

Werk

Titel: Studien zur glazialen Bodengestaltung in den skandinavischen Ländern

Autor: Werth, Emi

Ort: Berlin

Jahr: 1907

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1907 | LOG_0014

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.

A. Die Fjärd- und Seenlandschaft Schwedens.

Der Reichtum an geschlossenen, von Süßwasser erfüllten oder vom Meere überfluteten Hohlformen in den diluvialen Gletschergebieten ist eine so auffallende Erscheinung, daß es oft genug versucht wurde, sie ursächlich zu begründen. In Anbetracht jedoch der großen Meinungsverschiedenheiten, die in diesem Punkte heute immer noch herrschen, dürfte jeder Beitrag zur Kenntnis der in Frage kommenden Gebilde, selbst auf die Gefahr, neue theoretische Erörterungen mit in den Kauf nehmen zu müssen, von Nutzen sein. Die nachfolgenden Zeilen beschäftigen sich vornehmlich mit den in bestimmter (unter benachbarten Gebilden gleicher) Richtung gestreckten Beckenformen, welche von mächtig hohen Ufern umgeben in den glazialen Tiefländern auftreten und hier Landseen (bezüglich von jüngeren Ablagerungen erfüllte relativ breite Talformen) oder weit in das Küstengebiet einschneidende Meeresbuchten bilden. Dabei beabsichtige ich jedoch keineswegs eine umfassende Monographie des betreffenden Gegenstandes zu liefern; deswegen wolle der Leser auch den Mangel umfangreicher Literaturangaben verzeihen, in betreff welcher ihm übrigens jedes geographische Handbuch zu Rate sein wird. Ich möchte vielmehr nur, fast durchweg auf eigenen Beobachtungen fußend, auf diesem Gebiete bisher weniger beachtete Tatsachen hervorheben und andere von neuen Gesichtspunkten aus betrachten, zu denen ich im Verlaufe vieljähriger Studien bei stetem Vergleich mit ähnlichen mir analog dünkenden Erscheinungen anderer Diluvialgebiete nach und nach gelangt bin. Diejenigen meiner Fachgenossen, welche meine theoretischen Schlusfolgerungen nicht annehmen zu können glauben, möchte ich noch besonders bitten, deswegen nicht auch die angeführten Tatsachen,

welche ja jederzeit auf ihre Richtigkeit nachzuprüfen sind, ohne weiteres verwerfen zu wollen.

Föhrden. Was zunächst die vom Meer überfluteten hierher gehörenden Hohlformen, die Fjärde Schwedens und die Fjorde Dänemarks oder, wie wir sie nach den gleichartigen Meeresbuchten Schleswig-Holsteins mit einheitlichem deutschen Namen bezeichnen möchten, die Föhrden anbetrifft, so sind dieselben schon oft Gegenstand eingehender Behandlung gewesen und in der Regel als weniger typische Formen den Fjorden von der Art der norwegischen Westküste an die Seite gestellt worden. Es ist genügend hervorgehoben worden, daß dieselben sich gleichfalls durch ein beckenförmiges Bodenrelief auszeichnen und sich hierdurch, sowie durch ihre erhebliche Längserstreckung bei annähernd parallel verlaufenden Ufern von anderen, nicht auf die alten Glazialgebiete beschränkten Meeresbuchten unterscheiden.

Die Fjärde Schwedens. Die Verbreitung der Fjärde an den Küsten der schwedischen Felsplatte ist eine sehr ausgedehnte. Sie beginnen an der Christiania-Bucht und setzen sich, südlich Göteborg in etwas abgeschwächter Form auftretend, bis Warberg fort. In größtem Umfange sind sie an der Ostseite entwickelt, wo wir sie vom Kalmar-Sunde nordwärts fast überall an der schwedischen, wie auch gegenüber an der finnischen Küste in schönster Ausbildung antreffen. Außerdem begegnen wir ihnen auch an den Ufern der großen schwedischen Seen, vor allem an der Nord- und Nordwestseite des Wenern.

Um nur auf einige Beispiele näher einzugehen, so zeigen Beckenbildung die tiefeingreifenden Buchten nördlich von Göteborg. Der Gullmars-Fjord, als der tiefste unter ihnen reicht bis 80 m unter den Meeresspiegel hinab, während seine durch einen Schwarm von Felsinseln führenden Ausgänge nicht Tiefen unter 20 m aufweisen; die 100 m-Tiefenlinie verläuft etwa ebensoweit von der Außenküste entfernt, als die Bucht in das Land einschneidet. An der Ostküste Schwedens kommen u. a. eigentümlich gestaltete Buchten vor, welche, wie der Gamleby-Viken bei Westervik eine kaum offen zu haltende, ganz seichte Verbindung mit der freien See haben, oder, wie die nördlich davon gelegene Syrsan-Bucht und der Kaggebo-Fjärden bezüglich Elmviken, in der Richtung ihrer Längsachse sich überhaupt nicht gegen das offene Meer öffnen, vielmehr seitliche wenig tiefe Verbindungswege besitzen. Durch solche Formen der Fjärde ist uns in gewisser Beziehung ein Übergangsglied gegeben zu den garnicht mehr mit dem Meer vereinigten, jedoch in unmittelbarer Nachbarschaft der Fjärde auftretenden und in gleicher Richtung gestreckten Beckenformen, welche mit Süßwasser erfüllt sind.

Fjärd und Fjord. Was die Fjärde von den typischen Fjorden unterscheidet, ist zunächst ihre Umgebung von relativ niedrigen Uferhöhen und das Fehlen jeder strengen Talform. Beim Fjärd beobachten wir einen unmerklichen Übergang von den vom Gletscher gerundeten und geschliffenen Berg- und Hügelkuppen bis zu den Rundhöckern im Meeresspiegel (Tafel 1, No. 1). Beim Fjord dagegen schaltet sich zwischen den vom Eise modellierten Hochflächen und seiner Sohle eine zusammenhängende, meist ziemlich steile Talböschung ein. In dieser Beziehung gleicht der Fjord ganz den breiten steilwandigen Tälern der Alpen, naturgemäfs besonders solchen, die ein Seebecken einschliessen. Solche Seen wurden bekanntlich auch längst als „Fjord-Seen“ bezeichnet. Man hat unwillkürlich das Gefühl, ein Fjord ist das Bett eines ehemaligen Talgletschers, die Fjärde dagegen stellen unter einer einstigen zusammenhängenden Eisdecke entstandene Rinnenbildungen dar. Hiermit im Zusammenhang steht auch ein fernerer wichtiger Unterschied der beiderlei Formen. Die Fjärde sind durch Parallelität benachbarter Gebilde ausgezeichnet, während die Fjorde in ihrer Anordnung und Gruppierung keine gröfsere Regelmäfsigkeit erkennen lassen, als irgend welche in eine Gebirgsabdachung eingeschnittene Flusstäler.

Die fast mathematisch strenge Einordnung der Fjärde in ein bestimmtes Richtungssystem wird, in den grofsen Zügen wenigstens, nie durchbrochen und behält oft für grofse Länderstrecken ihre Gültigkeit. So sehen wir im südlichen Schweden die Buchten der Westküste in nordost-südwestlicher bis südsüdwestlicher Richtung sich erstrecken, die wenigen tieferen Buchten der Südküste besitzen fast eine nord-südliche Längsausdehnung, während die zahlreichen enggedrängten der Ostküste senkrecht zu den zuerstgenannten, in nordwest-südöstlicher Linie streichen. Sie alle zusammen bilden also insgesamt ein fächerförmiges System.

Seensystem Schwedens. Ein Blick auf jede gute topographische Übersichtskarte Süd-Schwedens zeigt uns, dafs die derart angeordneten Fjärde in ihrer Gesamtheit nur die periphere Fortsetzung bilden zu dem grofsen radialen System von Seen und Talweitungen, welches das ganze Land einnimmt (Tafel 1, No. 3). Gleichlaufend mit den Meeresbuchten sehen wir südlich von dem riesigen Becken des Wenern die grofsen Talzüge und die meist rinnenförmig gestalteten Süfswasserseen in nahezu Nordost-Südwestrichtung das Land durchziehen. Südlich vom Wetteren gehen beiderlei Gebilde allmählich in eine nordsüdliche Erstreckung über, um weiterhin gegen Osten und Nordosten in nordwest-südöstlicher Linie zu streichen. So umspannt

das von überaus zahlreichen Rinnenseen von radialstrahliger Anordnung durchfurchte Land hufeisenförmig die große nördlich gelegene Depression, deren tiefste Stellen von den meeresartig ausgedehnten Becken des Wenern, Wettern und Hjelmaren eingenommen werden.

Yoldia Meer; Talterrassen. Von der beim Studium der Fjorde gewonnenen und längst allgemein anerkannten Erkenntnis¹⁾ ausgehend, daß dieselben als untergetauchte Täler zu betrachten und zu verstehen sind, können wir auch die Seen und Seenketten der südschwedischen Platte als landfest gewordene Fjärde ansehen und an ihnen am besten die Natur und Entstehungsgeschichte dieser letzteren studieren. Ja, wir sind hierzu um so mehr berechtigt, als in der Tat ein großer Teil der

Abbild. 1.



Terrassenlandschaft am Lerje-Fluss.

nicht zu fern von der Küste gelegenen Seen des bezeichneten Gebietes in spätglazialer Zeit, nach dem Rückzuge der diluvialen Eisdecke vom Meere erfüllt war, mithin also wirkliche Fjärde dargestellt haben. Wir erkennen dies an der Verbreitung der spätglazialen marinen Tone (Yoldiaton) an den Ufern der betreffenden Seen, sowie in den dieselben landeinwärts fortsetzenden Tälern. Diese Tone vertreten hier die Heidesande der Talzüge des Landinnern, und bilden, nachdem die rezenten Flüsse ihre Betten darin eingeschnitten haben, wie letztere typische Talterrassen (Abbild. 1).

Felsbecken; Rinnenform. In den weitaus meisten Fällen lassen sich die Seen Schwedens ohne weiteres als echte Felsbecken

¹⁾ v. Drygalski, Ein typisches Fjordthal, S. 45, v. Richthofen-Festschrift. Berlin 1893.

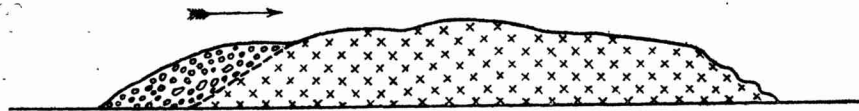
erkennen. Dies gilt für die kleinen unregelmäßig gestalteten Tümpel der Rundhöcker-Plateaus eben sowohl wie für die ausgedehnten, meilenlangen Talseen. Die Gestalt der Seen ist außerordentlich mannigfach, und es lassen sich nach den Umrissen zwei Extreme unterscheiden, die jedoch durch zahlreiche Zwischenformen vollständig in einander übergehen. Die eine Art ist von vollkommen unregelmäßiger Form, selten ungegliedert, meist mit zahlreichen, den Pseudopodien der Amöben ähnelnden Ausbuchtungen versehen. Die andere Art ist von ausgesprochen rinnenförmiger Gestalt, d. h. sie ist von gestreckter Form mit nahezu parallel verlaufenden Seitenufern. Zu der ersten Form gehören hauptsächlich die kleineren Süßwasserbecken. Man kann sich schon bei der Durchsicht einiger Blätter der schwedischen Generalstabskarte der Überzeugung nicht verschließen, daß sich, je größer die Formen werden, um so mehr auch die Ausbildung einer bestimmten Längsachse ausprägt. Die größeren Seengebilde sind fast stets typische richtige Längs- oder Rinnenseen, und mit seltenen Ausnahmen ordnen sich ihre Längsachsen dann auch in die allgemein in der betreffenden Gegend vorherrschende Richtung ein. Nicht selten sind die größeren Seen Zwillingsseen, d. h. sie stellen zwei oder auch mehrere, an einer oder mehreren Stellen zusammenfließende Parallelrinnen dar. Hierher gehören z. B. der Bolmen und Åsnen in Småland, sowie der vierteilige Sommen östlich vom Wetteren.

Rundhöcker; Seenlandschaft nördlich und südlich der Ostsee. In der Umrahmung der Seen herrscht die Rundhöckerform vor. Im Innern des Landes gut bewachsen und mehr zurücktretend, gelangt sie in den küstennahen Gebieten zu ihrem eigentlichen Rechte. Besonders an der Westküste Schwedens, am Kattegat und Skagerrak, ist infolge der heftigen Seewinde die Bewaldung der Gneiskuppen nur äußerst dünn und durchsichtig. Die überall durchschimmernden oder fast kahl daliegenden Felsflächen geben hier der Seen- und Fjärdlandschaft einen gewissen herben Zug. Trotzdem erinnert die ganze eigenartige Seenlandschaft Schwedens mit ihren wechselnden Bildern doch außerordentlich an die Seen südlich der Ostsee, auf dem Baltischen Höhenrücken und in der Mark. Bald blicken wir auf eine weitgedehnte Wasserfläche, dann wieder auf vorspringende Halbinseln und enges Wasser; bald Hügel und Berg, bald sumpfiges, flaches Ufer. Der Unterschied ist markant, aber er tritt zunächst zurück und ist genetisch gleichgültig. Die Seen Schwedens sind in die Urgebirgsplatte des baltischen Schildes eingeschnitten, diejenigen des mitteleuropäischen Tieflandes in die losen Ablagerungen einer älteren Diluvialepoche; nur gelegentlich schneiden die letzteren vordiluviale Sedimente an.

Die Form der Rundhöcker ist je nach Art und Lagerung des Gesteins sehr verschieden. Der Gneis zeigt meist allseitig gerundete Kuppen; sind die Gesteinsschichten schräg aufgerichtet, so wird dadurch die Form der Rundhöcker jedoch stark beeinflusst. Typische Formen mit Stofs- und Leeseite finden wir da, wo die Schichten gegen die sonst abgeleitete Bewegungsrichtung des Eises einfallen; umgekehrt können aber auch gelegentlich an der allgemeinen Stofsseite stumpfe und steile, im übrigen geschliffene Kuppen sich bilden, wenn die Schichtköpfe dem Eise entgegenstehen. An den Quarzitrundhöckern kann man in der Regel, wie auch beim gleichfalls senkrecht abspaltenden Basalte, gerundete Stofs- und steilere (abgebrochene) Leeseite unterscheiden. Die Stofsseite der Rundkuppen zeigt gewöhnlich eine stärkere Anlagerung von Moränenmaterial als die übrigen (Abbild. 2).

Gletscherschrammen; Endmoränen. Auch abgesehen von den Rundhöcker-Bildungen, deren Schliffflächen und Schrammen mit großer Übereinstimmung auf eine Bewegungsrichtung des überlagernden Eises parallel zu der Längserstreckung der Rinnenseen weisen, ist das

Abbild. 2.



Schematisches Profil durch einen Quarzit-Rundhöcker bei Vesterwick.

Auf der durch den Pfeil angedeuteten Stofsseite reichliche Anlagerung von Moränenmaterial (Blockpackung); steil abgebrochene Leeseite.

Glazialphänomen örtlich eng mit den Seen verknüpft. Endmoränenbildungen treffen wir häufiger an dem auswärts gerichteten Ende der Seen an, und dieselben zeigen, daß gelegentlich während der verschiedenen Rückzugsphasen des Inlandeises, wenn auch nur für kürzere Zeit, der Eisrand mit dem betreffenden Seeende zusammenfiel.

Ehe wir jedoch des näheren auf theoretische Erörterungen eingehen, wollen wir an der Hand einiger Beispiele uns noch etwas eingehender mit der schwedischen Seenlandschaft vertraut machen.

Anten- und Mjörn-See. Zunächst sei hier des Seengebietes nordöstlich Göteborg gedacht; die Hauptwasserbecken sind hier der Anten- und Mjörn-See (vergl. das Profil auf Tafel 1, No. 2). Der Anten-See ist ein typischer, im Norden verbreiteter Rinnensee, ohne erhebliche Gliederung. Das Südende des Sees wird von einem 15–30 m hohen Moränenwalle abgeschlossen. Daß der See früher etwas höher gestanden hat, beweisen etwa 3–4 m über seinen gegen-

wärtigen Wasserspiegel reichende horizontal geschichtete Schotter innerhalb der Moränen, nahe dem Seeabfluß. Letzterer zeigt sofort ein nicht unbedeutendes Gefälle, dessen Kraft von einer Holzschneidemühle ausgenutzt wird, und wird auf seinem rechten Ufer unmittelbar von anstehendem Fels begleitet. Auf der linken Seite befindet sich gleich unterhalb des bezeichneten Moränenwalles ein Felshügel; derselbe liegt ungefähr vor der Mitte des Südufers des Sees. Als die eigentliche, das Becken des Anten abschließende Felsbarre ist jedoch die Höhe anzusehen, welche südlich des kleinen, düsteren Alanda-Sjön gelegen vom Abfluß in steilwandiger Schlucht durchsägt ist. Die Landstraße führt hoch darüber hinweg, während die Eisenbahn die Enge mittels Tunnels überwindet. Unmittelbar im Anschluß an diese Schwelle aus anstehendem Fels treten mächtige Diluvialmassen auf, welche in Form sehr grober und unregelmäßiger, teilweise talwärts einfallender Schotter von mir als Schottermoräne mit anschließendem, vielleicht unter Wasser (Yoldiameer) abgelagerten, Schuttkegel aufgefaßt werden.

Es folgt nun der große, unregelmäßig gestaltete Mjörn-See. Derselbe stellt eine Zwillingsrinne dar, indem der westliche Teil die Fortsetzung der Talung des Anten-Sees bildet, während der östliche in der Verlängerung des Tales des Säfve Ån liegt, dessen Bett in eine breite, von Diluvialsand gebildete Sohle eingeschnitten ist. Der Zwillingsnatur des Sees entsprechend, erstreckt sich von Nord her gegen Südsüdwest eine felsige Halbinsel, dessen Spitze sich in zahlreiche Rundhöcker-Inseln auflöst, welche sich als Schärenlandschaft bis in die Mitte des Sees erstrecken. Die durch die Halbinsel gebildeten beiden nördlichen Ausbuchtungen des Sees sind von dem Hauptkörper in Gestalt kleiner Fjörden abgegliedert. Die westliche erfährt eine weitere bemerkenswerte Ausgestaltung durch eine in ihrer Längserstreckung gerichtete Felshalbinsel. Parallel mit derselben verläuft in der landeinwärts anschließenden Senke eine wallartige Erhebung aus kiesigem Material, über welche die Landstraße von dem Gute Östad südwärts führt, und welche als ein Ås angesehen werden kann.

Kluftsysteme. Im übrigen ist die Vielgestaltigkeit des Mjörn-Sees ganz augenscheinlich abhängig von Kluftsystemen, welche senkrecht zu der herrschenden Talrichtung das Gneisgebiet durchsetzen, und welche rechtwinklig auch von den Gletscherschrammen der Gegend geschnitten werden. In dieser Nordwest-Südostrichtung nämlich verlaufen die zahlreichen kleinen Zuflüsse der Seen und Haupttäler, und das Gelände, namentlich am südlichen Mjörn und beiderseits des südwestlich anschließenden Lerje-Tales, ist von unzähligen, in dieser Richtung streichenden vom Gletscher gerundeten Gneisrücken durchzogen.

Unter dem Einflusse dieser Kluftsysteme steht die Umgrenzung der Halbinseln im südlichen Mjörn-See, sowie vor allen auch der hier gelegenen größeren Insel Sunderön.

Felsschwelle und Endmoräne. Die östliche Hälfte des Mjörn-See erfährt ihre Fortsetzung durch den in südsüdwestlicher Richtung gestreckten Säfvelången-See, dem er auch seinen Abfluß durch eine enge Felsrinne zusendet. Aber auch das westlich gelegene breite Südende des Mjörn wird von Fels umschlossen. Eine quadratische Felshöhe teilt, als dreieckige Halbinsel in den See vorspringend, das Ende des letzteren in zwei Arme. Der östliche, schmalere endet blind zwischen Felskuppen, während der westliche an seinem Ende von Moränen umfassen wird. Ein kleiner Wall geht von einem Fels-
hügel aus, der in der Mitte des Südufers dieses Armes aufragend etwas in den See vorspringt, und wendet sich ostwärts. Ein ungleich mächtiger Moränenwall aber schiebt sich, zu reichlich 40 m Höhe ansteigend, von der Südwestecke des Sees weit in das Tal vor; er trägt die Ansiedelung Hjällsnäs und bildet die Wasserscheide zwischen dem Mjörn-See und dem Lerje Ån.

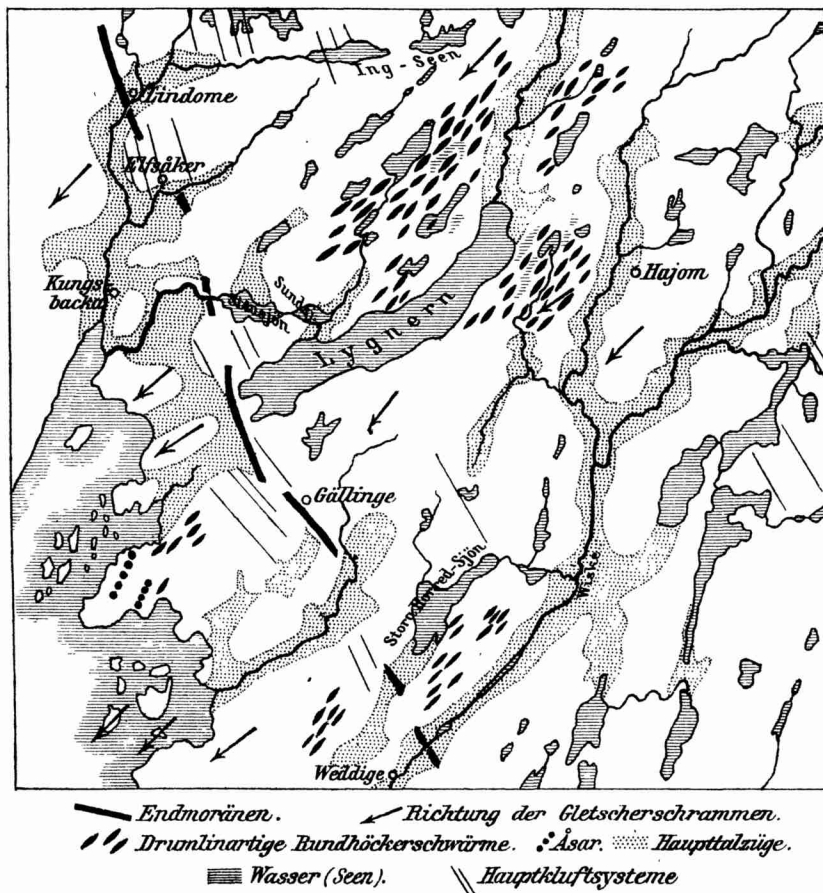
An diesen Moränenwall schließt sich ein Sandgebiet mit unruhig-leichtgewellter Oberfläche, welches ganz allmählich in eine Talterrasse übergeht (Abbild. 1). Diese ist bei Stannum zuerst deutlich ausgeprägt. Hie und da ragen Diluvialkuppen über die Terrasse auf, welche aus horizontal geschichtetem, feinem Glazialtone besteht. Derselbe vertritt in den küstennahen Gebieten die Terrassensande des schwedischen Binnenlandes, sowie Nord-Deutschlands, und die jungdiluvialen (Niederterrassen-) Schotter des Vorlandes der Alpen. Zwischen den beiderseitigen etwa 8–10 m aufragenden Diluvial-Terrassen fließt der Lerje-Fluß, eingefasst von ganz schmalen Alluvionen, dahin. Unterhalb der Talverengung bei Angered treten die Terrassen in zwei oder mehreren Stufen auf. Mit einer Felsstufe, an welche sich eine Moränen- und Schotterablagerung knüpft, mündet schließlich das Lerje-Tal unweit Göteborg in dasjenige des stattlichen Göta-Elf.

Am Anten und Mjörn ist es nicht möglich gewesen, in dem stark koupierten Terrain die die Seen abschließenden Moränen weiterhin zu verfolgen. Dies gelingt jedoch im Gebiete des Lygnern-See, unweit der Küste südlich von Göteborg (Abbild. 3).

Lygnern-See. Der ausgezeichnet rinnenförmig gestaltete, von parallel verlaufenden Ufern eingefasste Lygnern-See wird an seinem südwestlichen Ende von einem mächtigen, etwa 30 m hohen Moränenwalle abgeschlossen. Wie an anderen Stellen, so bedingt derselbe auch hier jedoch nicht die Entstehung des Sees. Derselbe ist vielmehr

ein Felsbecken. Wir sehen innerhalb des Moränenwalles sowohl seitlich wie in der Mitte des leicht gegabelten Seeendes anstehenden Fels (Gneis) auftreten, der es außer Zweifel stehen läßt, daß wir es mit einer in festem Fels ausgearbeiteten Vertiefung zu tun haben, wenn auch der Moränenwall für die Höhe des gegenwärtigen Wasserspiegels

Abbild. 3.



Kartenskizze der Umgebung des Lygnern-See. 1:400 000.

maßgebend ist. Der Abfluß des Sees befindet sich seitlich nordwärts und führt, im scharfen Winkel geknickt, zwischen dem Sundsjön und Stensjön durch eine relativ enge Felspforte.

Endmoränenzug. Der besagte Moränenwall schließt sich nicht etwa bogenförmig um das Ende des Sees, sondern hat eine fast gradlinige annähernde Northwest-Südost-Erstreckung. Er findet seine Fortsetzung

nördlich und südlich in anderen Moränenbildungen von gleicher Längsrichtung. Sie zusammen stellen also zweifellos die Linie eines ehemaligen einheitlichen Eisrandes dar, welcher parallel der Aufsenküste in etwa 18 km Abstand von derselben verlief. Zu diesen Bildungen sind die 5 km lange Reihe von Hügelkuppen oder wallartigen Rücken zu rechnen, welche bei Lindome das Ausflusstal der beiden Ing-Seen quert, sowie weniger ausgedehnte, in derselben Linie liegende Anhäufungen von Moränenmaterial bei Elfsåker und am Ausfluß des Stensjön. Südlich des Lygnern verläuft zunächst die Landstraße, soweit sie nicht über anstehenden Fels führt, bis zur Gabelung bei Karlshult (südöstlich Gällinge), über einen wallartigen Geländerücken dahin. In seine Fortsetzung fällt die kegelförmige Ablagerung an der Weggabelung südlich vom Stora Horred-Sjön, durch welche der See gezwungen ist, sein Wasser an seinem, dem Meere abgewandten Nordende gegen das weite Becken überfließen zu lassen, welches von dem Wiske-Flusse durchströmt, vielleicht ehemals einen See darstellte. Die Wiske selbst durchbricht am Ausgang der bezeichneten Talverbreiterung, nach wiederholten seenartigen Erweiterungen, eine von beiden Seiten zapfenartig in das Tal eingreifende Moränenablagerung oberhalb Weddige, die gleichfalls in die Verlängerung des bezeichneten Endmoränenzuges gelegen ist.

Außerhalb des Bereiches des beigegebenen Kärtchen lassen sich diese Moränen nordwärts wie südwärts noch weiter verfolgen. Bis zur Laholms-Bucht im Süden jedoch erstreckt sich ein anderer, einer etwas früheren Phase der Vereisung entstammender, parallel zu ersterem und dichter an der See verlaufender Endmoränenzug. Beide zeigen uns, daß hier an der Westseite des südlichen Schwedens ein einheitlicher Eisrand dereinst parallel zur Küste und nahezu senkrecht zu den heutigen Seen- und Haupttalzügen sich erstreckt hat¹⁾.

Kreuzung von Schrammen und Kluftsystem. Wie am Mjörn-See, so verläuft auch am Lygnern das vorherrschende, in gleicher Weise wie dort sich kennzeichnende Kluftsystem senkrecht zu der Richtung der Haupttalzüge und Seenbecken und wird von den damit parallel verlaufenden beobachteten Gletscherschrammen und der sonst aus der Gestalt der Rundhöcker abgeleiteten Richtung der Gletscherbewegung gequert. Dennoch kam es hier zur Ausbildung drumlin-artig in einer Richtung (und zwar derjenigen der ehemaligen Eisbewegung) gestreckter und zu Schwärmen angeordneter, mehr oder weniger

¹⁾ Vergl. die Karte von Hallands-Län der Schwed. Geolog. Landesaufnahme.

mit Grundmoräne bedeckter Rundhöckerkuppen, zwischen welche sich kleine Seen und torfige Senken einschalten.

Gegend von Westervik. Häufiger sind solche Gebilde im Osten des südlichen Schwedens, wo dieselbe Kluft- oder Spaltenrichtung mit der Längserstreckung der Rinnensenken zusammenfällt. Charakteristisch liegen die Dinge im nördlichen Teil von Kalmar Län, das ist die Gegend von Westervik. Hier verlaufen in gleicher Weise die Gletscherschrammen, die Rinnen (Seen, Fjärde), wie die Streichungsrichtung der Schichtgesteine und oft auch die Grenzlinien zwischen den verschiedenen Gesteinsarten des Grundgebirges NW—SO. Die hauptsächlichsten Fjärde sind in dieser Gegend von Nord nach Süd: Waldemarsviken, Syrsan, Gudingefjärden, Gamlebyviken, Wärkebackviken und Gåsefjärden. Hier kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die Rinnensysteme ganz wesentlich durch den Verlauf von Verwerfungsspalten vorgezeichnet sind. Hier gehört es beinahe zur Regel, daß die Talfurchen die Grenzen zwischen zwei verschiedenen Gesteinen oder Gesteinsvarietäten innehalten.

Besonders lehrreich ist in dieser Beziehung die lange Reihe von Becken, die sich von Loftahammar in der bezeichneten Richtung landeinwärts erstreckt. Sie beginnt außerhalb des genannten Ortes mit einer gradlinigen, im Süden von Inseln begrenzten, auf der Generalstabskarte keinen besonderen Namen führenden Bucht und wird weiterhin zusammengesetzt von dem Bågviken und der Syrsan-Bucht sowie einer Anzahl von Süßwasserseen, dem Storsjön, Åkervristen, Batsjön u. s. w. Wir begegnen hier in der Regel auf engem Raum drei Gesteinstypen nebeneinander. Im nordwestlichen Teil z. B. schaltet sich eine schmale Norwest—Südost streichende Zone von Hälleflintgneis, beiderseits von verschiedenartigen Gesteinen begrenzt, ein. Am Storsjön ferner treffen wir beispielsweise am südwestlichen Ufer Augengneis an, am östlichen Hälleflintgneis; dazwischen liegt die Halbinsel von Winäs, die durch den Rammen-See abgetrennt, fast zu einer in gleicher Richtung mit dem Storsjön gestreckten Insel wird und Granitgneis als Anstehendes trägt¹⁾. Es ist hiernach natürlich wahrscheinlich, daß es sich auch dort, wo das Gestein auf größerem, durch Seen oder Fjärde zergliederten Gebiete gleichartig bleibt, ebenfalls um Verwerfungsspalten mit geringem Ausschlag handelt, sicher aber um ein System untereinander und mit den benachbarten Dislokationslinien parallel verlaufender Sprungklüfte. Nichts destoweniger handelt es sich auch hier bei den Seen und Fjärden im östlichen

¹⁾ Vergl. Schwed. Geol. Landesaufnahme.

Schweden nicht etwa um (durch innere Kräfte der Erde entstandene) tektonische Hohlformen. Dagegen spricht entschieden die Einzelgestaltung, vornehmlich die ringsum geschlossene Beckenform. Es kommen vielmehr Erosions-Äußerungen in Betracht, die durch Systeme von Klüften oder Verwerfungsspalten in bestimmte Bahnen geleitet wurden.

Rundhöckerschwärme und Drumlins. Die im gleichen Sinne mit der Richtung der Glazialschrammen erfolgte Durchfurchung der Oberfläche hat nicht selten, wie wir am Lygnern-See bereits gesehen haben, eine so hochgradige Detaillierung erreicht, daß es zur Ausbildung von dichten Schwärmen von Felsrundkuppen gekommen ist, welche durch ihre Gestalt und die parallele Anordnung ihrer Längsachsen Drumlins gleichen. Wenn wir uns vergegenwärtigen, daß die bisher als Drumlins beschriebenen Gebilde aus dem verschiedensten Material aufgebaut sein können und keineswegs ausschließlich, wie es noch heute vielfach als Lehrsatz gepredigt wird, aus Grundmoräne bestehen, so wird uns die Auffassung sehr nahe gelegt, daß dieselben keine Aufschüttungs-, sondern Erosionsformen darstellen. Wir treffen im Alpenvorlande nicht selten Drumformen aus horizontalen Schottern, ebenso solche mit einem Kern von Molassesandstein an; die von Geikie und besonders von Baltzer¹⁾ als solche beschriebenen Drumlins auf Jasmund (Rügen) bestehen, wie uns zahlreiche gute Aufschlüsse zeigen, fast in ihrer ganzen Mächtigkeit aus Kreide²⁾. Die drumlinartig angeordneten Rundhöckerkuppen sind in der Tat genetisch von Grundmoränen- und anderen Drums nicht zu unterscheiden³⁾. Infolge stärkerer Bewachsung an den mit Glazialschutt bedeckten Gehängen gegenüber dem kahleren Scheitel der Kuppe tritt in den Waldgebieten im Landschaftsbilde die „linsenförmige“ Gestalt bei den Felskuppen weniger hervor, als bei den Moränen- oder Schotter-Drumlins.

Drumlins und Rinnenseen. Besonders lehrreich durch das innige Ineinandergreifen von Bodensenken und Erhebungen war mir ein im nördlichen Seeland aufgefundenes Drumlingebiet (Abbild. 4). Kleine Längsseen und durch Torfwuchs erloschene Becken wechseln so regelmäßig mit den Längsrücken ab, daß man sich unwillkürlich fragt, welches von beiden ist hier im Landschaftsbilde das Maßgebende und

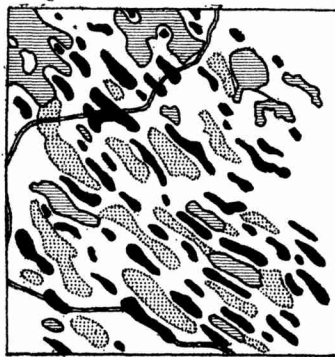
¹⁾ Ztschr. d. Deutschen Geolog. Gesellsch., Bd. LI, Heft 4, 1899.

²⁾ Neuerdings schließt sich auch Philippi (Zeitschrift für Gletscherkunde, Bd. I, 1906) mit Nachdruck der Auffassung an, daß die Jasmunder Drumlins wesentlich durch glaziale Abtragung gebildet sind.

³⁾ Vergl. auch Baltzer, Beiträge zur Kenntnis des diluvialen Rhonegletschers. (Eclog. Geol. Helv., Vol. VI, Lausanne 1899, S. 378—391).

Auffallendere, die Höhen oder die Senken? Andererseits besteht zwischen diesen reizenden Waldseen und den kleineren Rinnenseen, etwa den Gebilden der Seenkette des Grunewalds bei Berlin, in der Form gar keiner, in der Größe aber ein so geringer Unterschied, daß man nicht zweifeln kann, daß beide genetisch nicht verschieden sind. Hiermit ergibt sich uns aber wiederum ein Hinweis auf die wahrscheinliche Entstehungsweise der Drumlins. Man kann die Drumlins als die von der Erosion der allgemeinen Landoberfläche verschont gebliebenen Partien zwischen netzartig verzweigten, unter dem Eise entstandenen Schmelzwasserrinnen ansehen. Ähnliche Bilder, wie das dargestellte aus dem Diluvialgelände des dänischen Seeland, treffen wir auch in den Rundhöckergebieten Schwedens an. Wie die Drumlins als Halbinseln sich zwischen schmale Seearme ver-

Abbild. 4.



1 : 50 000.

Drumlin- und Seen-Landschaft bei Hellebaek (Seeland).

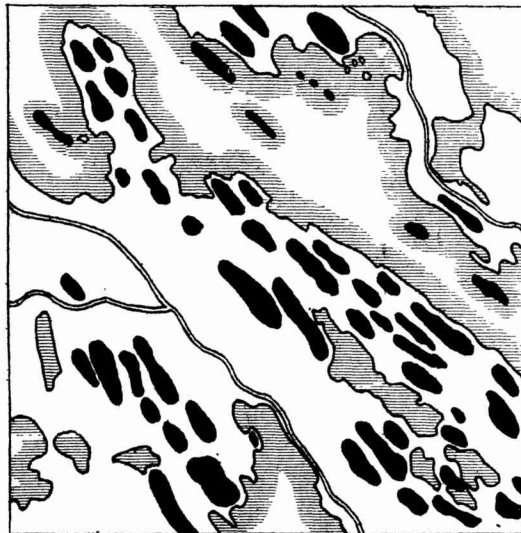
Hügelrücken schwarz, Seen schraffiert, Torfbecken punktiert.

schieben, so gehen hier die drumlinartigen Rundhöckerkuppen auch losgetrennt in Inseln und Schärengruppen über (Abbild. 5).

Zusammenfassung. Radiales Rinnensystem; Zentral-Depression. Wir haben also gesehen: die zahlreichen Rinnen der südschwedischen Platte bilden, hier mit, dort quer zu dem herrschenden Kluft- oder Spaltensystem verlaufend, im ganzen einen Fächer. Ihre Erstreckung ist im einzelnen gleichsinnig mit der aus der Form der Rundhöcker oder der Schrammenrichtung geschlossenen ehemaligen Bewegungsrichtung des Eises und mehr oder weniger senkrecht auf den durch Endmoränenbildungen gekennzeichneten einstigen Eisrand gerichtet. Die Rinnen stehen also zweifellos in direkter Beziehung zur stattgehabten Vergletscherung des Landes. Durch Ausfurchung lediglich durch das Eis als solches können

wir ihre Entstehung meines Erachtens nicht erklären, dagegen spricht die ausgesprochen flächenhafte Abnutzung des Untergrundes durch das Eis. Dasselbe würde an sich eine einheitliche fächerförmige Wanne erodiert haben. Wohl aber können wir in den radial gerichteten Seenketten und rinnenförmigen Wasserbecken Erosionswirkungen der subglazial sich bewegenden Schmelzwässer erblicken. Denn unter dem Drucke des über ihm lastenden Eises muß das Wasser nicht nur imstande sein, an den Endböschungen der Becken aufwärts zu fließen, sondern auch selbständig geschlossene Hohlformen auszufurchen, zumal das Eis ihm beim Transport des ausgehobenen Materiales behülflich

Abbild. 5.



I : 100 000.

Seen und drumlinartig angeordnete Rundhöcker am Gamleby-Viken (Ostküste Süd-Schwedens), mit Übergang in Schärenlandschaft.

ist. Im Gegensatz zu einem Thalgletscher ist die Inlandeismasse in sehr hohem Grade unabhängig von den präexistierenden Landformen. Seine Bewegung regelt sich im wesentlichen nach physikalischen Gesetzen; sie ist, nach allen Seiten einen Ausgleich anstrebend, von den dickeren gegen die dünneren Eisgebiete gerichtet¹⁾. In gleicher Weise muß das unter dem hohem Drucke der ungeheuren Eismasse arbeitende Schmelzwasser allseits in der Richtung der Druckentlastung sich bewegen, es muß also den Gebieten geringeren Druckes, d. h. dem Eisrande zustreben. Da nun das Wasser im Gegensatz zum Eise stets

¹⁾ Drygalski, Grönland-Expedition d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin.

in einer Linie zu erodieren trachtet, so wird es unter dem fächerförmig ausgebreiteten Gletscher, irgend welche immer vorhandene Differenzen in Festigkeit, Gefüge und den Höhenverhältnissen des Untergrundes ausnutzend, ein radialstrahliges System von Rinnen bilden. Zunächst werden diese letzteren wenig tief und sehr zahlreich sein und, dicht nebeneinander gelegen, netzförmige Verzweigungen bezüglich viele Anastomosen bilden (wobei in günstigen Fällen drumlinartige Rundhöckerschwärme entstehen), bis nach und nach bestimmte Tiefenlinien mehr und mehr bevorzugt zu großen talähnlichen Vertiefungen werden. Bei nachlassendem Drucke am peripheren Rande des Eises wird die Erosionskraft des Wassers auf das Maß des subaërisch fließenden zurückgeführt und damit eine entsprechend abgeschwächte Erosionswirkung an dieser Stelle erzielt, welche sich im Auftreten einer Felsschwelle an den Seeabschlüssen äußert.

In Übereinstimmung hiermit weisen die zahlreichen Erdmoränen-Bildungen darauf, daß es sich beim Rückzuge des skandinavischen Eises nicht um einige wenige ausgesprochene, d. h. langandauernde Stillstandsphasen, sondern um successive aufeinanderfolgende zahlreiche, vorübergehende Rückzugsetappen handelt. Auch die, nach allgemein anerkannter Ansicht vor dem Eisrande entstandenen ausgedehnten Sandr-Flächen des südlichen Schwedens sind nicht auf bestimmte Zonen beschränkt, sondern durchziehen das ganze Land.

Im Zentrum des Fächers, wo die verschiedenen Radialstrahlen zusammenlaufen und wo die Erosion am längsten in Tätigkeit gewesen ist, haben sich, natürlich immer unter Ausnutzung aller durch Kluftsysteme, Spalten, Verwerfungen u.s.w. gebotenen Vorteile die Becken der großen schwedischen Seen gebildet. Sie entsprechen den „Zentral-Depressionen“ in den kleinen Gletscherfächern des nördlichen Alpenvorlandes; von ihnen als Hauptbecken strahlen die radialen Teilbecken aus.

Es mag vielleicht überflüssig erscheinen, wenn ich noch besonders darauf hinweise, daß es sich bei dem ausgesprochen radialen Rinnensystem der südschwedischen Halbinsel auch seiner Anlage nach nicht um eine Wirkung einer der natürlichen Abdachung des Landes folgenden Flufs-Erosion handeln kann. Das Zentrum des Fächers liegt ungefähr im nördlichsten Teile der großen Seen-Depression, während die Höhenschwelle des Landes die letztere mondsichelförmig im Süden umfängt. So wird diese nicht zum Ausgangspunkt des fächerförmigen Rinnensystems, sondern wird von den Strahlen derselben ziemlich genau in der Mitte von deren Längsausdehnung durchschnitten. Das System ist also nicht nur in seiner Ausgestaltung, sondern auch in seiner Anlage glazialen Ursprungs.

Entwicklung der Rinnenseen. Wir können uns den Entwicklungsgang bei der Bildung der typischen Rinnenseen so vorstellen, daß entweder mehrere unregelmäßig und beliebig gestaltete kleinere Becken, die zufällig in einer günstigen Linie liegen, durch Vertiefung und damit verbundene Vergrößerung miteinander verwachsen, oder auch, indem eine in der gegebenen Richtung gestreckte kleine Senkung allmählich aber direkt durch tiefer greifende Erosionswirkung verlängert und vergrößert wird. Nach der Form und gegenseitigen Lagerung der zahlreichen kleinen, gewissermaßen unfertigen, bezüglich Jugendstadien darstellenden Seebecken zu urteilen, werden beiderlei Fälle, sowie auch Kombinationen derselben stattgehabt haben. Selbstredend ist auch die reine Eiserosion nicht unbeteiligt geblieben an der definitiven Ausgestaltung der Rinnenseen, wie die von den Höhen bis zum Wasserspiegel herab und zweifellos auch unter denselben sich noch fortsetzenden Rundhöcker und Schliffflächen beweisen. Die Seen und Fjärde in Gebieten mit Kluftsystemen oder Dislokationslinien, welche gleichsinnig der aus Schrammen u. s. w. rekonstruierten Gletscherbewegung gerichtet sind, haben erklärlicherweise einen geraderen Verlauf als die mehr geschlängelten und unregelmäßigen anderer Gegenden. Dies tritt besonders deutlich bei einem Vergleich zwischen den Meeres-Buchten und Süßwasserseen der Umgebung Westerviks (im Osten) und denen des Göteborger Bezirkes (im Westen) hervor.

Wenern und Wetteren. Eine Sonderstellung nehmen in gewisser Beziehung die riesigen Becken des Wenern, Wetteren und Hjelmaren ein. Hier wird man sich der herrschenden, besonders für den Wetteren mit seinen parallelen Ufern näher begründeten Auffassung anschließen müssen, daß es sich bei der Bildung dieser Seen um umfangreiche Krustenbewegungen und nachträgliche glaziale Ausräumung der in die Tiefe gesunkenen jüngeren und weichen (silurischen) Schichten handelt. So liegt der Wetteren in einem in das archaische Gebiet eingesenkten Grabenbruche; Reste der abgesunkenen silurischen Gesteine treffen wir noch in der niedrigen Insel Visingsö an. Der Wenern wird von Nordost-Südwest streichenden Verwerfungs-linien begleitet. Sie bestimmen namentlich den Verlauf des Westufers und machen sich weiterhin bemerkbar als scharf ausgeprägter Bruchrand in dem Abfalle des Kroppe Fjall, welcher hier eine Gesteinsgrenze bildet. Zweifellos steht unter ihrem Einflusse wohl auch das Fjärdgebiet von Bohuslän.

Interessant ist es nun, daß gerade hier im Westen des Wenern-Sees die südwestlich gerichteten Rinnenseen und Talzüge übergehen in ein System nordwest-südöstlicher, und zwar geschieht dies nicht

etwa plötzlich oder indem Kreuzungen stattfinden, sondern in sanften Bogenlinien. Man vergleiche z. B. den Lee Langen und seine östlichen Nachbarn.

Christiania-Fjord. Auch noch in der Konfiguration des Christiania-Fjordes und seiner Umgebung macht sich ein System nord-ost-südwestlich verlaufender tektonischer Linien auffallend bemerkbar. Entlang derselben streichen die zerbrochenen und gefalteten silurischen Schiefer von Christiania und bedingen so Anordnung und Lappung der Inseln und Halbinseln des Fjords. In gleicher Linie sind auch die Schiefer gegen die steil aufragenden Höhen von Eruptivgesteinen im Westen abgeschnitten. Im übrigen ist die Christiania-Bucht kein einheitlicher Fjord oder Fjärd, sondern setzt sich, an einer Stelle gelegen, wo zwei selbstständige Gletscherfächer sich berührten, aus verschieden gerichteten Rinnensenken zusammen.

(Schluß folgt.)
