

Werk

Titel: Studien zur glazialen Bodengestaltung in den skandinavischen Ländern

Autor: Werth, Emil

Ort: Berlin

Jahr: 1907

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1907 | LOG_0039

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Studien zur glazialen Bodengestaltung in den skandinavischen Ländern.

Von Dr. **Emil Werth** in Berlin.

(Schluss.)

B. Die glazialen Oberflächenformen Dänemarks.

Zimbrischer Küstentypus. Es ist nur eine notwendige Konsequenz unserer Anschauungen, wenn wir als die zentrifugale Fortsetzung des schwedischen Seen- und Fjärdenfächers gegen Südwesten die Seen, Sunde und vornehmlich die Föhrden Dänemarks und Schleswig-Holsteins ansehen. Es ist das Gebiet des zimbrischen Küstentypus, welcher nach F. von Richthofens Definition die ganze westliche Ostsee mitsamt ihren Inselgruppen umfaßt. Er besteht „in dem Eindringen des Wassers von Binnenmeeren in langgezogene, zum Teile netzartig verzweigte, vermutlich mit den Glazialphänomen im Zusammenhange stehende Hohlformen flachbodiger Länder. Es wird dadurch eine Auflösung in regellos gestaltete, große und kleine Inseln und eine ebenso unregelmäßige Gestalt der Festlandsumrisse verursacht“¹⁾. Später hat man den Typus in der Regel auf die jütisch-schleswig-holsteinsche Föhrdenküste beschränkt, doch ist diese nur im Zusammenhange mit den vorgelagerten dänischen Inseln zu betrachten und zu verstehen.

Tektonische Linien. Die heutige Oberflächengestaltung Dänemarks ist im wesentlichen ein Produkt der Eiszeit, jedoch macht sich, besonders auf den Inseln, eine starke und augenscheinliche Einwirkung tektonischer Strukturlinien in hercynischem Streichen bemerkbar. Bei der fast vollständigen Überkleidung des Grundgebirges durch die plastische und dehnbare Decke der glazialen Ablagerungen sind derartige Störungen freilich nicht direkter Beobachtung zugänglich; aber

¹⁾ Führer f. Forschungsreisende. Hannover 1901. S. 306.

dieselben müssen geschlossen werden aus dem parallelen, von Ost-südost gegen Westnordwest gerichteten Verlauf von Inseln, Landzungen, Küstenpartieen, Flusstälern und Seensenken. Man vergleiche hierzu zum Beispiel die Seen und Flüsse im mittleren Seeland, sowie die die Westküste derselben Insel beherrschenden Landspitzen und das benachbarte Eiland Sejerö. Wir können uns denken, daß die weiche Diluvialdecke im günstigsten Falle über etwaigen Verwerfungsspalten des unterliegenden Gebirges doch immerhin Zerrungen (Schleppung), Lockerungen oder Zertrümmerungen erfahren hat, welche der folgenden marinen, fluviatilen oder glazialen Erosion weniger widerstandsfähige Stellen zum Angriff geboten haben. Nur an einer Stelle, an dem hohen Kreide-Kliffufer der Insel Möen lassen sich derartige Störungen in größerem Umfange direkt beobachten, und hier ist auch der ziemlich überzeugende Beweis erbracht worden, daß die benachbarten Oberflächenformen in Abhängigkeit stehen von den tatsächlichen Störungen des Kreidesockels. Es scheint mir untunlich, wie es früher geschehen, die Faltungen und Dislokationen von Möens Klint lediglich als glaziale Druckwirkung aufzufassen. Nicht nur, daß wir in dem unmittelbar benachbarten Schonen Strukturlinien von nordwest-südöstlicher Richtung in den das Land diagonal durchziehenden über die Sediment Ablagerungen aufragenden Gebirgszügen aus azoischen Gesteinen (Kullen, Södr-Åsen, Hallands-Ås u. s. w.) begegnen, die niemand mit dem Glazialphänomen in Zusammenhang bringt; auch südlich des zu besprechenden Gebietes, in Mittel-Deutschland, ganz außerhalb des diluvialen Vereisungsbezirkes, ist, wie jedermann weiß, der ganze Gebirgsaufbau von gleichgerichteten Strukturlinien beherrscht. Es ist also mehr als wahrscheinlich, daß auch in den ganzen von einer schmiegsamen Diluvialdecke überzogenen Ländern Nord-Europas tektonische Störungen, sei es auch nur in der Form geringfügiger vertikaler Bewegungen, nicht fehlen.

Von dieser Voraussetzung ausgehend, erkennen wir auch außerhalb der Dänischen Inseln in der Umgrenzung des Ostsee-Beckens die Linien der durch tiefere Ursachen bedingten Störungen in der Erdkruste wieder. In hercynischem Streichen verläuft z. B. die Küste nordöstlich von Kiel und die genau in ihrer Fortsetzung liegende große, das sogenannte Land Oldenburg südlich begrenzende, von Seen erfüllte Senke; ferner der äußere Teil der Flensburger Förde, der Vejle- und Horsens-Fjord. Wichtiger noch für diese Küste sind die Linien vom Streichen des Erzgebirges. Hier sind besonders hervorzuheben die hinterpommersche Küste, ein großer Teil der Küste Meklenburgs, sowie die Einschnitte der schleswig-holsteinschen Förden.

Durch die beschriebenen Strukturlinien, deren Rekonstruktion im

einzelnen allerdings der Spekulation überlassen bleibt, sind der langandauernden Erosion während der letzten Phasen der Eiszeit trotz aller Selbständigkeit derselben in vielfach unverkennbarer Weise die Wege gewiesen worden. Wir müssen dies wohl beachten, wenn wir der vielumstrittenen Frage der glazialen Erosion überhaupt gerecht werden wollen.

Seeland; Endmoränen. Von Schweden nach Dänemark herübergreifend, haben wir zunächst in der großen Insel Seeland ein selbstständiges Landschaftsglied vor uns. Im Nordwesten des Landes wurde von Milthers ein Endmoränen-System festgestellt¹⁾, welches den Ise-Fjord und seine westlichen Ausbuchtungen umfängt. Im Süden Seelands treffen wir, zwischen Naestved und der Prästö-Bucht auf langgestreckte Hügelzüge und wallförmige Bodenerhebungen, über deren Natur verschiedene Ansichten herrschen, da sie das eine Mal als Åsar, das andere Mal als Endmoränen bezeichnet werden.

Da hier sowohl wie überhaupt bei den als Åsar beschriebenen Gebilden Seelands ihrer Zusammensetzung nach ebenso gut Endmoränen vorliegen können, so schliesse ich mich der letzteren Auffassung an und sehe in den erwähnten Geländeerhebungen die Fortsetzung der Moränen im Westen des Ise-Fjords. Es wird vielleicht nicht schwer fallen, auch das verbindende Mittelstück in der Gegend von Sorö, und am Bavelse-See aufzufinden. Die Konformität eines solchen Moränenzuges mit dem weiterhin zu besprechenden bekannten des Jütisch-schleswig-holsteinschen Höhenrückens ist jedenfalls nicht von der Hand zu weisen. Der Nordwest-, West- und Südwestküste Seelands ungefähr parallel verlaufend, umschliesst er bogenförmig das Hinterland mit seinen Seen und Föhrden. Die Fortsetzung der ihm entsprechenden ehemaligen Eisrandlage haben wir in nordöstlicher Richtung gegen die schwedische Küste hin zu suchen, um das südliche Ende der Tiefenrinne des Kattegat herumbiegend. Auf einen solchen Verlauf des Eisrandes deuten wenigstens die Richtung der schon besprochenen Drumlins im nordöstlichen Seeland, sowie ebenda die Seenreihen des Söndersö und Buresö, des Lyngby-, Fure- und Farum-Sö, in deren nordwestlicher Fortsetzung sich die Strö-Berge, die größte Åsarkette Seelands in der Richtung gegen den äussersten nordwestlich streichenden Teil des Roskilde-Fjords hinzieht. Auch die anderen Åsar-Gruppen des nördöstlichen Seeland fügen sich diesen Richtungen ein.

Ise-Fjord. Radial gegen den Endmoränenzug gerichtet sind auch die südlichen Auszweigungen des Roskilde-, sowie die südwestlichen und

¹⁾ Milthers Meddelelser fra Dan. Geol. Foren. 6.

westlichen des eigentlichen Ise-Fjords. Wie die genannten Wasserbecken, so ist vielleicht auch die, die Insel Amager abtrennende Meeresstrasse als eine der ehemaligen, durch die radiale Bewegungsrichtung des Eises in ihren Richtungen bestimmten subglazialen Schmelzwasserrinnen aufzufassen.

Åsar. Es ist vielleicht nicht unangebracht, an dieser Stelle ein paar Worte über Åsar (Åase) einzuschieben. Zunächst will mir scheinen, als ob manche Åsar nichts weiter seien, als langgestreckte Drums, d. h. ausgesparte Erosionsreste zwischen parallel verlaufenden Furchen. Meist sind jedoch die als Åsar bezeichneten Gebilde zweifellose Aufschüttungsformen. Die nur gelegentlich beobachtete antiklinale Struktur kann durch Aufpressung des Untergrundes oder direkt durch entsprechende Ablagerung sandiger Massen entstanden sein. Fast die Regel bildet eine dünne Decke von Grundmoränen-Material. Im übrigen ist Aufbau und Zusammensetzung außerordentlich wechselnd und mannigfaltig. Alle diese Eigenschaften nun haben die Åsar mit zweifellosen Endmoränen-Bildungen gemein¹⁾. Es kommt hinzu, daß sogenannte Quer-Åsar (in Schweden) nicht selten parallel und in der Verlängerung von vornehmlich aus Geschiebelehm bestehenden Endmoränen liegen; gelegentlich bilden sie sogar die unmittelbare Fortsetzung solcher. Andererseits sind die Quer-Åsar von den Längs-Åsar nicht zu trennen, da letztere häufig mit scharfem Winkel unmittelbar in ein Quer-Åsar übergehen. Wir werden schließlich Endmoränen und Åsar nur durch ihre Richtung unterscheiden können: Endmoränen entsprechen in ihrer Längserstreckung dem Verlaufe des ehemaligen Eisrandes; dasselbe tun die „Quer-Åsar“, welche daher als gleichwertig anzusehen sind. Eigentliche Åsar (= LängsÅsar) dagegen sind senkrecht auf den ehemaligen Eisrand gerichtet; sie können deshalb mit größerem Rechte als die Drumlins (welche nach meinem Dafürhalten Erosionsgebilde darstellen) als Radialmoränen bezeichnet werden.

Urstromtäler. Föhrdenstrassen. Wie wir im norddeutschen Tieflande parallel den ehemaligen Eisrandlagen extraglaziale Schmelzwasserbetten antreffen, die sogenannten Urstromtäler, so verläuft parallel und außerhalb des besagten Seeländischen Endmoränenzuges, an welchen sich an mehreren Stellen fluvialglaziale Sande anschließen,

¹⁾ Man vergleiche hierzu die Definition der Endmoräne von Penck, Alpen im Eiszeitalter, Lieferung 1, II, sowie bei Gagel, Jahrb. Geol. Landesanstalt 1903, Heft 1; ferner die Beschreibung der „Geröll-Randmoränen“ in Elbert, Bodenrelief von Vorpommern und Rügen, Greifswald 1906.

die durch den Grofsen Belt, die Vordingborg-Bucht und die Sunde von Masned und Ulv gebildete Rinne, die wir daher ebenfalls als ein solches Urstromtal betrachten können. Aufserhalb desselben liegt der Inselkranz von Fünen, Taasinge, Langeland, Laaland, Falster und Möen. Diese Inseln werden voneinander getrennt durch die radial verlaufenden Furchen des Grönsund, Guldberg-Sund, Langeland-Belt, der Strafsse zwischen Langeland und Taasinge, und des Svendborg-Sund, welche ich als ehemalige subglaziale, wenn zum Teil auch nachträglich durch marine Kräfte umgestaltete Schmelzwasserrinnen ansehen und demgemäfs als Föhrdenstraßen bezeichnen will. Ihnen schließt sich auf Fünen der Odense-Fjord mit dem die Fortsetzung desselben bildenden Tale der Odense-Aa an. Aufserhalb, d. h. südlich und südwestlich der Dänischen Inseln folgt wieder ein von Geinitz¹⁾ bereits als solches aufgefaßtes und als Baltisches bezeichnetes Urstromtal (Kleiner Belt, Fehmarn-Belt).

Jütisch-schleswig-holsteinscher Landrücken. Indem wir nunmehr auf das Festland übertreten, gelangen wir in ein Glazialgebiet, wie es typischer nur an wenigen Stellen im nord-deutschen Tieflande ausgebildet ist. Nirgends wohl ist die Grenze zwischen der stark kupierten Glaziallandschaft mit den radialen Rinnenseen und tiefeinschneidenden Meeresbuchten, und der fluvialglazialen Sandr- und Heidelandschaft so scharf und unvermittelt wie auf dem Jütisch-schleswig-holsteinschen Landrücken. Wenn auch der in schwachem Bogen das Land durchziehende Endmoränenzug mannigfache Lücken aufweist und sein Verlauf im einzelnen vielfach noch zweifelhaft ist (indem wie mir scheinen will, oft mit Unrecht Steinpackungen oder -Streuungen an Stelle eines Endmoränenwalles gesetzt werden), so ist doch schon durch die in der Regel breit an das Moränengebiet ansetzenden, und sich gegen Westen trichterförmig verschmälernden, und in die ältere Landoberfläche talartig einsenkenden fluvioglazialen Sandr (den Niederterrassenfeldern des Alpenvorlandes entsprechend) der Verlauf des ehemaligen Eisrandes ziemlich scharf vorgezeichnet.

Eisrandlage und Wasserscheide. Derselbe folgte im allgemeinen der Hauptwasserscheide des Landes, um im mittleren Jütland, südlich von Viborg, plötzlich scharf gegen Westen umzubiegen und bis zur Nordsee zu ziehen. Dieser Verlauf der Eisrandlage entspricht der Zeit, als während der fast maximalen Ausdehnung des Inlandeises der letzten Eiszeit der norwegische Lappen desselben mit dem über Schweden und den Dänischen Inseln lagernden noch bis in die Gegend

¹⁾ Petermanns Mittlgn. 1903, S. 25.

von Viborg vereinigt war. Als später während des allmählichen Rückzuges des Eises der norwegische Gletscher die Tiefenrinne des Skagerak nicht mehr zu überbrücken vermochte und auch der schwedische Teil durch die, wohl nicht zum mindesten durch glaziale Erosion vertiefte, Furche im östlichen Teile des Kattegat erheblich abgelenkt wurde, dürfte der Eisrand vermutlich auf der Wasserscheide gelegen sein, welche sich von der Halbinsel Djursland in schwach gebuchtem Verlauf über Skanderborg und das nächste Hinterland der Fjorde von Horsens und Vejle gegen die Nordgrenze Schlesiens zieht. Da die Eisrandlagen während der verschiedenen Phasen der jüngsten Eiszeit im Alpenvorlande sowohl wie in Nord-Europa fast stets mit heutigen Wasserscheiden zusammenfallen, so dürfen wahrscheinlich auch dort auf der bezeichneten Linie jungdiluviale Endmoränen-Gebilde anzutreffen sein; meines Wissens ist jedoch die Gegend daraufhin bisher noch nicht untersucht worden. Dagegen wissen wir, daß die das Gebiet nach aufserhalb entwässernden Flüsse, wie die Guden Aa in ihren breiten Tälern jüngere fluvioglaziale Ablagerungen einschleusen.

Föhrden- und Rinnenseen. Die auffallendste Erscheinung in der Oberflächengestaltung sowohl wie auch in ihrem Einfluß auf die Küstenform des innermoränen Gebietes von Jütland und Schleswig-Holstein sind die Föhrden und die denselben parallel verlaufenden Rinnenseen. Ihre Erstreckung ist radial und senkrecht auf den Endmoränenzug gerichtet. Gleich den Fjorden Norwegens und den Fjärden Schwedens sind auch die Föhrden samt den landeinwärts sich an dieselben anschließenden Talformen als glazial entstandene Rinnen aufzufassen; denn sie zeigen wie jene die für Glazialtäler charakteristische Beckenbildung. In der Verlängerung der Kieler Föhrde, durch eine Schwelle von derselben getrennt, erstreckt sich landeinwärts das breite Tal der oberen Eider, in welchem wir bei Voorde auf eine zweite, jedoch vom Flusse durchsagte Schwelle treffen. Der große Witten-See liegt in der Fortsetzung der Eckernförder Bucht, mitten vor deren Ausmündung in die Ostsee sich der Mittelgrund befindet, welcher nicht bis 10 m Meerestiefe sinkt, während die Föhrde selbst Tiefen bis 27 m aufweist. Die unregelmäßig gestaltete Rinne der Schlei zeigt überhaupt nur geringe Tiefen, dieselben betragen an der tiefsten Stelle 8—10 m, während der Ausgang der Bucht sich auf 4—5 m Tiefe hält. Die Flensburger Föhrde besteht aus einem inneren südwest-nordöstlich gerichteten Becken bei Glücksburg mit bis 18 (19) m Tiefe, und einem lang gestrecktem, gewundenen, bis 30 m sinkenden äußerem Becken, dem im allgemeinen seichterer Meeresboden vorgelagert ist. Beide sind durch eine bis



sammenhänge, wie die Fjärde zu den azoischen Gesteinen der schwedischen Tafel, oder wie die Rinnenseen des nördlichen Alpenvorlandes zu den tertiären Nagelfluh- und Molasse-schichten.

Subglaziale Schmelzwasserrinnen. Der Umstand, daß die Föhrden und die dieselben fortsetzenden Talformen bis hart an die extramoränen fluvioglazialen Sandr heranreichen, aber nicht in das Gebiet der letzteren übergreifen, macht es an sich wahrscheinlich, daß sie die Rinnen der subglazialen Schmelzwasser darstellen. Unter dem Drucke des auf ihnen lastenden Eises waren diese imstande, nicht nur aus der tief gelegenen Sohle der Föhrde auf die Höhe des Sandrkegels vor dem Eisrande aufwärts zu fließen, sondern auch die subglazialen Rinnen im wesentlichen selbst auszufurchen und ihnen die Eigentümlichkeiten zu verleihen, die den von subärisch sich bewegenden Flüssen geschaffenen Tälern fehlen. Die subglazialen Schmelzwasser bewegen sich in der Richtung der Druckentlastung dem Eisrande zu; der Verlauf ihrer Betten muß daher, abgesehen von untergeordneten durch die ursprüngliche Oberflächengestaltung bedingten Unregelmäßigkeiten im großen Ganzen der Bewegungsrichtung des Eises entsprechen.

Bewegungsrichtung des Inlandeises. Für die Bewegungsrichtung des diluvialen Inlandeises sind wir gewohnt, Schlüsse zu ziehen aus der Richtung der Glazialschrammen des felsigen Untergrundes und aus dem mutmaßlichen Transportwege des erratischen Materials.

Gletscherschrammen. Im Alpenvorlande, wo die Verhältnisse viel kleiner sind und deshalb von vornherein erheblich klarer liegen, ist man von dieser Methode wieder fast ganz abgekommen, da sie zu Widersprüchen und Unklarheiten führt. Es scheint sicher, daß der Verlauf der Gletscherschrammen von lokalen Verhältnissen des Untergrundes mit abhängig ist und daher mit der Hauptbewegungsrichtung der überlagernden Eismassen nicht immer übereinzustimmen braucht. Auch bieten sicher die vom Eisrande nach rückwärts wirkenden Stauungen oder Bewegungshemmungen, sowie die Mächtigkeit der Eisdecke an der betreffenden Stelle Momente dar, welche die Schrammenrichtung in mannigfacher Weise beeinflussen. Ganz geringe seitliche Verschiebungen in den untersten Eisschichten müssen sofort eine ganz andere Bewegungsrichtung vortäuschen. Es ist daher nicht gleichgültig, wie weit vom Eisrande entfernt sich der betreffende geschrammte Felshöcker zu gegebener Zeit befunden hat; bzw. derselbe hat zu verschiedenen Zeiten je nach der augenblicklichen Lage des Eisrandes ganz verschiedene Schrammenrichtungen eingeprägt erhalten.

So dürften die Verhältnisse namentlich für Dänemark liegen, wo

die an verschiedenen Orten auf dem anstehenden Untergrundgestein beobachteten Glazialfurchen nach allen Richtungen der Windrose weisen. Auch sind die verschiedenen Beobachter über die Deutung der Schrammen nicht immer derselben Ansicht. Dafs auf ein und derselben Fels-oberfläche sich Schrammensysteme von zwei verschiedenen Eiszeiten erhalten haben sollten, dürfen wir für ausgeschlossen halten; auch neigen heute die meisten Beobachter mehr und mehr dahin, sämtliche Schrammen der letzten Eiszeit zuzuschreiben. So lange es sich nicht um ein einheitliches, vollkommen unzweideutiges System von Schrammen an jedem einzelnen Orte handelt, bleibt es stets mehr oder weniger der persönlichen Ansicht jeden Forschers überlassen, für diese oder jene Bewegungsrichtung des Inlandeises einzutreten.

Weit günstiger gestaltet sich die Frage für Schweden. Hier haben wir nicht wie in Dänemark im ganzen Lande vier oder fünf Punkte mit unsicheren und sich widersprechenden Schrammenrichtungen, sondern hier liegt eine ungezählte Menge von Einzelbeobachtungen vor, die im Ganzen eine überraschende Übereinstimmung zeigen und daher mit gutem Rechte für die Beurteilung der Bewegungsrichtung des Eises verwertet werden konnten.

Transportweg des Erraticums. Was den Transportweg der erratischen Gesteine anbetrifft, so ist derselbe nur dann mit Sicherheit zu bestimmen, wenn uns die Heimat des betreffenden Gesteins bekannt ist, wenn diese von beschränkter Ausdehnung ist, und wenn das Gestein selbst vom Eise direkt an den heutigen Fundort transportiert ist. Das letzte ist für das Erraticum der letzten Phase der Eiszeit aber eigentlich nie mit Bestimmtheit zu sagen, da zu jener Zeit das Inlandeis den schon mit Glazialschutt der älteren Phasen bzw. Eiszeiten überdeckten Boden durchpflügte, die Transportwege dieser Zeit aber möglicherweise ganz andere gewesen sind. Bei unseren geomorphologischen Untersuchungen kommt es aber nur auf das letzte Stadium des Eiszeitalters an, da nur diesem die wohlerhaltenen Oberflächenformen entstammen können. Außerdem haben die meisten zwecks Heimatsbestimmung vorgenommenen Geschiebe-Untersuchungen keine Rücksicht darauf genommen, ob dieselben älterem oder jüngerem Glazial entstammten, welches letzteres in den weitaus meisten Fällen auch schwer mit Sicherheit festzustellen ist. Ferner ist es wieder in allen den vielen Fällen, in welchen von dem fraglichen Gestein mehrere Heimatsorte bekannt sind, der persönlichen Ansicht des betreffenden Forschers überlassen, diese oder jene als die richtige anzusehen. Endlich zwingt uns die Tatsache, dafs wir für eine ganze Reihe von Gesteinen, auch unter den gut charakterisierten der Sedimentärformationen,

eine Heimat überhaupt nicht kennen, dazu, die Möglichkeit nicht außer acht zu lassen, daß auch von den anderen Gesteinen weitere Heimatstätten zur Eiszeit vorhanden gewesen sind, die heute unter dem Spiegel der Ostsee liegen, oder während der langen Perioden der Vereisung der Erosion zum Opfer gefallen sind.

Baltischer Eisstrom. Mit bezug auf den vielbesprochenen sogenannten Baltischen Eisstrom ist es vielleicht nicht überflüssig zu bemerken, daß wir uns im Kreise bewegen, wenn wir nach der vorherrschenden Gesteinsführung verschiedene Moränenablagerungen parallelisieren und dann daraus wieder Schlüsse auf die Gletscherbewegung zu verschiedenen Zeiten der Eisperiode ziehen! Es herrscht denn auch in betreff dieser Punkte große Verschiedenheit der Ansichten, und viele Widersprüche verhindern es, zu einem klaren Bilde zu gelangen. Wir müssen uns hier damit begnügen, festzustellen, daß im allgemeinen der durch Heimatsbestimmung festgestellte Transportweg des erratischen Materials in keinem Widerspruch steht zu der von mir aus der Oberflächengestaltung Dänemarks gefolgerten Eisbewegung während der letzten Periode des Eiszeitalters. Dies gilt auch für die kambrisch-silurischen Geschiebe, welche bekanntlich für den „baltischen Eisstrom“ eine große Rolle spielen. Für Dänemark ist es sicher, daß an verschiedenen Orten und wahrscheinlich auch in den verschiedenaltigen Ablagerungen ein Unterschied in der Geschiebeführung des Glazials besteht, indem einmal norwegisches, das andere Mal „baltisches“ bezüglich schwedisches Material vorherrscht. Meines Erachtens lassen sich diese Tatsachen bequem durch die weiter vorn gefolgerte allmähliche Trennung der von Norwegen und Schweden herübergreifenden Inlandeislappen zu Ende der Eiszeit erklären.

Brandungswirkungen. Im Gegensatz zu den in festen Fels eingelassenen Föhrden Schwedens und Finlands, bei denen die innerhalb der Buchten gemäfsigte Meeresbrandung keinerlei nennenswerte Wirkungen auszuüben vermochte, zeigen die in die wenig gefestigten Sedimente der jüngsten geologischen Zeiten eingeschnittenen Buchten der Cimbrischen Halbinsel oft eine nicht unerhebliche nachträgliche Formveränderung durch marine Kräfte. Hierdurch sind Küstenvorsprünge zerstört und kleine Einbuchtungen durch Strandwälle abgetrennt worden, sodaß die einfachen sackartigen Formen der Föhrden zustande kamen, die wir bezeichnender Weise gerade dort antreffen, wo innerhalb der Buchten die größten Tiefen sich vorfinden, wo also die mechanischen Kräfte des offenen Meeres am ungehindertsten sich in die Bucht hinein fortpflanzen konnten. Man vergleiche in dieser Beziehung nur die benachbarten Föhrden von Schleswig und Eckernförde. Den geringen

Tiefen der ersteren entsprechen die unregelmäßige Gestaltung und Verlauf mit geringer nachträglicher Formveränderung der Ufer; letztere zeigt fast auf der ganzen Länge der Südküste ein vom Meere geschaffenes Kliffufer, während vorzüglich auf der Nordwestseite der Bucht nicht unerhebliche Abschnürungen durch kleine Nehrungen stattgefunden haben. Andererseits hat die geringe Tiefe der Schlei, auch an ihrer Mündung, es möglich gemacht, daß letztere durch Meeressedimente fast gänzlich verbaut wurde. Dieses ist bei der landfest gewordenen Bucht von Aarhus bereits geschehen; denn in dem von dieser Stadt aus landeinwärts ziehenden Seental können wir eine ehemalige Föhrde erblicken¹⁾.

Sund und Belte. Auf Rechnung postglazialer mariner Kräfte dürfte vielleicht die auffallende Tatsache gestellt werden, daß die drei Verbindungswege zwischen der Ostsee und der Nordsee bezüglich dem Kattegat, die beiden Belte und der Öre-Sund, je an der engsten Stelle die größte Tiefe zeigen, indem dabei an die, die engen Pforten passierenden Gezeitenströme gedacht wird. Doch ist bei den wechselnden Hebungen und Senkungen, denen das Gebiet in spät- und postglazialer Zeit unterworfen gewesen ist, auch der Gedanke an fluviale Kräfte nicht von der Hand zu weisen.

C. Schlufs.

Südküste der Ostsee. Die Betrachtung der marinen Umgestaltungen der Küste in postglazialer Zeit führt uns von selbst zur Beantwortung einer Frage, welche sich bei der Behandlung der cimbriischen Föhrdenküste jedem alsbald aufdrängen muß; nämlich die Frage, warum dieser Typus von Meeresbuchten auf besagte westliche Küste der Ostsee beschränkt ist und nicht auch auf die, aus ganz gleichartigen Ablagerungen bestehende Südküste übergeht. Der Hauptgrund hierfür dürfte wohl in der starken Küstenversetzung liegen, welche, durch West- und Nord-Westwinde verursacht, die Südgestade der Ostsee besonders beherrscht und an derselben in postglazialer Zeit umfangreiche Gestaltsveränderungen vorgenommen hat, während sie auf die Nord-Süd verlaufende Westküste naturgemäß keinen wesentlichen Einfluß ausüben konnte. Die mecklenburgisch-pommersche und preussische Küste ist in der Tat die typische Haff- (Bodden-) und Nehrungsküste. Denken wir uns jedoch z. B. an der den Dänischen Inseln südlich gegenüber liegenden Küste alle Strandwälle,

¹⁾ Vgl. Macháček, Dänemarks Boden und Oberfläche. Geogr. Zeitschrift Bd. 12 (1906), Heft 7.

Dünenketten und anderweitigen alluvialen Uferbildungen entfernt, so haben wir tatsächlich eine Föhrdenküste vor uns. Das weite Bett der Trave unterhalb Lübeck stellt ebenso wie dasjenige der Warnow unterhalb Rostock eine föhrdengleiche Meeresbucht dar, die bis auf eine schmale Ausmündung durch einen Strandwall von der offenen See abgegliedert ist. Das breite Warnow-Tal bildet die landeinwärts gelegene Fortsetzung des einen, der langgestreckte Ratzeburger See diejenige der anderen Rinne. Ebenso liegt der ausgedehnte Schweriner See in der Verlängerung der Wismarer Bucht.

Rinnenseen Nord-Deutschlands. Im weiteren Verfolg dieser Tatsachen gelangen wir von selbst zu dem Schlufs, dafs auch die ausgesprochenen Rinnenseen des übrigen Nord-Deutschland in dieselbe Rubrik fallen. Diese bilden in ihrer Gesamtheit lediglich die diesseits der Ostsee gelegene Fortsetzung des schwedischen Seenfächers und sind schon längst von deutschen Geologen, wenigstens zum Teil als subglazial entstandene Rinnen angesprochen worden. Das Vorhandensein oder Fehlen eines Abschnittsprofils ist für die Beurteilung der Entstehung der Rinnenbecken ziemlich gleichgiltig. Ist ein solches vorhanden, so kann es nachträglich (Flufserosion, Brandungswirkung bei den Föhrden) entstanden sein. Fehlt es und ist die Rinnenböschung vielmehr durch Grundmoräne ausgekleidet, so zeugt dies keineswegs, wie vielfach angenommen wird, dafür, dafs die Rinne als solche schon beim Eintritt der letzten Vereisung bestanden hat. Ich kann vielmehr darin nur einen Beweis dafür erblicken, dafs die Rinne noch vor dem definitiven Schwinden des Eises gebildet gewesen sein mufs und nicht etwa erst vor dem zurückweichenden Eisrande als extraglaziale Schmelzwasserrinne¹⁾.

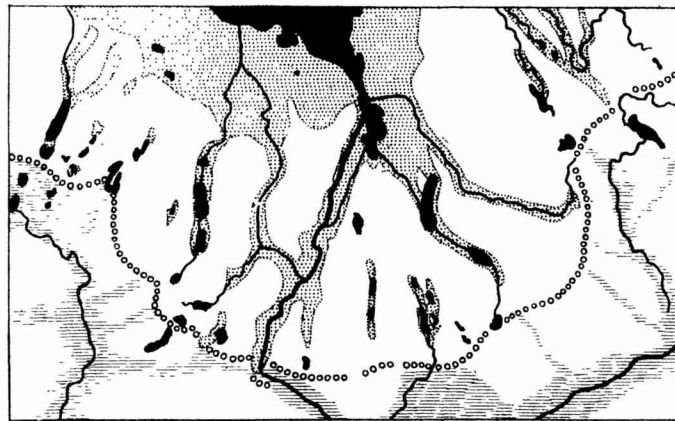
Oder- und Rhein-Gletscher. Wie nun der Gesamtfächer ein radialstrahliges System von rinnenförmigen Becken ausbildet, so auch wieder für sich einzelne, genügend scharf abgegliederte Teillappen desselben, wie beispielsweise der sogenannte Oder-Gletscher, von welchem die Abbildung 6 eine Vorstellung gibt. Das Stettiner Haff bildet für diesen die Zentraldepression, von welcher die radialen Rinnen ausstrahlen. Als Gegenstück ist dazu im gleichen Mafsstabe das Gebiet des jungdiluvialen Rhein-Gletschers (Abbild. 7) dargestellt, als ein Beispiel eines Gletscherfächers aus dem nördlichen Alpenvorlande. Hier wurde zuerst von Penck und Brückner auf die radiale Gruppierung von Zweigbecken innerhalb der Umgrenzungen der ehemaligen Gletscher-

¹⁾ Dafs die Rinnen vielfach nachträglich auch als solche benutzt wurden, ist zu natürlich und wird durch Terrassensande in denselben erwiesen.

fächer aufmerksam gemacht und die Verhältnisse ausführlich dargestellt¹⁾.

Dafs keinerlei präglaziale Bodenformen bestimmend auf die Entstehung der Rinnenbecken und auf ihre radiale Anordnung eingewirkt haben, geht daraus hervor, dafs das System stets durchaus auf das Gebiet

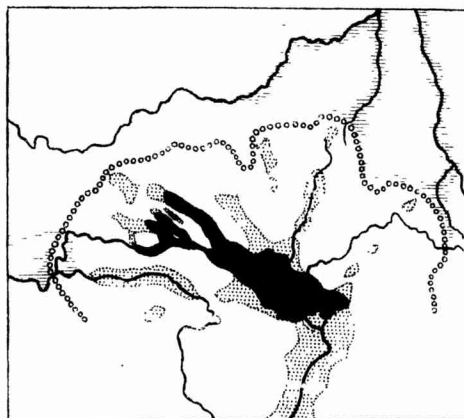
Abbild. 6.



Oder-Gletscher. 1 : 2 250 000.

Wasserflächen schwarz; weite Talniederungen (z. T. alte, aufgefüllte Seebecken) punktiert; extraglaziale Schmelzwasserwege schraffiert; Endmoränen durch eine perlschnurartige Linie dargestellt.

Abbild. 7.



Rhein-Gletscher. 1 : 2 250 000.

Erklärung wie beim Oder-Gletscher.

der (jüngsten) Vergletscherung beschränkt ist, und dafs dasselbe überall gleicherweise auftritt. Wir finden es ebenso in Gebieten zentripetaler wie zentrifugaler Entwässerung; wir sehen die Radialbecken einge-

¹⁾ Siehe vor allem Penck und Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter, Leipzig 1901 ff.

schnitten in stark zerklüftete krystalline Gesteine ebenso, wie in basaltische Decken, oder wie in die tertiäre Molasse und in ältere diluviale Ablagerungen. Wir treffen es in Gebieten reicher tektonischer Störungen, wie in solchen, wo nichts dergleichen nachzuweisen gelang. Allen Gebieten gemeinsam ist einzig und allein die nachweisbare ehemalige Vergletscherung, zu welcher daher das System von Rinnenbecken in ursächlichem Zusammenhange stehen muß.

Schließlich mag erwähnt sein, daß auch in einem diluvialen Landeisgebiete der Südhemisphäre, auf Kerguelen, ein fächerstrahliges System der Erosionsgebilde festgestellt werden konnte.

Parallele Anordnung der Rinnensenken: Die radiale Gruppierung der glazialen Erosionsrinnen treffen wir stets dort, wo der betreffende Gletscherlappen sich vollkommen frei entfalten konnte. Dies ist z. B. beim Alpenvorlande im Salzach-, Inn- und Rhein-Gebiete der Fall. Dagegen werden dort, wo die benachbarten Gletscher sich in ihrer Entwicklung behinderten, wie in den bayerischen und schweizer Gebieten östlich und westlich des diluvialen Rhein-Gletschers, die Rinnensenken in eine mehr parallele Richtung gebracht, die senkrecht von dem, als Ausgangspunkt der Vereisung zu betrachtenden Gebirgskörper ausstrahlt. Auch in Nord-Europa kommt es in dem finnisch-russischen Diluvialgebiete nicht wieder zu einem so ausgesprochenen Fächer wie derjenige, welcher vom mittleren Schweden ausstrahlend sich bis Nord-Deutschland erstreckt. Aber auch dieser mußte außer Kraft treten, nachdem in spätglazialer Zeit das Eis sich bis über die durch die großen schwedischen Seen dargestellte Zentral-Depression zurückgezogen hatte. Hier im Westen des Wenern-Sees trafen wir schon den auffallenden Wechsel in der Längsrichtung der Rinnenbecken an, indem ein südwestlich gerichtetes System in ein (jüngeres) Nordnordwest-Südsüdost streichendes übergeht. Es bedeckt den unteren Teil der sanften Ost-Abdachung des skandinavischen Hochlandes, dessen oberer von in das öde Fjeld eingeschnittenen typischen Fjordseen eingenommen wird.

Literatur.

A. Baltzer, Die Hügelrücken und ihre Beziehungen zu den Dislokationen auf Jasmund (Rügen). Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Bd. LI., Heft 4 (1899).

O. B. Böggild, Om Skurestriberne i Danmark. Meddelelser fra Dansk Geolog. Forening. Nr. 5. (1899.)

P. Dinse, Die Fjordbildungen. Zeitschr. Ges. f. Erdkunde zu Berlin, Bd. XXIX (1894), S. 189.

E. v. Drygalski, Grönland-Expedition der Ges. f. Erdkunde zu Berlin. Berlin 1897.

Derselbe, Ein typisches Fjordtal. Festschrift für F. v. Richthofen. Berlin 1893, S. 41.

J. Elbert, Die Entwicklung d. Bodenreliefs von Vorpommern und Rügen. Greifswald 1904, VIII. Jahresber. d. Geogr. Ges. Greifswald.

Geinitz, Das Quartär Nordeuropas (Lethaea Geognostica, III, 2), Stuttgart 1904.

Derselbe, Geographische Veränderungen des südwestl. Ostseegebiets seit der quartären Abschmelzperiode. Petermanns Geogr. Mitteil., 1903, S. 25.

Johnstrup, Die Kreidefelsen auf Mön und Rügen. Zeitschr. d. D. Geolog. Ges. 1874, S. 533.

Keilhack, Stillstandslagen des letzten Inlandeises u. s. w. Jahrbuch d. Kgl. Geol. Landesanstalt. Berlin 1898.

Kjerulf, See- und Talbildung, übersetzt von Lehmann. Mitt. Verein f. Erdkunde Halle, 1881.

Fr. Machacek, Dänemarks Boden und Oberfläche. Geogr. Zeitschr., Bd. XII, Heft 7.

Nathorst, Sveriges Geologi. Stockholm 1894.

A. Penck, Glaziale Bodengestaltung. Ausland 1882, S. 348 u. 369.

Penck und Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1901 ff.

E. Philippi, Die Störungen der Kreide und des Diluviums auf Jasmund und Arkona (Rügen). Zeitschr. f. Gletscherkunde, Bd. I, 1906.

Puggaard, Geologie der Insel Mön. Leipzig 1852.

Ratzel, Über Fjordbildungen an Binnenseen. Petermanns Geogr. Mitteil. 1880, S. 387.

O. Remmers, Die Fjorde an der Küste von Maine. Dissert. Halle 1891.

F. v. Richthofen, Führer für Forschungsreisende. Hannover 1901. S. 300ff.

Rördam, Danmarks Geolog. Undersøgelse III, 4. 1903 (N.O.-Seeland).

Ussing, Danmarks Geologi i almenfatteligt Omrids. Kjöbenhavn 1899.

F. Wahnschaffe, Ursachen der Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. Bd. VI, Heft 1 der Forschungen z. Deutschen Landes- und Volkskunde (2. Auflage, 1901).
