochenes Bestreben, sich von den vorgelagerten Erhebungen zu entfernen¹. In weitem Abstände umkreist er den randlichen Abfall des podolischen Plateaus, wobei er das flache Gewölbe des Lemberg-Tomaszower Rückens schräg durchschneidet. Man kann sich dem Eindrucke nicht entziehen, daß das podolische Plateau auf das herannahende Inlandeis einen abstoßenden Einfluß ausgeübt hat, welcher noch weit im flachen Vorlande sich

¹ Ursprünglich schwebte mir der Gedanke vor, es könnte vielleicht das Zurücktreten des diluvialen Eisrandes von den Karpathen an in nordöstlicher Richtung hin durch zunehmende Ablation infolge der trockenen Ostwinde erklärt werden. Dagegen spricht aber der Umstand, daß weiter im Osten, in der Dnjeprmulde und im Dongebiete, das Inlandeis noch zweimal einen großen Vorstoß nach Süden machte. Es darf daher eine Zunahme der Ablation in östlicher Richtung nicht angenommen werden und muß dem erwähnten Zurücktreten des Eisrandes eine tiefere Ursache zugrunde liegen.

fühlbar macht. So konnte ich vor kurzem im Bug-Tieflande feststellen, daß der äußerste Südrand des diluvialen Inlandeises vor einer in präglazialer Zeit tektonisch angelegten Ein-senkung, der sogen. „zentralen Mulde“, stehen blieb, wiewohl diese zur weiteren Ausbreitung geradezu einzuladen schien¹. Es ist ein gemeinsames Merkmal des westlichen (I) und dieses östlichen Abschnittes, daß die Südgrenze des diluvialen Inland-eises sich von ihrer höheren Umrandung weit nach Norden zurückzieht. Mit dieser Übereinstimmung im Verhalten des ehemaligen äußersten Eisrandes finden wir zugleich, daß auch die Entwicklungsgeschichte der südwärts aufsteigenden Er-hebungen eine überraschende Analogie aufweist. Wie das niederrheinische Schiefergebirge, haben auch große Teile² des podolisch-ukrainischen Plateaus zur Diluvialzeit Hebungen erfahren. Zu diesen Gebieten der quartären Hebungen gehört unter anderen auch die wolhynisch-ukrainische Granitplatte, deren Wasserläufe (Teterew, Boh usw.) eine jugendliche Auf-wölbung der Erdoberfläche aufweisen, indem sie in ihren ober-ten Abschnitten zunächst in flachen, versumpften Talmulden fließen, dann aber steile Rinnen einschneiden und häufig Strom-schnellen bilden³. Nun sehen wir auf der Karte⁴, wie sorg-fältig das diluviale Inlandeis die wolhynisch-ukrainische Granit-platte umfloß und nur ihre Randteile überschritt⁵. Von Osten

¹ v. LOZINSKI, Über Endmoränen und die diluviale Hydrographie des Bug-Tieflandes. Bull. Acad. d. Sc. de Cracovie. Classe d. sc. mathém. et natur. Sér. A. 1910. p. 247 ff.

² Die zuerst von PHILIPPSON (PETERM. Mitt. 45. 1899. p. 270) ge-äußerte Annahme einer diluvialen Hebung der südrussischen Platte möchte ich nur in dem Sinne auffassen, daß nicht dieses ganze Gebiet im all-gemeinen, wohl aber große, einzelne Teile desselben (z. B. die wolhynisch-ukrainische Granitplatte) zur Diluvialzeit von Hebungen erfaßt wurden.

³ Es hat ferner TUTKOWSKI (Trudy Ob. Jzsl. Wolyni. 2. 1910. p. 119. Auch Geol. Zentralbl. 14. Ref. No. 390) nachgewiesen, wie das Gefälle der Flüsse beim Eintritt in die Granitplatte erheblich zunimmt.

⁴ Carte géologique internationale de l'Europe. Feuille 26 (E IV).

⁵ Man darf nicht etwa meinen, es hätte die wolhynisch-ukrainische Granitplatte infolge der jugendlichen Aufwölbung dem Inlandeis ein oro-graphisches Hindernis geboten. Die Erhebung der Granitplatte bleibt immerhin noch hinter den Höhen zurück, welche die nordischen Glazial-spuren im Lemberg-Tomaszower Rücken oder in den westgalizischen Rand-karpathen erreichen.

ist die wolhynisch-ukrainische Granitplatte durch die alte Talmulde des mittleren Dnjepr¹ begrenzt, die vor der Diluvialzeit bereits ausgebildet² und von späteren Krustenbewegungen nicht mehr beeinflußt wurde. In dieser alten Talmulde des Dnjepr drang das nordeuropäische Inlandeis vor bis zum südlichsten Punkt (ungefähr 48° 40' n. B.), den es überhaupt erreicht hat.

Vorläufig haben wir noch keine sicheren Anhaltspunkte um den Verlauf der Südgrenze der nordischen Vereisung im Zusammenhange mit der Entwicklungsgeschichte ihrer Umrandung in derselben Weise noch weiter in östlicher Richtung, jenseits des Dnjepr verfolgen zu können.

Die vorstehenden Betrachtungen haben gezeigt, daß zwischen dem Verlauf des Südrandes des nordeuropäischen diluvialen Inlandeises und der Entwicklungsgeschichte der jeweiligen Umrandung ein bestimmter Zusammenhang besteht, welcher nicht auf einem Zufall zu beruhen scheint, sondern eine tiefere Ursache vermuten läßt. Mit aller Wahrscheinlichkeit drängt sich die Annahme auf, daß die Ausbreitung des Inlandeises durch die Massenverteilung auf der Erdoberfläche bestimmt wurde. In Gebiete, die vor der Diluvialzeit endgültig gehoben wurden und bereits einen bedeutenden Massenverlust durch die Abtragung erlitten haben, drang das diluviale Inlandeis mit voller Wucht hinein und dehnte sich möglichst weit nach Süden aus. Wo dagegen die Umrandung ungefähr gleichzeitig in größerem Umfange von Hebungen ergriffen war, wodurch der frühere Massenverlust infolge der Abtragung ausgeglichen wurde, sahen wir den Südrand des diluvialen Inlandeises in größerer Entfernung zurücktreten. Es ist aber mit vollem Nachdruck zu betonen, daß dieses Zurücktreten des Inlandeises keinesfalls in dem Sinne gedeutet werden darf, als hätten die zur Diluvialzeit bewegten Gebiete zugleich ein orographisches Hindernis geboten. Im Gegenteil war es zumeist der Fall, daß der Südrand des Inlandeises nicht bis an die steileren Terrainstufen herantrat, die das Flachland umgrenzen, sondern fernab von denselben,

¹ Bis zum jugendlichen Durchbruche durch den südöstlichen Ausläufer der Granitplatte unterhalb von Jekaterinoslaw.

² Опоков, Die Entstehung der Flußtäler des Dnjeprbassins. Ann. géol. de la Russie. 8. 1906. p. 91.

inmitten des Flachlandes verlief. Am besten kann man dieses an dem bereits erwähnten Beispiele des Bug-Tieflandes sehen, wo der Eisrand den nördlichen Steilabfall Podoliens bei weitem nicht erreichte, ja knapp vor einer prädiluvialen Einsenkung stehen blieb.

Aus dem Verlauf der Südgrenze der nordischen Vereisung erkennen wir, daß das Inlandeis nach denjenigen Gebieten hin sich bewegte, die im großen und ganzen schon stabil und der Abtragung ausgesetzt waren, als wollte es für den dadurch entstandenen Massenverlust einen Ersatz bieten. Ein solches Verhalten des diluvialen Inlandeises führt uns auf den Grundgedanken der sogen. isostatischen Theorie von DUTTON zurück. Es hat DUTTON gezeigt, daß die fortschreitende Anhäufung von Sedimenten auf dem Meeresboden bei gleichzeitiger Abtragung des Festlandes schließlich zu einer Bewegung des belasteten Meeresbodens führt, welcher in horizontaler Richtung nach dem denudierten Kontinent zu erfolgt¹. Dabei ist schon von DUTTON der Vergleich mit dem Inlandeis gebraucht worden². Nun ergibt sich aus unseren Betrachtungen über die Ausbreitung des nordeuropäischen diluvialen Inlandeises, daß die von DUTTON hervorgehobene Ähnlichkeit in der Tat eine tiefere Begründung hat. In den zitierten Worten von DUTTON haben wir nur die Akkumulation der Sedimente auf dem Meeresboden durch die allmählich anschwellende Firnanhäufung im Ausgangsgebiete des nordeuropäischen diluvialen Inlandeises zu ersetzen, um in derselben Weise seine Ausbreitung zu erklären, die ebenfalls — wie wir gesehen haben — nach Gebieten vorgeschrittener Abtragung gerichtet war. Wenn die gebirgsbildenden Vorgänge so häufig Wirkungen des vormaligen Eisschubes vortäuschen und pseudo-glaziale Breccien, Glättungen und Abscherungen der Unterlage hervorgebracht haben, so ist diese in alle Einzelheiten gehende Ähnlichkeit auch ein Argument zugunsten der Hypothese, daß

¹ „ . . . a force which tends to push the loaded sea bottoms inward upon the unloaded land horizontally . . . The result is a true viscous flow of the loaded littoral inward upon the unloaded continent“. (DUTTON, On some of the greater Problems of the physical Geology. Bull. of the Philosophical Soc. of Washington. 11. 60.)

² Neuerdings hat HÖGBOM (Geographische Zeitschr. 16. 1910. p. 624) das diluviale Inlandeis „eine große Überschiebungsdecke“ genannt.

sowohl die am Meeresboden angehäuften Sedimente, wie auch eine anschwellende Inlandeisdecke derselben Art von horizontalen Massenbewegungen unterworfen sein konnten.

Die vorgetragene Hypothese einer Beeinflussung des nord-europäischen diluvialen Inlandeises durch die Massenverteilung auf der Erdoberfläche gibt uns die Möglichkeit, seine Ausbreitung am ungezwungensten zu erklären. Zunächst wird die ziemlich weitgehende Unabhängigkeit der Ausbreitung des Inlandeises von der allgemeinen Neigung seiner Unterlage verständlich. Wir brauchen nicht mehr ein kontinuierliches Gefälle von dem Ausgangsgebiete bis zum äußersten Rande des Inlandeises herzustellen, womit zugleich die weit über die Wahrscheinlichkeit hinausgehenden Annahmen von der Eismächtigkeit sowie von der prädiluvialen Hebung Skandinaviens entfallen. Es ist ferner nicht notwendig, die Ausbildung einer großen Inlandeisdecke an hochgelegene Zentralgebiete zu knüpfen. Wie die auf flachem Meeresboden angehäuften Sedimente, so konnte ebenfalls eine über flachem Lande anschwellende Eisdecke von derselben horizontal bewegenden Kraft erfaßt werden.

Es wird uns nunmehr auch klar, warum die Randgebiete der nordischen Vereisung eine so ungleichmäßige Eiszufuhr aufzuweisen hatten. Während z. B. in den westgalizischen Randkarpathen die Auflösung der geschlossenen Front des Inlandeises in sehr lange, dünne Eiszungen — wie bereits bemerkt — nur unter der Voraussetzung einer bedeutenden Geschwindigkeit der Eisbewegung, somit eines reichlichen Eiszufusses möglich war, hatten andere Teile der Randgebiete eine viel schwächere Eiszufuhr aufzuweisen, so daß manchmal sogar große eisfreie Einbuchtungen des Eisrandes in ganz flachem Lande auftraten. Eine derartige eisfreie Einbuchtung von großem Umfange ist uns durch TUTKOWSKI im südlichen Polessje, zwischen den Flüssen Horyn und Ubort bekannt geworden¹. Es ist aber nicht richtig, wenn TUTKOWSKI diese

¹ TUTKOWSKI im Geol. Zentralbl. 3. Ref. No. 2070. Vergl. auch dessen Karte in Trudy Ob. izsl. Wolyni. 2. 1910. — Mit Unrecht aber vergleicht TUTKOWSKI diese randliche eisfreie Einbuchtung des südlichen Polessje mit der bekannten Enklave (driftless area) am Mississippi, die doch wie eine Insel weit ringsum vom Inlandeis umflossen war.

Einbuchtung des Eisrandes durch weiter nördlich von ihr sich erstreckende Höhen erklären will. Daß bei genügendem Eiszufluß selbst hinter sehr steilen Erhebungen eine größere eisfreie Einbuchtung nicht entsteht, beweist am besten die langgezogene Querbarre des Zentralrückens des Polnischen Mittelgebirges. Denn obwohl dieselbe als hoher Nunatak emporragte, hat sich das Inlandeis nicht weit dahinten wieder vollständig zusammengeschlossen und ließ bloß im unmittelbaren Schatten eine kleine, eisfreie Enklave übrig¹. Es liegt daher auch kein Grund vor, die große eisfreie Einbuchtung im südlichen Polessje mit den nördlich von ihr sich hinziehenden Bodenwellen in Zusammenhang zu bringen, vielmehr ist sie der beredteste Ausdruck einer unzureichenden Eiszufuhr. Wenn in diesem Gebiete der Eiszufluß so schwach war, so paßt es überraschend in die im vorstehenden ausgeführte Hypothese hinein, denn die genannte Einbuchtung fällt gerade mit dem nordwestlichen Zipfel der wolyhnisch-ukrainischen Granitplatte zusammen, von der wir bereits gesehen haben, daß sie zur Diluvialzeit eine Aufwölbung erfuhr und die Südgrenze des nordischen Inlandeises ablenkte.

Ähnliche eisfreie Enklaven sind auch in der Gegenwart aus den vereisten Polarländern bekannt. Da sie merkwürdigerweise im Gebiete junger, lockerer Ablagerungen auftreten², hat man zu rasch die Ansicht verallgemeinert, es sei die petrographische Beschaffenheit des Bodens der Firnbildung nicht günstig gewesen. Zunächst ist in jedem Einzelfall genau in Erwägung zu ziehen, ob die Bildung von Eis an Ort und Stelle, oder richtiger die Ausbreitung des Eises von einem abseits gelegenen Zentrum verhindert wird. Wenn von der Seymour-Insel in der Antarktis die Rede ist, so kann man die von J. G. ANDERSSON hervorgehobene Möglichkeit noch nicht ausschließen, daß der Mangel einer Firndecke mit der Bodenbeschaffenheit zusammenhängt³. Anders

¹ v. LOZINSKI, Der diluviale Nunatak des Polnischen Mittelgebirges etc. p. 450.

² NORDENSKJÖLD, a. a. O. p. 56.

³ J. G. ANDERSSON, On the Geology of Graham Land. Bull. of the Geol. Inst. of the Univ. of Upsala. 7. 1906. p. 23—24.

jedoch müssen wir die eisfreie Enklave des Jameson-Landes in Ostgrönland beurteilen; die sogar zur Diluvialzeit vom Inlandeis verschont war. Auch in diesem Fall hält O. NORDENSKJÖLD einen Einfluß der lockeren, durchlässigen Bodenbeschaffenheit für möglich¹. Indes kommt es nicht darauf an, daß keine lokale Firnanhäufung stattfindet, vielmehr aber auf die Frage, warum das Inlandeis über dem Jameson-Land sich nicht ausbreitet. Wenn der Boden derartiger eisfreier Einbuchtungen am Rande von Inlandeisdecken aus jungen, wenig verfestigten Ablagerungen besteht, so wäre der Gedanke nicht abzuweisen, daß diese Gebiete in der jüngsten Vergangenheit von Hebungen betroffen wurden. Sollte ein solches von künftigen Forschungen bestätigt werden, so wäre damit ein Zusammenhang mit der Massenverteilung auf der Erdoberfläche im Sinne unserer Hypothese bewiesen. Jedenfalls aber dürfen größere, eisfreie Einbuchtungen oder Enklaven, die an gegenwärtigen und vormaligen Inlandeisdecken festgestellt werden konnten, nicht einer einzigen Ursache untergeordnet werden und sind erst aus einer genauen Untersuchung der jeweiligen lokalen Verhältnisse zu erklären. Während von der eisfreien Einbuchtung am Rande des diluvialen Inlandeises im südlichen Polessje ein Zusammenhang mit der quartären Aufwölbung der wolhynisch-ukrainischen Granitplatte angenommen werden konnte, ist für die eisfreie Enklave (driftless area) am Mississippi eine ähnliche Erklärung nicht zulässig. Da letztere nicht das geringste Anzeichen von jungen Krustenbewegungen zur Schau trägt, muß in diesem Fall für das Vorhandensein einer eisfreien Insel inmitten des Inlandeises eine andere Erklärung gegeben und zunächst der Umstand in Betracht gezogen werden, daß diese eisfreie Enklave ungefähr am Zusammenflusse der Eismassen vom Keewatiner und vom Labradorischen Ausbreitungszentrum lag².

Wenn ich auf Grund der vorgebrachten Tatsachen zu der Ansicht gekommen bin, daß die Lage und die Ausbreitung des nordeuropäischen diluvialen Inlandeises von der Massen-

¹ O. NORDENSKJÖLD, On the Geology of East-Greenland. Meddelelser om Grönland. 28. 1908. p. 258—260.

² Vergl. die Karte in CHAMBERLIN-SALISBURY, Geology. 3. 329.

verteilung auf der Erdoberfläche bestimmt wurden, so will ich dadurch die nordische Vereisung nicht im geringsten ihres Charakters einer klimatischen Erscheinung entkleidet haben. Die erste Bedingung der Ausbildung von ehemaligen Inlandeisdecken waren immer klimatische Verhältnisse, und zwar eine entsprechende Temperaturerniedrigung, sowie eine genügende Zufuhr von atmosphärischen Niederschlägen. Ist es doch im „alten Scheitel“ Ostsibiriens, trotzdem er so viele Analogien mit dem skandinavischen und dem kanadischen Schilde aufweist, zur Ausbildung eines diluvialen Inlandeises nicht gekommen. So wurde die Herausbildung des nordeuropäischen diluvialen Inlandeises durch klimatische Grundbedingungen veranlaßt, während die Massenverteilung auf der Erdoberfläche nur die Lage des Ausgangsgebietes des Inlandeises vorbestimmte und seine Ausbreitung regelte, soweit selbstverständlich letztere durch die unter dem jeweiligen Breitengrade herrschenden Klimaverhältnisse ermöglicht war.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: [1911_2](#)

Autor(en)/Author(s): Lozinski Walery Ritter v.

Artikel/Article: [Über die Lage und die Ausbreitung des nordeuropäischen diluvialen Inlandeises. 30-47](#)