

See- und Thalbildung, vier Beispiele aus Norwegen.

Von

Prof. Dr. Th. Kjerulf.

(Vorgetragen in der Gesellschaft der Wissenschaften zu Christiania
am 4. Februar 1881.)

Aus dem Norwegischen übersetzt

von

Dr. R. Lehmann.

An anderer Stelle habe ich versucht, im Ueberblick das Spalten-Netz des südlichen Norwegen darzulegen, indem ich zeigte, wie man aus guten Karten gewisse das Land durchschneidende Linien entnehmen kann, die sich in Thälern und Gebirgsrändern sowie in der Richtung von Fjorden und Seen zu erkennen geben.¹ Auch versuchte ich gelegentlich bei Besprechung der natürlich entblösten Thal-Profile einige darzustellen, wo die beiden Gehänge ganz dislocirt einander gegenüber dastehen, wie am Storsee, im Renthal, am Engersee, im Trysilthal u. m. a.²

Bei der Untersuchung des Fundamentes von dem in irgend einer Landplatte vorliegenden Aufbaue kommt man zuletzt zu der Begründung des Bodenreliefs und hierbei, wie ich glaube, immer näher zu dem Schlusse, dass die erste Anlage des Reliefs, überhaupt die Charakteristik der Oberfläche viel intimer in dem Baue selbst versteckt und darin wesentlicher begründet liegt, als man vielleicht zu glauben gewohnt gewesen war.

Einige wenige Beispiele, welche ich in dem Nachstehenden mit dem gehörigen Detail vorlege, mögen dazu dienen, solche Ansicht eingehender zu beleuchten. Im übrigen verweise ich auf meine kurze Betrachtung „die Gestaltung der Oberfläche“ in der „Geologie des südlichen und mittleren Norwegen“.³

1) Th. Kjerulf, Ein Stück Geographie in Norwegen. Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin. XIV (1879), 129—149.

2) Th. Kjerulf, Geologie des südlichen und mittleren Norwegen. Aus dem Norwegischen übersetzt von A. Gurlt, Bonn 1880, S. 140, 141, 148.

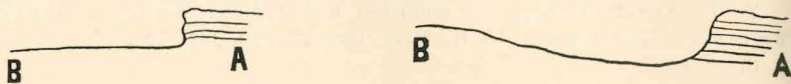
3) S. 328.

Zwei Dinge sind es, welche zuerst erforscht werden müssten — was aber mit vielen Schwierigkeiten verbunden sein würde — ehe man an die Betrachtung der Unebenheiten der jetzigen Oberfläche gehen könnte. Das erste ist die Frage, inwieweit die Mauer, welche eine jüngere auflagernde Formation, seien es nun Schichten oder eine Eruptivdecke, so deutlich in dem Relief der Landschaft verursacht, ursprünglich war, und in welchen Bildungsvorgängen sie begründet liegt. Das andere ist die Untersuchung, was für eine Oberfläche nach der Faltung und nach der darauf stattgehabten grossen allgemeinen Degradation übrig blieb, indem diese Fläche nicht eine Ebene war, sondern vermittelt mehrerer Absätze oder Systeme von Höhenzügen und Depressionen selbst eine wellenförmige Gestalt gehabt zu haben scheint.

Die Siluretagen erheben sich, wie jeder sehen kann, in Mauerlinien vom Langesunds-Fjord bei Brevig und Skien vorbei, weiter bei Holmestrand, ferner südlich von Kongsberg durch die Landschaft Eker, darauf im Thal von Modum, längs des Beckens von Ringerige u. s. w. Die älteren primordialen Etagen erheben sich gleichfalls in Mauerlinien über das sogenannte Hoch-Plateau oder auf der „Vidda.“ Auf der erstgenannten Strecke ist das Grundgebirge gleichsam ein Rahmen, aber zum Theil ein niedriger Rahmen, und der Silurrand erhebt sich höher in dieser Einfassung. Auf der letztgenannten Strecke sieht man zum Theil gar keinen Rahmen, sondern das Grundgebirge liegt flach darunter.

In Lehrbüchern werden wir im allgemeinen wohl belehrt, dass eine solche Mauerlinie, welche an einigen Stellen am besten mit einer steilen und hohen Treppe verglichen werden kann, der Erosion ihr Dasein verdankt, dass Etagen und Eruptivdecken gegen ihre Grenze hin dünner werden, dass sie natürlicherweise mit unbedeutender Mächtigkeit begannen, dass die Mauer, welche sich jetzt zeigt, durch Abnagung entstand u. s. w. Aber das ist nicht erklärt. Wir müssen die Erscheinung nehmen, wie sie sich zeigt. Es muss einen Ausgangspunkt für die Betrachtung über die Einschnitte des Reliefs bilden, dass man die Formationsgrenzen als verhältnissmässig ursprünglich gegeben annimmt. Es ist nämlich nichts da, was beweist, dass die Treppe oder die Decke, welche man jetzt in einer beliebigen flachen (links) oder schräg sich neigenden (rechts) Situation bei A (Fig. 1) sieht, einmal so abgelagert wurde, dass sie mit sich auskeilenden Schichten oder immer geringerer Mächtigkeit weit draussen irgendwo im Rahmen bei B vorhanden war.

Fig. 1.

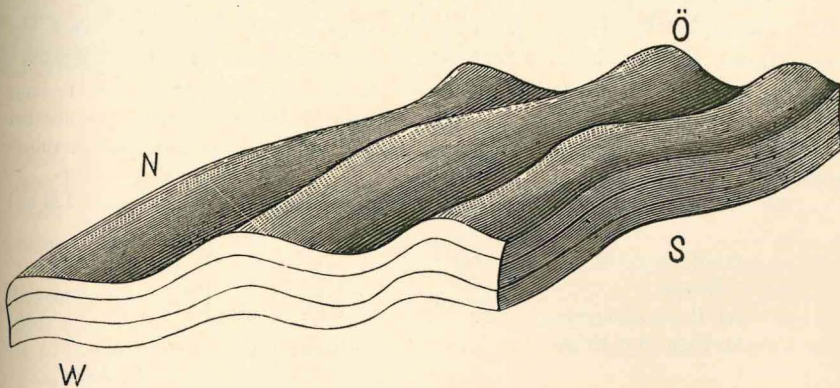


Wenn man aber genöthigt wird, diese Ausbreitung als verhältnissmässig ursprünglich und vor der Betrachtung gegeben zu nehmen, dann ist die Depression an der Grenze längs der Mauerlinie gegeben. Dass das Skiensthal, die Sandsvär—Eker-Linie, die Modum—Tyrifjord-Linie, die Linie Holsfjord—Stensfjord so beschaffen und begründet ist, ist nicht zu leugnen. Wie die Karte zeigt, beginnt hier eine Formation oder eine Eruptivdecke. Und in die Depression längs des Fusses der Mauerlinie legt sich ein Thal oder ein See.

Wir kommen zu dem anderen zu betrachtenden Punkt. Die grosse in der Landplatte Norwegens vor sich gegangene Faltung hat Wellen hervorgebracht, und die Gipfel der Wellen sind vielfach weggeführt, und die Abtragung derselben oder, wie man gewöhnlich sagt, die Denudation geschah so zeitig, dass ein allerdings sehr altes¹ Conglomerat abgesetzt wurde, welches jetzt oben auf den abgeschnittenen Schichtwellen ruht.

Nun könnte man leicht meinen, mit dieser Thatsache als Ausgangsbasis eine Art Ebene vor sich zu haben, ein vollständig ebenes Degradations-Niveau. Und doch ist dem nicht so; denn die Wellen steigen und fallen nicht nur in der Richtung quer gegen die Wellenlinie, sondern auch in der Richtung dieser selbst. Wenn man die Wellen quer über Kamm und Thal in nordsüdlicher Richtung überschreitet, so bemerkt man auch Einsenkungen in der Richtung von West nach Ost (Fig. 2). Wenn das abgelagerte System auf einmal in zwei entgegengesetzten Richtungen gefaltet und zusammengepresst wurde, so kommt eine solche Vertheilung heraus.

Fig. 2.



Profile und Karten zeigen diese Ausbreitung der Etagen. Und wenn man genöthigt ist, diese Verhältnisse als gegeben zu setzen, so

1) Siehe „Geologie des südlichen und mittleren Norwegen“, S. 87, 89, 248.

ist damit zugleich eine Anzahl an dasselbe angelehnter Depressionen gegeben. Es sind Ursachen für eine Vertiefung in der Richtung von Westen nach Osten zwischen den Wellen, aber auch in der Richtung von Norden nach Süden quer gegen die Wellen vorhanden. In der „Geologie des südlichen und mittleren Norwegen“ habe ich dargethan, dass das Ufer des Mjösen¹ bei Ringsaker die untersilurische Etage 3, leicht zu erkennen an den grossen Orthoceratiten und der Asaphus-Region, mit landeinwärts immer steigender Axenlinie, und die unten erwähnten ausgewählten Stellen am Randsfjord sowie am Mjösen auf Helgö eine gleiche schräge Stellung zeigen.

Wenn man diese beiden Arten von Bildern kombiniert und sich das in Falten zusammengepresste Stück (Fig. 2) an die Stelle von A (Fig. 1) setzt mit dem horizontalen oder sich neigenden Rahmen B von Grundgebirge, so hat man wiederum einen Theil des Randsfjords, einen Theil von Toten am Ena-Elv, einen Theil des Christianiafjordes am Rande des Egeberges sowohl wie am Rande der Näsodde und längs des Askerstrandes gegeben.

1. Der Ekern-See.

Auf dem Wege von Christiania nach Kongsberg sieht man zwischen der Station Hougsund (Kirchspiel Eker) und der Bergstadt eine Aussicht sich gegen den Ekern-See (östlich von Kongsberg) und dessen nördliche Abtheilung, das Fiskum-Wasser, eröffnen. Längs der Eisenbahnlinie hat der Reisende dort zur Rechten die geneigte Ebene des Grundgebirges, zur Linken die Siluretagen mehr wie eine Mauer, und in dem Durchblick zum Ekern einen Durchschnitt durch hohe Granitfelsen.

Da ich auf Grund der Lage der grossen Spaltenlinien und ihres Streichens durch das Land (vgl. „Ein Stück Geographie in Norwegen“ a. a. O.) vermuthete, dass auch der Ekern-See ebenso wie bekanntlich der Mjösen²

1) Auf Wunsch des Herrn Verfassers ist bei der Uebersetzung die Endung — en, welche mindestens häufig blos den bestimmten Artikel bedeutet, in der bei uns geläufigen Weise bei den norwegischen Fluss- und Seenamen unberührt herübergenommen worden.

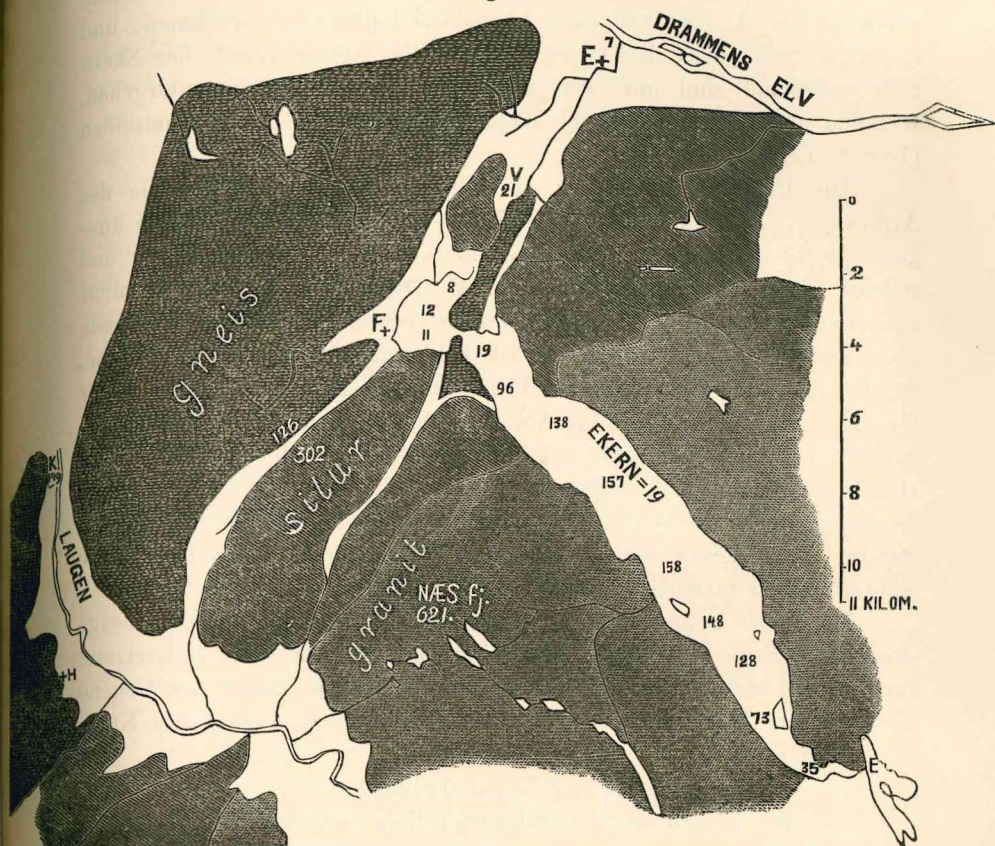
Ann. d. Uebers.

2) Tiefe des Mjösen-Sees (Höhe des Wasserspiegels über dem Meere 124 m.)

	Faden.	Fuss.	
gerade gegenüber Onset (Kirchspiel Birid)	20½		Heyerdahl.
bei Heggenhougen	94		
westlich von Helgö	213	1278	
	216	1296	Kapt. Berg.
gegenüber Skreia am Skomager-Bäk	240	1440	
zwischen Jonsrud und Nötttestadtangen		1188	Dr. O. J. Broch, Statist. Årbog for Kongeriget Norge.
zwischen Fjestu und Rötli		1440	
nördlich von Minde		654	

und wie der Holsfjord¹ grosse, unter das Niveau des Meeresspiegels hinuntergehende Tiefen enthält, so wandte ich mich im Herbst 1877

Fig. 3.



Der Ekern-See.

Das hellere, schwarzpunktirte Gebiet bedeutet Granit, das schwargestrichelte die Siluretagen, das mit weisspunktirten Linien auf schwarzem Grunde das Grundgebirge (Gneis). Die Füllung des Thalgrundes durch Thon und Sand ist durch Weisslassen der betreffenden Stellen bezeichnet. Die Höhen über dem Meeresspiegel (in Metern) sind theils durch weisse, theils durch schwarze Zahlen; die Tiefen des Ekern (ebenfalls in Metern) durch schwarze Zahlen angegeben; diese bedeuten also Masse unter dem Niveau des Ekern, welcher selbst ungefähr 19 m über dem Meeresspiegel liegt. Alle Tiefenangaben verdanke ich Herrn Joh. Schwartz. K = Kongsberg, H = Hedenstad, F = Fiskum, V = Vestfossen, E+ = Eker, E = Eidsfos.

- 1) Tiefe des Holsfjord (südöstl. Arm des Tyriffjords) Fuss } mitgetheilt.
 (Höhe des Wasserspiegels über dem Meere 200')
 gegenüber Humledal 886 }

an Herrn Joh. Schwartz, den Eigenthümer des Eidsfoswerkes mit der Frage nach möglicherweise vorhandenen Tiefenmessungen. Herr Schwarz liess infolge dessen von der Dampfschaluppe auf dem Ekern aus durch deren Führer A. Ruud in einer Längslinie Lothungen vornehmen, und es zeigte sich, dass die Tiefen fast in der ganzen Länge des Ekern sehr bedeutend sind und weit unter das Meeresniveau hinuntergehen, während der Wasserspiegel des Ekern-Seees nur wenig über demselben (18,8 ^m) liegt.

Die Richtung des Ekern ist wie die des Skiansfjords, die des Armes des Christianiafjords bei Holmestrand und so viele andere ausgeprägte Richtungen in dieser Gegend eine nordwest-südöstliche und scheint direkt zum Meere hinzuführen. Doch liegt der Ausfluss nicht auf dieser Seite, sondern biegt in einem rechten Winkel am Nordende ab. Der Ekern liegt isolirt, es ist keine grosse ausgeprägte Furche, welche irgendwie den grossen Tiefen entspräche, vorhanden, weder für den Zufluss, noch für den Abfluss. Am Nordende fällt das Grundgebirge zu demselben ab, am Südende finden sich als Fortsetzung allerdings einige Vertiefungen und kleine Thäler, aber dann kommen die Bergplateaus der Gegend von Holmestrand, ohne dominirende Höhen, welche einen seiner Zeit reichlichen Wasserzufluss von dieser Seite wahrscheinlich machen könnten.

Die breite Depression des Drammensthales scheint sich bei Houg-sund zu theilen, und man könnte sich eben so gut seine Fortsetzung zum Ekern hin denken. Ueberhaupt sind in dem Relief der Gegend hier mehrere Hauptrichtungen verzeichnet; es sind dies in der Kürze die folgenden:

1. die Thalsenkung der Eisenbahnlinie,
2. der Einschnitt der Dislokationslinie von Hvamsal,
3. der Höhenzug der Granitgrenze,
4. das Laugen-Thal,
5. das Drammener Thal,
6. der Ekern-See.

1. In dieser Depression führt also die Bahnlinie nach Kongsberg hinauf. Das Grundgebirge liegt in Gestalt einer schiefen Ebene zur Rechten, während die Siluretagen in Mauern mit Treppenabsätzen zur Linken emporsteigen. Man steigt von der Kirche von Fiskum längs eines kleinen Baches, bei der Station Krekling (126 m), der jetzt so bekannten reichen Lokalität (vgl. W. C. Brögger, Om Paradoxidesskifrene ved Krekling, *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne* XXIV, 1, Christiania 1878) vorbei und gelangt unversehens auf den höchsten Punkt; darauf rinnt ein Wasserlauf nach der entgegengesetzten Seite.

Es ist dies im kleinen ein Beispiel für das, was grosse Wasserläufe und Thaleinschnitte in Norwegen häufig genug zeigen, dass man nämlich die Wasserscheide mitten im Thale überschreitet.

2. In diesem Einschnitt sind Verwerfungen vorhanden und ist der Zusammenhang in der Etagenfolge auf beiden Seiten der Linie aufgehoben. Man steigt vom Grundgebirge durch die Primordial-Etagen 1 und 2 zu den untersilurischen 3 und 4¹ empor und tritt auf der andern Seite der Bruchlinie wiederum entweder auf das Grundgebirge oder auf eine der tieferen Stufen hinüber, um dann wieder durch dieselbe Folge emporzusteigen (siehe O. A. Corneliussen, Dislokationslinien ved Skrim, *Nyt. Mag. f. Naturvid.*, Band XXV). Auch hier nagt ein kleiner Bach auf der Seite des Ekern, wie auf der von Hvamsal, so dass man, wenn man will, als Ursache des Vorhandenseins des Einschnittes diesen armseligen Bach betrachten kann; doch würde dies bei vielen mit praktischem Sinn begabten Reisenden keinen Widerhall finden.

3. Längs der Granitgrenze findet sich, ehe der Granit sich erhebt, eine schwache Depression. Auf der Ekern-Seite liegt hier die jetzt so bekannte Lokalität Gunildrud, wo man die bei den einzelnen Etagen und den einzelnen Schichten vorkommenden besonderen Umwandlungszustände studiren kann (Vortrag von W. C. Brögger auf der Naturforscherversammlung zu Stockholm 1880. A. Penck, *Nyt Mag. f. Naturvid.*, Band XXV).

4. Der Lauf des Laugen geht bei der Bergstadt (Kongsberg 148,7 m) in einer Mulde des Gneises, biegt dann unter einen Winkel ab u. s. w.

5. Die Richtung des Ekern, welche trotz der grossen Tiefe auf keinen Flusslauf hinweist.

6. Der Lauf des Drammenselv, welcher von seiner südlichen Richtung auf der Gneisgrenze bis Hougsund (Kirche von Eker 7,5 m), wo er gleichsam seinen Weg zum Ekern nehmen zu sollen scheint, ablenkt und sich ostwärts quer durch den Granit hindurchzwängt.

Die Grundanlage dieser Richtungen und Depressionen scheint also deutlich ausgeprägt vor Augen zu liegen, es sind die Formationsgrenzen selbst, die Siluretagen über dem Grundgebirge lagernd, jene flach wie ein Buch, Blatt für Blatt, Schicht für Schicht, Etage für Etage, über dem andern, dieses schräg wie eine Einfassung, eine Grundlage und ein Rahmen (1 und 5).

Oder es ist eine Verwerfung, wo jeder Zusammenhang aufgehoben ist (2).

Oder es ist die Granitgrenze selbst (3).

1) Siehe *Geologie d. südl. und mittl. Norwegen*, S. 57, 55.

Oder es ist im Laugen-Thal eine Synklinale, eine Mulde, welche im Bau selbst angelegt ist (4).

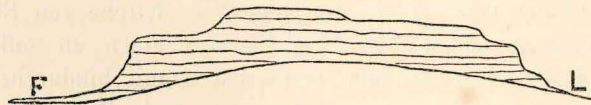
Oder es ist im Ekernsee ein Stück isolirt gelegener Abgrund, welcher plötzlich, ohne entsprechenden Flusslauf, endigt (6).

Aber bei genauerer Betrachtung kommen noch verschiedene Merkmale hinzu, welche wohl als Zeugnisse bezüglich der Entstehungsweise der Depressionen verstanden werden könnten.

Wenn wir das Thal der Eisenbahnlinie nehmen und auf das Granitfeld im Süden hinsehen, so hat das Granitfeld seine kulminirende Höhe, und in einigermaßen derselben Richtung kulminirt diese kleine Depression.

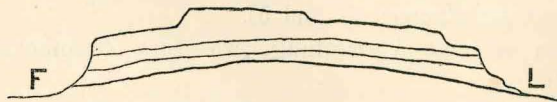
Weiter, insofern man bezüglich dieser thalähnlichen Senkung fragt, was hier im Bau oder im Untergrund fehlt, wenn man von der Wasserscheide entweder gegen Fiskum hin oder gegen die Bergstadt am Laugen heruntersteigt, so ist augenfällig, dass die Etagen schön ausgeprägt vorliegen: zuerst die schwarzen Thonschiefer in Etage 1 und Etage 2, dann der hübsche Orthocerenkalk in Etage 3, u. s. w. Nimmt man den Orthocerenkalk zur Richtschnur, so kann man auf diesem am Fusse der Mauer der Siluretagen entlang gehen, von der Wasserscheide aus also nach beiden Seiten hinunter. Die Thalsenkung folgt demnach den gegebenen Lagerungsverhältnissen (siehe Fig. 5, auf welcher, wie in Fig. 4 F Fiskum, L den Laugen bedeutet), anstatt zu beiden Seiten in stets tiefere Schichten hinunterzuführen (siehe Fig. 4). Bei Entstehung des Thales ist nichts weggeführt, oder mit anderen Worten, es ist nicht durch Erosion entstanden, sondern die Thalsenkung ist ein Ornament, eine Linie von der Hand des Baumeisters.

Fig. 4.



Längsdurchschnitt des Thales, wie er sich vom Kulminationspunkt nach beiden Seiten hinunter der Schichtenlagerung gegenüber verhalten würde, wenn dasselbe thatsächlich durch Erosion entstanden wäre.

Fig. 5.



Längsdurchschnitt der Thalsenkung der Eisenbahnlinie (siehe oben S. 6 No. 1), wie dieselbe sich in Wirklichkeit zur Schichtenstellung verhält.

Wenn man eine solche Gegend, wie die hier vorliegende, nämlich die Umgebungen des Ekern, auf Zeichner- oder Künstlermanier, d. h. in einigen charakteristischen und treffenden Zügen darstellen sollte, so glaube ich, dass ein Bild mit Windungen und Schnörkeln sowohl für die Flussläufe als für die Bergkuppeln u. s. w. die Wahrheit weniger treffen würde, als ein solches mit einigen wenigen gekritzelten rechtwinklig zu einander stehenden Linien.

2. Der Engpass von Stören im Guldal.

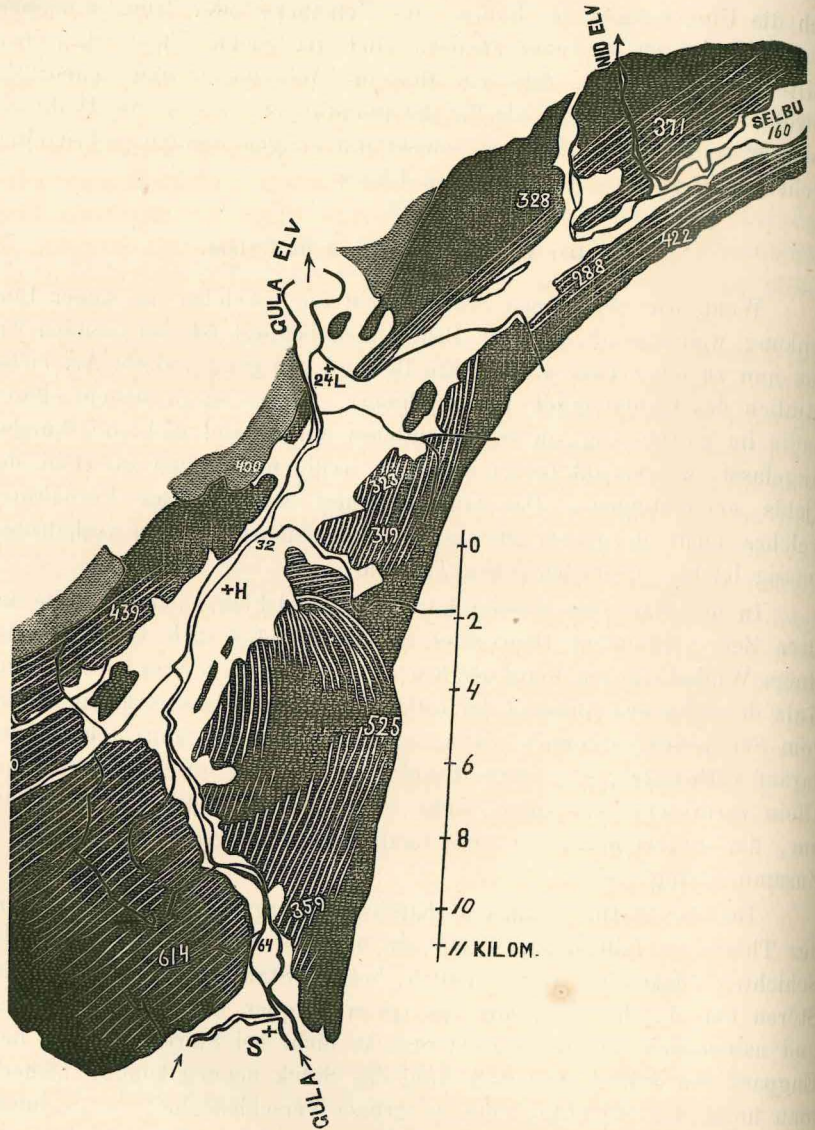
Wenn wir oben einen See betrachteten, welcher in seiner Einsenkung wahrscheinlich durch Bruchlinien bedingt ist, so wenden wir uns nun zu einer Thal-Enge. Ein Beispiel von ganz anderer Art bietet nämlich das Guldal (südl. v. Trondhjem). Dieses ist in seinem oberen Laufe im ganzen eng, in seinem unteren ausgeweitet und von Wänden eingefasst, welche auf beiden Seiten in wenigen Absätzen zur Höhe des Fjelds emporsteigen. Das Guldal gehört durch dieses Verhältniss, welches nicht in grosse Dimensionen hinausführt, zu den verhältnissmässig leichter überschaulichen Thälern.

In der Nähe der Station Ler (Kirchspiel Flaa) sieht man die aus alter Zeit vorhandene Depression im Gebirgsrelief sich theilen (unter einem Winkel wie ein V auf der Karte); der westliche Arm wird von der Gula durchflossen, während der östliche, jetzt mit Sandterrassen gefüllt, vom Sälbu-See herkommt. Die Linien kreuzen sich ganz scharf, und darauf vorbereitet, dass diese Thaldepression nicht durch den Flusslauf allein verursacht sein kann, sieht man sich nach der Felseinfassung um, um zu erfahren, ob diese Läufe mit dem geologischen Bau in Zusammenhang stehn.

Bei der Station Lundemo (Kirchspiel Horg) verhält sich die Rinne des Thales als Längsthal, indem sie also der Streichungsrichtung der Schichten folgt; aber weiter südlich, bei der Station Hovind vorbei nach Stören hin, bricht die Rinne als Querthal quer durch die Schichten, und namentlich auf der ganzen Strecke dicht bei Stören oder in dem Engpass von Stören, wie man wohl das Stück nennen könnte, bemerkt man unter den Schichten eine so grosse Verschiedenheit — es finden sich Konglomerate, Breccien- oder Knotenschichten, Grünschiefer, grüner Thonsandstein, Blauquarz — dass man mit Leichtigkeit einige als Leitschnur auswählen kann.

Vielleicht wirft man da die Frage auf: War bereits der Arbeit des Flusses eine Richtung angewiesen, und passen auch diese anscheinend schnurgerade streichenden Schichten zusammen?

Fig. 6.



Der Engpass von Stören im Guldal.

Der schwarze Grund bedeutet die verschiedenen Thonsteine, Thonsandsteine, Schiefer, Konglomerate u. s. w. des Trondhjemer Systemes, der körnige zur Linken Grünstein und Saussurit-Gabbro, der weisse aber die Thon- und Sandbedeckung der Thalsohle. Die Zahlen geben Höhen über dem Meere in Metern an. Die weissen Striche stellen die Streichungsrichtung der fast lothrecht stehenden Schichten dar. L = Ler, H = Horg, S = Stören. Massstab 1 norweg. Meile = 11 Kilometer.

Verfolgt man demnach die Schichten von den Hochflächen oben auf beiden Seiten bis herunter zur Gula-Enge, welche das Profil eröffnet und bloslegt, so kommt man bald darüber ins Klare, dass hier irgendwo eine Bruchlinie vorhanden sein muss, denn darauf weisen die Lagerungsverhältnisse unzweideutig hin.

Der Wanderer hat, wenn er in dem Engpass nordwestlich von Stören abwärts geht, die Chaussee zur Rechten und die Eisenbahnlinie zur Linken, und dazwischen ist gerade Platz für den Gula-Fluss. Jeder wird dort mit Leichtigkeit längs der Chaussee das Streichen der steil stehenden Schichten mit N. 30° O., dagegen an der Eisenbahnlinie entlang mit N. 40° O. bis N. 50° O. notiren. Schnurgerade setzen diese Streichungen, jede auf ihrer Seite, fort, und da, wo sie sich unter einem stumpfen Winkel treffen — also in der Bruchlinie — da befindet sich der gegenwärtige Lauf der Gula.

Das ganze System lothrechter Schichten scheint so regelmässig, dass man ganz die Bruchlinie übersehen kann; macht man aber, den in den alten Methoden so beliebten Kompass in der Hand, die Probe, so hat man die Linie da, wo der Zusammenhang abbricht, also gerade in der Rinne der Gula liegend; es ist der jetzige Engpass.

Wollte man dieses Verhältniss in einem Modell darstellen, so könnte man dazu ein Packet steifer Kartenblätter brauchen, diese auf die scharfe Kante stellen und sie nun mit einer horizontalen Bewegung quer zerreißen. Die Richtung der Thalrinne würde dann in der Linie dargestellt sein, wo alle Blätter brachen.

Die Kartenskizze (Fig. 6) bezeichnet die Schichtensysteme¹ in den nächsten Wänden des Gula-Thals durch dunkeln, die Thalläufe durch weissen, die Grünstein- und Gabbrokette durch körnigen Grund. Die Striche auf dem dunkeln Grunde sind die erwähnten Streichungsrichtungen der Schichten (oder die einzelnen auf der hohen Kante stehenden Kartenblätter in dem obenerwähnten einfachsten Modell).

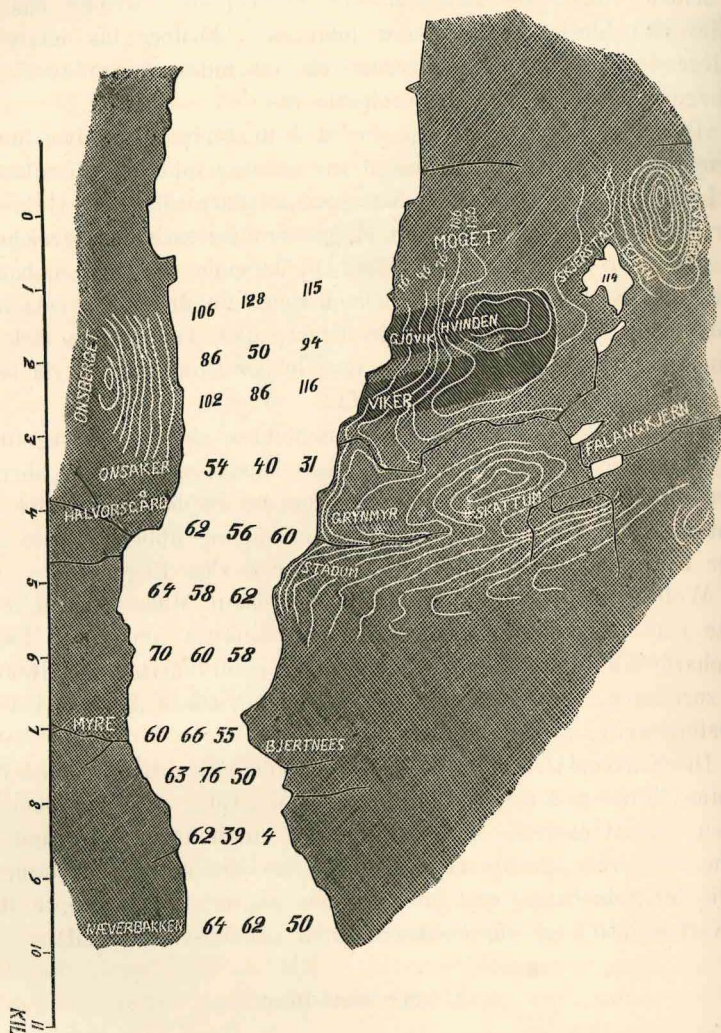
3. Der Randsfjord.

Wir wenden uns nun wiederum zu den Seen, indem wir uns erinnern, dass schon oben die Lage eines Sees ausserhalb der Richtung der grossen Flussläufe und trotzdem mit grossen Tiefen betrachtet worden ist.

Zwar liegen von den Seen der Fjeldlande zahlreiche Tiefenmessungen vor, welche in der Absicht angestellt wurden, deren Entstehung darzuthun; und jeder neue Beitrag darf ja auch an und für sich will-

1) Siehe Geologie des südl. und mittl. Norwegen, S. 215.

Fig. 7.



Der Randsfjord zwischen dem Onsberg und Sölvberg.

Die Westseite besteht aus Grundgebirge, die östliche wird durch die Silur-
 etagen gebildet. Gesondert ist durch dunkeln Grund die grosse muldenförmige
 Kalketage bei Gjøvik, Hvinden und Viker bezeichnet. Die weissen Zahlen geben
 sammt den Kurven die Höhe über dem Spiegel des Randsfjords in Metern an. Die
 Kurven sind nach den Karten der königl. geographischen Landesaufnahme einge-
 tragen. Die schwarzen Zahlen bezeichnen die Tiefe unter dem Niveau des Rands-
 fjords in Metern. Sämmtliche Tiefenmessungen sind durch Herrn O. Åbel besorgt.
 Der Randsfjord liegt 134^m über dem Meeresspiegel.

kommen geheissen werden. Doch scheint mir, dass die Messungen nicht alle gleichen Werth haben.

Nicht überall kann man das Senkblei mit der gleichen Aussicht auf eine bestimmte Antwort über die räumlichen Verhältnisse der Höhlung hinablassen. Einige Seen zeigen sich an ihrem oberen Ende beinahe ausgefüllt durch das von den Flüssen herabgeführte Material. So ist es ja z. B. augenfällig beim Öiern-See; erst weiter draussen hat der Öiern grössere Tiefen, am Nordende ist er im Begriff ausgefüllt zu werden. Das obere Ende des Randsfjords und des Mjösen sind in derselben Lage. Und (siehe L. Meinich, Reise i Trysil, Nyt Mag. f. Nat. Bd. XXVI) wenn man von der Höhe bei klarem und stillem Wetter in den Spiegel des Sees Senjen herunter sieht, so kann man beobachten, wie dieser in seiner oberen Hälfte mit seichteren Tiefen hervorleuchtet. Dasselbe ist bei den Fjorden der Fall. Oben von der Felseinfassung bei Lårdalsören kann man sehen, wie die Ör sich dort im innersten Theil des Fjordes unter dem Wasserspiegel abzeichnet.

Und das Otta-Vand ist in seiner ganzen Länge beinahe ausgefüllt u. s. w.

Um daher das wahre Bodenrelief des Felsgrundes zu erhalten, muss man wohl am besten von den oberen und innersten Enden, wo das zufließende Wasser während so langer Zeiten Sand und Schlamm abgelagert hat, ganz absehen. Aber auch die Gegend anderer Zuflüsse wie z. B. aus Seitenthälern u. dergl. muss aus diesem Grunde vermieden werden, denn auch an solchen Stellen dürften die Messungen wohl einen flachen Grund ergeben. Bessere Gelegenheit, eine Antwort zu erhalten, dürfte sich dagegen an einigen Stellen des mittleren Theiles der Seen, wo sonst störende Umstände nicht vorhanden sind, darbieten.

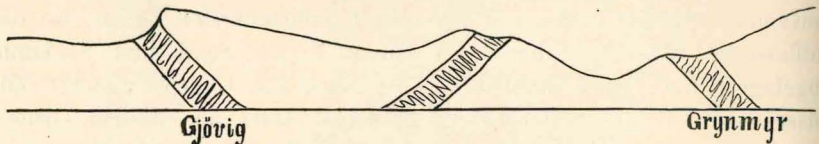
Da ich der Auffassung gemäss, welche die Betrachtung der Reliefverhältnisse mehr und mehr zu bestätigen scheint, es wagte, die Möglichkeit ins Auge zu fassen, dass das Relief der Ufer gelegentlich auch auf dem Grunde selbst sein Abbild haben könnte, und als ich in diesem Sinne mich nach Beispielen zur Untersuchung um sah, bot sich der Randsfjord dar.

Der Randsfjord — dieser See, welcher bei seiner auffallend rinnenförmigen und überdies winkelligen Längenerstreckung den Namen eines Fjordes trägt — liegt durch den grössten Theil seiner Einfassung hin in so zu sagen harten Bergarten, im Gneis des Grundgebirges. Gegen das südliche Drittel seiner Länge hin sieht man am Randsfjord die verhältnissmässig weicheren silurischen Schichtenreihen, welche über die stark bebaute Landschaft Hadelands hin streichen. Ohne irgend welche auffallende Verbreiterung vermöge dieses leichter destruirbaren

Grundes bleibt der Randsfjord in seiner Richtung, die silurischen Schichten-Wellen Hadelands¹ auf der Ostseite behaltend.

Unter den vielen quer gegen die Fjordrichtung laufenden Höhenzügen, welche alle in der Faltung begründet sind und aus dem Thonschiefer und den Kalksteinen der Etagen in schönen schweren Wellen bestehen, bald sich in Rücken erhebend, bald sich zu Thälern senkend, zeichnet sich besonders an einer Stelle zwischen den Höfen Gjøvik und Viker der Pentameruskalk aus. Mit fast wunderbarer Regelmässigkeit² sieht man südwärts von Gjøvik die Etage 6 mit Pentameruskalk und Korallenkalk bald mit südlicher, bald mit nördlicher Einfallrichtung steigen und sinken, und von dem Strande bei Gjøvik bis zur Höhe bei Skjerstadkjern bildet ein augenfälliger Schichtenbau eine hübsche abgeschlossene Mulde, auf deren Rand man oben rund herum wandern kann, während sie unten ins Wasser eintaucht. Man könnte sie mit einem grossen Boot vergleichen, von dem eine Hälfte in geneigter Stellung quer gegen den Strand liegt; und, wie es scheint, liegt die Spitze mit der fehlenden anderen Hälfte unter dem Wasser.

Fig. 8.



Randsfjord, Ostseite. Ein Stück Contur bei Gjøvik.

Die grosse Kalketage streicht gerade gegen die Richtung des Fjordes, indem sie bei Gjøvik, wie aus der Zeichnung zu ersehen, eine Mulde bildet.

Diese Stelle schien demnach für Tiefenmessungen in dem angegebenen Sinne besonders geeignet. Durch Vermittelung des Herrn Corneliusen, an den ich mich im Winter 1879 zu diesem Zwecke wandte, wurde der in der Nähe wohnhafte Herr Propst O. Åbel dazu bewogen, hier eine Reihe von Lothungen in bestimmten Abständen quer über den Fjord hin ausführen zu lassen. Die Punkte wurden auf einer Karte vermerkt und die Frage dahin gestellt: durch eine Reihe entsprechend gewählter Tiefenmessungen zu untersuchen, ob und inwieweit

1) Der Original-Ausgabe des oben citirten Werkes unter dem Titel „Udsigt over det sydlige Norges Geologi“ ist die geologische Karte, auf Leinwand aufgezogen, beigegeben. Alle die hier erwähnten Situationen mit Thalrinnen u. s. w. lassen sich daselbst mit genügender Deutlichkeit finden.

2) Vgl. das Profil von Hadeland in der „Geologie des südlichen und mittleren Norwegens“, S. 87.

der Bergkamm, welcher sich von Skjærstadjkjern nach Westen erstreckt, auch unter dem Wasserspiegel zu spüren ist.

Diese Lothungen ergaben das gleichsam unerwartete Resultat, dass hier gegenüber dem Halb-Circus am Strande sich auf dem Grunde des Sees wirklich eine Erhöhung vorfand, wie ein kleiner Berg mit einer Abdachung nach allen Seiten von der Tiefe von 50 m bis zu dem doppelten Betrage und darüber.

Herr O. Åbel liess diese Lothungen im Winter auf dem Eise durch einen zuverlässigen Mann vornehmen, sie wurden später auch weiter südlich fortgesetzt. Um Tiefenkurven auszuziehen sind die Messungen indess nicht zahlreich genug, und weiter südlich wird alles, wie es scheint, eine Fläche. Die Tiefen in diesem Theil des Randsfjords sind überhaupt nicht gross. Die tiefe Rinne liegt nahe an der westlichen, steileren und höheren Seite.

Da Hadeland neben seinen schönen Etagenwellen mit quer verlaufenden Höhenzügen und Thälern auch isolirte Kuppen von eruptiven Gebirgsarten, am weitesten nördlich den Brandberg, ferner den bekannten Aussichtspunkt Sölvberg gleich hinter Skjærstadjkjern, und weiter südlich den Buhammer, aufweist, so sollte man meinen, dass jene Erhöhung des Seegrundes gegenüber Gjövik nicht gerade nothwendig als ein Theil jener Halbcircusstellung angesehen zu werden brauche, sondern eine kleine Kuppe des härteren Gebirges, wie z. B. Gabbro gleich den genannten, sein könnte.

Es entstand also die Frage, ob vielleicht in den Seerinnen gerade das härtere Gestein übrig bleibt und das weichere sich als abgenagt und fortgeführt erweist.

4. Der Mjösen.

Man könnte sich dies um so eher denken, als man stets sich darauf berufen und wiederholen hört, dass die Erosion auf Fortschaffung des verhältnissmässig weicheren Gesteins und da, wo solches sich findet, auf beckenartige Ausweitung hinwirke u. s. w.

Aber eine Betrachtung von mancherlei Reliefverhältnissen bei den Seen, und um eine leicht zugängliche Stelle herauszugreifen, an der Rinne des Mjösen, führt zu einer ganz anderen Anschauung.

Der Mjösen schneidet sich fjordähnlich lang und schmal in gewissen Hauptrichtungen ein; seine Ränder enthalten sowohl hartes als weiches Gestein: Sparagmit, Konglomerat, Sandstein, Kalkstein, Thonschiefer und Siluretagen, Granit, Gneis. Inseln und Holme mitten im Fjorde sprechen überhaupt gegen eine vollständige Aushobelung des

Fjordes durch Erosions- oder Aushöhlungs-Kräfte. Denn warum blieben jene verschont? Die Antwort lautet wie bekannt von Seiten der englischen Neu-Glacialisten, welche dem Eise die Schuld geben, etwas elastisch: bald war es die härtere Bergart, welche geschont wurde; bald war es die weichere Bergart, welche ebenfalls geschont wurde; ja vorkommenden Falles wird auch die Schuld darauf geschoben, dass sich eben verschiedene Bergarten begegneten u. s. w.

Es finden sich an Holmen und Scheeren in der Rinne des Mjösen folgende erhalten:

Der Tyveholm beim Moelv, bestehend aus Quarzit,
Borgen bei Ringsaker, bestehend aus Kalkstein,
ein Holm dem vorigen gerade gegenüber, bei Skulhus, bestehend
aus Kalkstein und Schiefer;

und weiter in der Linie Gjøvik-Hamar finden sich:

Sandvoldsskjær, in der Hauptrinne des Mjösen, östlich von der
Mittellinie, zwischen Kongsrud und Ballishoel,
Hammerskjær gerade dem Eingang des Hammerfjords oder Furu-
fjords gegenüber, mitten im Fjord,
endlich Katteskjær mitten vor dem Eingang des Korsegaardvig,
und Holme direkt südlich unter der Skrei-Seite, sowie der
Ekornholm.

Hier ist in diesen Holmen allerhand Gestein übrig gelassen, bald hartes wie Quarzit, bald weiches wie Kalkstein u. s. w.

Auch in Landspitzen, welche quer in den See hineinragen, ist noch verhältnissmässig weiches Gestein unten am Strande erhalten geblieben, wie z. B. zwischen Birid und Ringsaker. Der ausserordentlich alte Birider Kalkstein tief unten in der Schichtenreihe des Sparagmitgebirges bildet auf der Seite von Birid eine vortretende Landzunge und auch auf der Seite von Ringsaker einen Vorsprung. Hier liegen einander gegenüber die Krämmerspitze (Kraemmerodden) und die Ve-

Fig. 9.



spitze (Veaodden) (siehe Fig. 9)¹, unberührtes weiches Gestein mitten gegen die Rinne des Mjösen hin und mitten drin zwischen den härteren Quarzit-, Konglomerat- und Sparagmitgesteinen.

Die oben erwähnte Reihe von Holmen und Scheeren beginnt südlich von dieser Stelle, welche in so hohem Grade für sich selbst spricht.

Ich richtete daher dieselben Fragen an gewisse Stellen in der Rinne des Mjösen, in dem mittleren Theil und wo sich keine Andeutung grosser stattgefunderer Zufüsse findet, welche das ursprüngliche Relief des Seegrundes ausgefüllt und geebnet haben könnten.

Hier kommt nun eine Betrachtung hinzu, welche sich auf gewisse deutliche Kennzeichen im Relief des festen Landes stützt; ich will dieselbe kurz entwickeln.

Wenn mitten unter den grossen Etagenwellen, welche sich in Höhen und Depressionen erheben und senken, eine bestimmte leicht wiedererkennliche Etage, wie z. B. die oberste Kalksteinetage (Etage 6 und aufwärts) mit Pentamerus und Korallen, besonders deutlich hervortritt, so wird man bei der Kartirungs-Wanderung nothwendig dazu gelangen, dieses Verhältniss eines gewissen gegebenen Baues daraufhin zu betrachten, ob es unter der Wasserfläche fortsetzt, oder ob es abschneidet, sobald es mit der Wasserfläche in Berührung kommt.

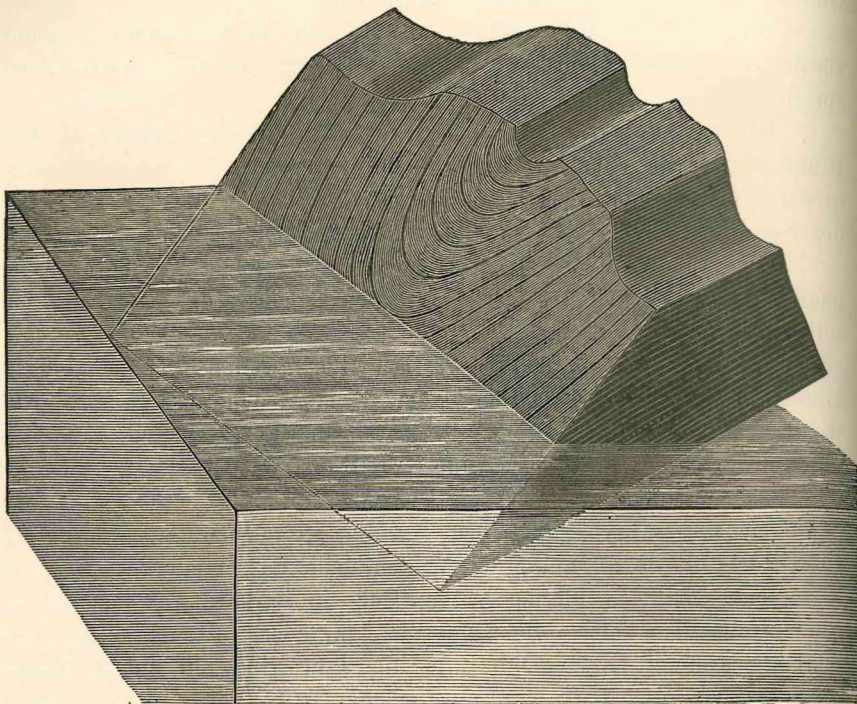
Stellt man sich ein Stück des Strandess mit muldenförmiger Schichtenstellung — ungefähr wie die Jahresringe in einem Baumstück — vor und legt man eine solche Platte vor sich in schräge Stellung, gegen den Wasserspiegel geneigt, also mit geneigter Axenlinie (Fig. 10), so ist es fürs erste einleuchtend, dass hierbei, mit diesem Bau, die Anlage zu einer Depression gegeben ist, denn die schräge Platte bringt selbst eine Depressionslinie hervor, und sucht man nun den untersten muldenförmigen Rand einer bestimmten orientirenden Etage, so wird dieser, wie ich an anderer Stelle gezeigt habe, unten beim Wasserspiegel tiefer, im Lande dagegen höher hinauf liegen (so, wie schon S. 4 erwähnt, bei Ringsaker).

Aber das ist nicht alles, was man als Anhalt für die Beurtheilung der Entstehungsweise der Depression selbst vor Augen hat. Wenn die Rinne ganz von oben bis unten durch Aushöhlung, Abnagung und Fortführung entstanden wäre, so würden die muldenförmigen gebogenen Schichten, je nachdem sie auf der schrägen Fläche des Strandess sicht-

1) Die Lokalität ist beschrieben in Kjerulf, Om Skuringsmaerker, Glacialformationen, Terrasser og Strandlinier, samt om Grundfeldets og Sparagmitfeldets Maegtighed i Norge. II, Sparagmitfeldet, Christiania 1873 (Universitätsprogramm) S. 39 f.

bar werden, zusammenlaufen (Fig. 10) und in immer spitzeren Bogen abschliessen.

Fig. 10.



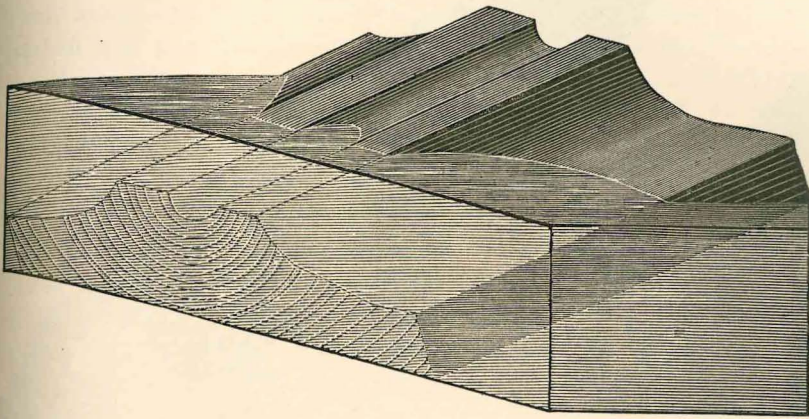
Modell I

zur Veranschaulichung eines Schichtenbaues in Muldenform. Es sei dies ein Stück der Einfassung eines Fjordes. Auf der schrägen Fläche sind Spitzbogenlinien sichtbar, und in die Tiefe ragt keiner von den Vorsprüngen der Oberfläche hinunter. Man sollte meinen, dass hier grosse Massen als bei der Entstehung des Wasserbeckens losgerissen und fortgeführt zu denken wären.

Ganz anders wird eine in gleiche Stellung gehaltene Platte mit muldenförmig gebauten Etagen sich zeigen, wenn diese Bauart auch unter dem Wasserspiegel fortsetzt (Fig. 11). Die Schichtenlinien werden dann nicht eine nach der andern in Spitzbogen abschliessen, sondern sich mehr gerade laufend auf der schiefen Ebene abzeichnen und unten am Ufer zu Spitzen und Landzungen hervortreten. Und die Kalketage (von deren Betrachtung wir ausgingen) wird sich in Gestalt zweier blauer Bänder darstellen, welche in jene Landzungen hinunter weisen.

Dieses letztere Arrangement findet sich sowohl in der Localität im Randsfjord, welche wir oben (S. 12 ff.) betrachteten, wie an Stellen im Mjösen, die wir nun aufsuchen wollen.

Fig. 11.



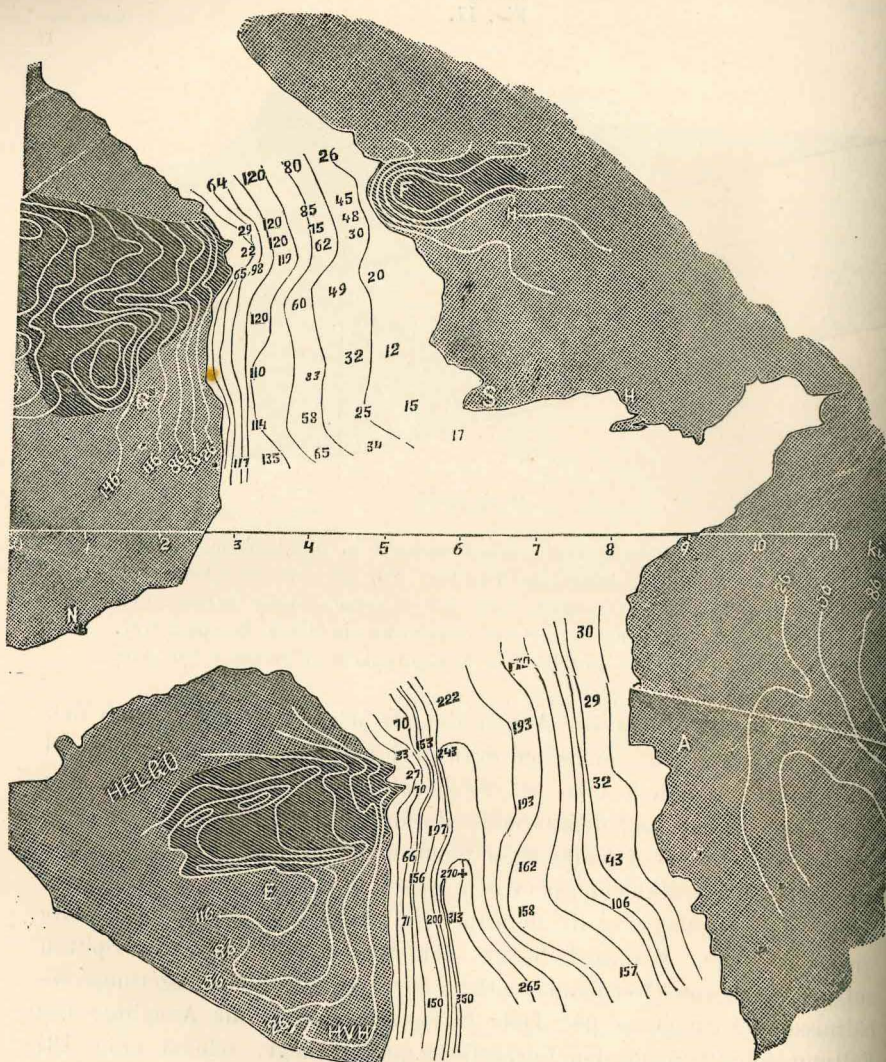
Modell II

zur Veranschaulichung eines Schichtenbaues in Muldenform. Es sei ein Stück der Einfassung eines Fjordes. Auf der schiefen Ebene oder der zum Fjord hin geneigten Seite treten gerade Linien hervor, und in der Tiefe setzt die Contur der Oberfläche ein Stück hinunter fort. Hier scheint nichts mittelst des Wasserbeckens abgetragen zu sein.

Mit diesem Bilde vor Augen richtete ich die Frage auch an den Mjösen und zwar an den beiden dazu geeigneten Stellen am Furnesfjord und bei Helgö. Auch hier ist die Localität von der Art, dass man keine Ursache hat, auf dem Grunde starke Ablagerungen zu vermuthen. Die mächtigen oberen Kalketagen tauchen auf der einen Seite nördlich von Grefsheim in Muldenform in den Mjösen hinunter; mit der hübschen Mulde des Furubergs tritt derselbe Kalkstein auf der andern Seite wieder zu Tage. Während die aus dem Wasser hervorragenden Spitzen auf der Seite von Grefsheim deutlich anzeigen, dass die Lagerungsverhältnisse sich auch in der Tiefe fortsetzen, indem die Axenlinie der Faltung schräg gegen den Furnesfjord geneigt liegt, scheint (Fig. 13) der Furuberg dagegen gerade abgeschnitten.

Sodann die Stelle bei Helgö (Fig 12). Hier reicht die Kalketage mit zwei hervortretenden Landzungen in den Wasserspiegel hinunter. Die Axenlinie liegt auch hier schräg. Die Kalketage hat eine Bootform (an der Oberfläche eine Hufeisenform) ganz wie am Randsfjord. Die über das Wasser emporragenden Spitzen deuten an, dass der Bau auch unter dem Wasser derselbe bleibt. Auf der andern Seite finden sich nicht alle diese Kalksteinetagen wieder.

Fig. 13.



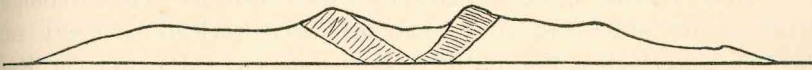
Der Mjøsen am Furuberg und bei Helgö.

Der nördlichste hier verzeichnete Arm des Mjøsen ist der Furnesfjord. Der schwarze Grund bezeichnet die Ausbreitung der grossen muldenförmigen Kalketage am Furuberg (F), bei Hoel (H), weiter bei Grefsheim (G), endlich auf Helgö nördlich von Eg (E). HVH = Hovindsholm. S = Storhammer. H = Stadt Hamar. A = Atlungstad. Die weissen Zahlen und Kurven geben Höhen über dem Niveau des Mjøsen in Metern an. Die Kurven sind nach den Karten der königl. geograph. Landesaufnahme eingezeichnet. Die schwarzen Zahlen bedeuten Tiefen unter dem Niveau des Mjøsen, ebenfalls in Metern. Sämtliche Tiefenmessungen sind durch die Herren K. Getz und J. Roll ausgeführt.

Das Relief der Landschaft ist auf der Ostseite überhaupt eben oder sanft abgedacht, jedoch mit einigen Unterbrechungen durch zum Theil wenig ausgeprägte, quer gegen den Rand des Mjösen streichende Rücken und mit dem stärker hervortretenden Rücken des Furuberges. Die Neigung der schrägen Fläche erhält ihren Ausdruck z. B. durch die Senkung in der Linie über Atlungstad, von 101 m durch 17 m zu O am Mjösen. Die quer laufenden Rücken werden unter anderem durch die vorspringenden Landzungen in Hamar und Storhammer ausgedrückt.

Auf der Westseite ist es anders, dort ist die Steigung im ganzen eine raschere, und nördlich von Grefsheim und mitten auf Helgö treten etwas kühnere Conturen auf, verursacht durch die soeben beschriebenen Kalkmulden. Die aus dem Wasser hervorragenden Spitzen deuten die Fortsetzung an, und in Uebereinstimmung mit der Contur des Landes sollte man ferner vermuthen, dass die Tiefe längs der Westseite am grössten wäre.

Fig. 12.



Helgö im Mjösen, Contur längs der Ostseite.

Die grosse Kalketage in Muldenform streicht mitten herüber.

Ich wandte mich im Winter 1879 an Herrn K. Getz in Hamar sowie an Herrn J. Roll mit denselben Fragen und demselben Ersuchen wie bezüglich der Stelle am Randsfjord. Eine Reihe von Punkten wurden so angewiesen, dass sie dazu dienen konnte zu zeigen, ob und in welchem Grade die Kalkketten auch auf dem Grunde zu spüren wären. Die Lothungen konnten im Winter nicht stattfinden, da die Eisverhältnisse ungünstig waren. Dagegen wurden sie im Frühjahr vorgenommen, indem Herr Roll zu diesem Zwecke eine Dampfschaluppe miethete.

An beiden Stellen (Fig. 13) zeigt sich auf der Westseite die Fortsetzung des Kalkrückens als eine Erhöhung auf dem Seegrunde ein Stück weit hinunter. Die tiefe Rinne, ausgedrückt durch die grösseren Tiefen an der nördlichen Stelle 120, 119, 110, 135 m, bei Helgö aber 222, 243, 197, 270 + (hier reichte die Messschnur nicht zu, der Grund war nicht erreicht), 313, 350 m, liegt ganz nahe unter der Westseite. Dagegen ist gleich unter dem Furuberg (auf der Ostseite) keine Erhöhung zu spüren. Die Kalketage ist hier auf dem Grunde wie verschwunden, ob durch Verwerfung oder durch Fortführung? Auf der Ostseite gegen-

über Helgö findet sich, wie erwähnt, keine Fortsetzung der Kalketage, weder in der Tiefe, noch auf dem Lande. Diese Mulde setzt nicht über den Mjös.

Die skizzirten Karten geben Höhen und Tiefen an, indem der Wasserspiegel des Mjösen als Ausgangsniveau = 0 gesetzt ist. Die Höhen auf dem Lande beginnen mit der Kurve von 26^m über dem Mjösen, während die Tiefen unter dem Wasserspiegel an den gemessenen Punkten beigeschrieben sind. Der Spiegel des Mjösen liegt nach Angabe der topographischen Aufnahme 124^m über dem Meere. Um die absoluten Höhen zu erhalten, müssen also die Zahlen der von 30 zu 30^m, gleichfalls nach den Angaben der topographischen Aufnahme, ausgezogenen Höhenkurven um diesen Betrag erhöht werden. Der Spiegel des Randsfjords liegt nach derselben Quelle 134^m über dem Meere, und die Höhenkurven beginnen dort mit 16^m über dem Spiegel des Sees. Die eingetragenen Tiefenkurven gelten vorläufig nur ganz versuchsweise. Die Lothungen müssten natürlich zahlreicher sein, um ein bestimmtes Bild zu gewähren.

Mein Freund Professor Dr. H. Mohn, dem ich die vorläufigen Resultate der oben erwähnten Untersuchungen vorlegte, äussert sich über die dargelegten Messungen folgendermassen: „Da, wo der Kalk auf der Westseite der Sunde hervortritt, weichen die Isobathen weiter nach Osten aus als an den anderen Stellen. An denselben Stellen liegt die tiefste Rinne auch weiter von der Küste entfernt; das heisst: auf der Westseite der tiefen Rinne ist unter dem Wasser eine Erhöhung in gleicher Flucht mit dem Kalk. Die Einbuchtungen und Vorsprünge der Küstenlinie sind unter dem Wasser mit den vorliegenden Lothungen nicht verfolgbar. Die tiefe Rinne liegt der Westseite der Sunde näher als der Ostseite. Sie ist unter dem Wasser am abschüssigsten auf der Westseite der Sunde.“

Die in die Kartenskizze Fig. 13 eingetragenen Tiefenkurven gelten also nur vorläufig. Es waren eben nur so viele Messungen vorhanden, dass eine Orientirung versucht werden konnte. Vorläufig zeigen sie aber Boden-Verhältnisse an etwa wie mit Modell II oben angedeutet ist.
