

(Separatabdruck aus der Zeitschr. f. d. ges. Naturwiss. Bd. LIII.
1880. Heft 6.)

Vom Uebersetzer überreicht.

(NB. Die zugehörige Tafel folgt bald nach.)

Terrassen und alte Strandlinien

mit Karte und Profilen.

Von

Karl Pettersen in Tromsö.¹⁾

Aus dem Norwegischen übersetzt von Dr. Richard Lehmann,
Oberlehrer an der Realschule I. O. in Halle a/S.

Im Laufe des letzten Sommers hat der Verfasser den genannten Bildungen näher nachgespürt und dabei namentlich durch Nivellement die Höhenverhältnisse derselben im Vergleich zu dem gegenwärtigen Meeresstande zu bestimmen

1) Diese neue Abhandlung meines verehrten Freundes erschien soeben in Tromsö Museums Aarshefter, III, Tromsö 1880. Sie ist bereits sein dritter Beitrag zur Behandlung dieses Themas; die früheren beiden wurden im Archiv for Mathematik og Naturvidenskab (Kristiania, Cammermeyer) Band III und IV (1878 und 1879) veröffentlicht. Ich hoffe in einem der nächsten Hefte auch meinerseits den Gegen-

gesucht. Es lag in dem vorgesetzten Plan, diese Untersuchungen über grössere zusammenhängende Gebiete auszudehnen, so namentlich über das ganze Amt Tromsö und West-Finmarken. Gerade in diesen Gegenden treten diese Bildungen auch nach mehreren Seiten hin am stärksten hervor. Zugleich sind das Landstrecken von so bedeutendem Umfang, dass man wohl von vornherein mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen kann, dass eine hier angestellte umfassendere Untersuchung nach dieser Richtung ganz wesentliche Beiträge zu einer vollständigeren Beleuchtung nicht nur der Erscheinung an sich, sondern auch verschiedener anderer damit in Zusammenhang stehender Fragen zu liefern im Stande sein muss. Ursprünglich war es auch beabsichtigt, den Abschluss dieser Untersuchungen abzuwarten, damit das Ergebniss derselben in einer Gesamt-Uebersicht dargelegt werden könnte. Es ist indess immerhin zweifelhaft, wieweit der Verfasser künftig Gelegenheit haben wird, die begonnenen Forschungen weiter fortzusetzen. Da diese nun andererseits ein keineswegs so ganz kleines mehr zusammenhängendes Gebiet umfassen, in welchem überdies jene Bildungen in reicherer Entwicklung als vielleicht irgendwo anders hervortreten, so habe ich doch geglaubt, schon jetzt die gemachten Beobachtungen vorlegen zu sollen.

Die Gegenden, über welche solche umfassendere Untersuchungen jetzt ausgedehnt sind, enthalten die Sunde und Fjorde der Umgegend von Tromsö in einer Länge von 7 norwegischen Meilen (79 Kilometer) von Norden nach Süden und einer ähnlichen Breite von West nach Ost. Die hier beigegebene Karte zeigt die verschiedenen Liniensysteme.

Ein Terrassensystem wird von einer oder mehreren auf einander folgenden Stufen gebildet. Jede Stufe besteht aus zwei mehr oder minder scharf ausgeprägten Haupttheilen, nämlich der mehr horizontal liegenden Fläche, der

stand einer neuen Erörterung zu unterziehen und dabei zugleich die einschlägigen Beobachtungen mitzutheilen, welche ich im September dieses Jahres an der Westküste des südlichen Norwegens zu machen Gelegenheit hatte.

Anm. des Uebersetzers.

sogenannten **Stufenfläche** (Trinflade), und der steilen abschliessenden Endfläche, der sogenannten **Stosslehne** (Stödtrin)²⁾. In der Beschreibung und auf der beifolgenden Profiltafel werden die Stufenflächen des Systems mit t_1, t_2, t_3 in der Reihe von unten nach oben, und in gleicher Weise die Stosslehnen mit s_1, s_2, s_3 u. s. w. bezeichnet werden. Der Punkt, wo die Stosslehne die darunterliegende Stufenfläche schneidet, wird der Fusspunkt der Stosslehne genannt. Die in anstehenden Fels eingeschnittenen Stufen werden in dieser Abhandlung mit dem Namen **Strandlinien**, die in losem Material dagegen als **Terrassen** bezeichnet werden.

Bevor ich auf eine nähere Darlegung der gemachten Beobachtungen eingehe, will ich zuerst ein paar Bemerkungen hinsichtlich der Höhenbestimmungen vorausschicken.

Diese sind durch Nivellement ausgeführt, und dazu wurde Wrede's Nivellirspiegel benutzt, welcher zuvor genau justirt worden war. Die Messungen sind von dem Cand. polyt. Jakob Pettersen ausgeführt. Das Nivellement ist durch Ablesung von einem Aneroid-Barometer weiter kontrollirt worden.

Was die eigentlichen Messungen anlangt, so wird den Fehlern, womit diese behaftet sein können, an sich kaum eine wesentliche Bedeutung beizulegen sein. Das Unterland, von dem aus die Linien emporsteigen, ist in der Regel ganz schmal, und so sind gewöhnlich nur verhältnissmässig wenige Visirungen nöthig. Dagegen dürften ein paar andere Umstände in dieser Hinsicht von grösserer Wichtigkeit sein.

Der eine betrifft die Bestimmung des unteren Ausgangspunktes. Die Wasserstandslinie des Meeres ist ja eine be-

2) Stödtrin heisst wörtlich: „Stossstufe“, ein Ausdruck, der wahrscheinlich von der Tischlerei hergenommen ist, wie denn auch unsere Tischler die vertikal stehenden Bretter der Treppen „Stossbretter“ (weil der Hinaufgehende mit den Füßen daran stösst) oder „Setzstufen“ nennen. Indem ich, bei der Uebersetzung einen Mittelweg einschlagend, immer „Stosslehne“ sagte, wünschte ich einerseits das ursprüngliche Bild nicht ganz zu verlassen, andererseits in „Lehne“ einen Ausdruck einzufügen, welcher der Orographie entnommen ist.

Anm. d. Uebers.

ständig wechselnde, und eine mittlere Niveaulinie ist an und für sich nicht leicht mit grösserer Genauigkeit zu bestimmen. In den Gegenden, um die es sich hier handelt, beträgt der Unterschied zwischen Fluth und Ebbe in der Regel 2,3 Meter (7—8'). Als Ausgangspunkt für die Messung ist die Linie der gewöhnlichen Fluth (die gewöhnliche Hochwasserlinie) genommen — eine Linie, welche sich in der Regel durch einigermaßen bestimmte Kennzeichen nachweisen lässt. Einige Ungenauigkeit kann wohl hie und da in dieser Hinsicht vorgekommen sein. Aber da ich stets von einem und demselben Gehülften, einem seegewohnten Fischer, begleitet war, so glaube ich, dass sich hieraus kein wesentlicher Fehler hinsichtlich des wechselseitigen Höhenverhältnisses der an den verschiedenen Stellen auftretenden Linien eingeschlichen haben kann. In der nachfolgenden Darstellung ist die Höhe der Linien über dem Meeresspiegel durch Addition von 1 Meter zu den durch Nivellement gefundenen Höhenwerthen auf den mittleren Meeresstand reducirt.

Eine andere Schwierigkeit beruht darin, einen absoluten Höhenpunkt für die Stufenflächen zu finden. Diese bilden in der Regel sanft nach aussen geneigte Flächen. Innerhalb derselben befinden sich zwei Punkte, an die man wohl am ehesten Grund hat sich in dieser Hinsicht zu halten. Der eine ist der Fusspunkt der vom inneren Rande der Stufenfläche aufsteigenden Stosslehne, der andere liegt am äusseren Rande der Stufenfläche, von wo aus die untere Stosslehne abfällt. Obwohl dieser Rand, wenn man das Terrassensystem aus der Entfernung betrachtet, oft als eine ziemlich bestimmte horizontale Linie erscheint, so wird seine nähere Nachweisung an Ort und Stelle selbst doch meist mit unüberwindlichen Schwierigkeiten verbunden sein. Einen sicheren Ausgangspunkt giebt hier der Fusspunkt der vom inneren Rande der Stufenfläche aufsteigenden Stosslehne, und dieser Punkt ist daher bei den vorgenommenen Messungen stets gewählt worden. Indess ist es auch nicht immer so ganz leicht, selbst diesen mit grösserer Bestimmtheit nachzuweisen. Namentlich gilt dies von den aus losem Material aufgebauten Stufen (den Terrassen), indem die

Stosslehne hier die Stufenfläche nicht unter einem schärferen Winkel schneidet, sondern meist durch allmählichere und stark gebogene Uebergänge in dieselbe übergeht. Bei den in anstehenden Fels eingeschnittenen Strandlinien dagegen — wo die Stufenfläche eine schmälere und oft fast vollständig horizontal liegende Wegbahn bildet, während gleichzeitig die Stosslehne in vertikaler und bisweilen sogar in schwach einwärts geneigter Stellung von derselben aufsteigen kann — hat man öfter in dieser Hinsicht einen recht bestimmten Ausgangspunkt. An andern Stellen, wo die wegartige Bahn der Stufenfläche von losem Erdreich überdeckt ist, welches gewöhnlich aus ansehnlichen Moorschichten besteht, wird die wirkliche Stufenfläche ebensoviel unter die durch Nivellement gefundene Höhe zu verlegen sein, als die Mächtigkeit der überlagernden Moorschicht beträgt. Um in solchem Falle die Höhe der Stufenfläche bestimmter angeben zu können, würde es also nothwendig sein, durch die Moorschicht hindurch bis auf den festen Untergrund zu dringen — eine Arbeit, deren Durchführung jedoch bei den im Sommer vorgenommenen Messungen unterbleiben musste. Hierzu kommt, dass die Wegbahnen, selbst wo sie in anstehenden Fels eingegraben sind, keineswegs völlig eben, sondern gewöhnlich, wie das schon von vornherein ziemlich wahrscheinlich sein wird, in hohem Grade uneben sind, mit hervortretenden kleinen Höckern und damit zusammenhängenden Vertiefungen — wiewohl sie im grossen und ganzen meist als recht ausgeprägte horizontale Bahnen auftreten. Die absolute Höhe der Wegbahn zu finden wird daher stets eine schwierige, um nicht zu sagen unausführbare Sache sein.

Die Bestimmung der absoluten Höhe der einzelnen Strandlinien und Terrassen muss also wohl, selbst wenn sie mit der grössten Sorgfalt und vollkommeneren Instrumenten ausgeführt wird, an keineswegs so ganz unwesentlichen Fehlern leiden. Anders stellt sich die Sache für die Bestimmung des gegenseitigen Höhenverhältnisses der Linien. Und hier handelt es sich ja auch nicht so sehr um die absolute Höhenbestimmung, als vielmehr um das gegenseitige Höhenverhältniss. Wenn die Messungen überall nach einer

gleichartigen Regel ausgeführt werden, muss man hier im ganzen genommen recht befriedigende und brauchbare Resultate voraussetzen können. Hinsichtlich der absoluten Höhenbestimmung aber wird die Abweichung von der Wahrheit hier auch an und für sich nicht so beträchtlich werden können, dass dies in irgendwie wesentlichem Grade die Auffassung des wirklichen Verhältnisses beeinflussen könnte.

Wir gehen nun zu einer näheren Darlegung der gemachten Beobachtungen über. Vorläufig sei bemerkt, dass die Liniensysteme auf der beifolgenden Karte unter Hinzufügung der entsprechenden Höhen³⁾ über dem mittleren Meeresstande eingetragen sind. Die Querschnitte, in denen das Nivellement an jeder Stelle ausgeführt ist, sind auf derselben durch Striche angegeben, welche die Liniensysteme unter rechten Winkeln schneiden. Diese Striche sind mit Zahlen bezeichnet, welche ebensowohl den Figuren auf der Profiltafel, soweit das betreffende Profil dort dargestellt ist, als auch den fortlaufenden Nummern der Einzelbeschreibung entsprechen.

1. Ansnes (Fig. 1).

Hier finden sich zwei auf einander folgende Stufen. In diesem System tritt die niederste Stufenfläche t_1 als eine meist ziemlich breite, mit Gras bewachsene sanft geneigte Fläche auf, welche sich um die Landspitze herumzieht und ein gutes Stück ostwärts bis gegen Brokskar hin zu verfolgen ist. Stellenweise kann die Stufenfläche zu der gegenwärtigen Uferlinie in einem mehr allmählichen zusammenhängenden Zuge abfallen — an anderen Stellen wird sie dagegen nach aussen durch eine steilere Stosslehne (Stödtrin) s_1 abgeschlossen, welche auf der Zeichnung durch eine punktirte Linie bezeichnet ist. Die Stufenfläche t_1 kann in der Breite beträchtlich variiren. Stellenweise kann die Breite

3) in norweg. Fuss = 0,3137 Meter.

bis auf ungefähr ein paar Meter heruntergehen, während sie an anderen Stellen bis gegen 30 Meter erreicht. Der Höhenunterschied zwischen dem äusseren Rande der Stufenfläche und dem Fusspunkt der Stosslehne s_2 beträgt bis zu 9' (2,8 Meter). Diese Differenz stimmt also einigermaßen mit dem gegenwärtigen Unterschied zwischen Hoch- und Niederwasser.

Da, wo das Ansnes⁴⁾ am schärfsten vorspringt, ragt das anstehende Gestein in einem steileren Absatz direkt von der See bis ein wenig über das Niveau der Stufenoberfläche empor und bildet in Folge dessen hier einen niedrigen schwach hervortretenden Wall vor der eigentlichen Stufenfläche t_1 . Diese ist also theilweise in anstehenden Fels eingeschnitten. Das Gestein besteht in diesem steileren Absatz aus einem ziemlich milden glänzenden Glimmerschiefer, welcher reich mit rothen Granaten durchsät ist. Die Oberfläche zeigt sich oft abgeglättet und dabei auch häufig stark mit einer firnissartigen Kruste überdeckt. Die in den Schiefer eingelagerten Granaten treten dabei nur selten knotenförmig mit ihren ursprünglichen Krystallformen über die Oberfläche hervor, sind aber dagegen häufig ganz durchschnitten, so dass die Schnittflächen vollständig mit der Felsoberfläche zusammenfallen. Der Schiefer zeigt hier eine Streichungsrichtung von 160° , der Einfall ist steil bis beinahe vertikal. In der Stosslehne s_2 tritt stellenweise theils eine Blockanhäufung (Urd) theils festes Gestein zu Tage. Dieses besteht hier in einem milden glänzenden Glimmerschiefer, mit nordöstlicher Streichungsrichtung und westlichem Einfall von 50 bis 60° . Meist bildet die Stosslehne jedoch einen steilen mit Gras bewachsenen Wall.

Die höhere Stufenfläche t_2 bildet oft eine recht ausgeprägte Wegbahn mit einer Breite von bis zu 15—16 m (50'). Der Höhenunterschied zwischen dem äusseren Rande der Stufenfläche und dem Fusspunkt der Stosslehne s_3 wurde auch hier zu 2,8 Meter (9') gefunden. Im übrigen verliert sich diese Stufenfläche häufig, und die Linie wird dann

4) Nes oder Naes bedeutet: Landspitze. Anm. d. Uebersetzers.

nur durch den unteren Rand des Schotters (Nedras) bestimmt. In solchem Falle wird es häufig unmöglich sein, die Lage des eigentlichen Fusspunktes näher festzustellen.

In der Stufenfläche t_2 tritt stellenweise das anstehende Gestein zu Tage, an andern Stellen bildet sie gras- und waldbewachsene Flächen.

Durch Nivellement sind folgende Höhen gefunden:

Stufenfläche t_1 , unterer Rand 14,4 m = 46' über dem mittleren Meeresstande.

Fusspunkt von s_2 17,2 m = 55' über dem mittleren Meeresstande.

Unterer Rand der Stufenfläche t_2 39,4 m = 125' über dem mittleren Meeresstande.

Fusspunkt von s_3 42,1 m = 134' über dem mittleren Meeresstande.

2. Skaarliodden (Fig. 2).

Hier finden sich 2 Stufen, von denen die untere mehr bruchstückweise in einer Höhe von 80' (25m) über dem Meeresspiegel auftritt. Vom Strande aus hebt sich das Land bald langsam zu dieser unteren Stufenfläche empor, während an andern Stellen eine steile Stosslehne zum unteren Rande derselben hinaufführt.

Der untere Rand der oberen Stufenfläche liegt nach dem Nivellement in einer Höhe von 38 m = 122' über dem mittleren Meeresstande. Die Stosslehne s_3 wird bald durch Blöcke und Schotter (Urd og Nedras), bald durch anstehendes Gestein gebildet. Das Gestein ist ein harter röthlicher Gneis mit ausgeprägter Schichtung, welcher unter einer Streichungsrichtung von 140° und einem südwestlichen, also einwärts oder von der Strandlinie abgekehrten Einfall von 60° auftritt. Die Stufenfläche ist häufig ziemlich uneben, obwohl sie sich stückweise auch recht ausgeprägt zeigen kann. Die innere Stosslehne s_3 tritt dagegen in der Regel scharf markirt hervor, und daher kommt es, dass diese Linie unter günstigen Beleuchtungsverhältnissen, von der See aus in Entfernung gesehen, sich als eins der ausgeprägteren Liniensysteme dieser Gegenden darstellt.

Nach Mohn⁵⁾ ist diese Linie südwärts bis Jernslet zu verfolgen. Er giebt die Höhe zu 132' an.

Sletnes und Bukskind (Ostseite des Gisund).

Ueber den Gehöften (Gaard) Sletnes und Bukskind liegt eine höhere Strandlinie, welche sich in einigermaßen zusammenhängendem Laufe südwärts bis Bundjord und in Bruchstücken vermuthlich noch weiter nach Süden längs des Gisundes hinzieht. Ueber den Bukskindsgaarden tritt ferner eine niedrigere Linie auf, welche bei dem nördlich davon gelegenen Sletnes ganz zu fehlen scheint. Diese Linien sind Schritt für Schritt etwa $\frac{3}{4}$ Meilen⁶⁾ weit begangen worden. Die Höhenbestimmungen sind hier mit dem Aneroid-Barometer gemacht.

Die untere Stufe liegt 60' (18,8 m) über dem Meere, die obere 155' (48,6 m).

Mohn⁵⁾ giebt die Höhe der letzteren zu 163' an. Ueber Sletnes bildet die obere Stufenfläche eine breite mit Gras bewachsene schwach nach aussen geneigte Fläche, deren äusserer Rand meist schärfer markirt hervortritt, als in der Regel hier bei den Strandlinien der Fall ist. Längs der inneren Stosslehne tritt häufig anstehendes Gestein zu Tage. Die Bergart besteht hier abwechselnd aus Hornblendeschiefer und hartem röthlichem Gneis. Sie zeigt eine Streichungsrichtung von 150° und einen südwestlichen, also gegen die Strandlinie hin gerichteten Einfall von 60° . Ueber Bukskind zeigt sich die wegähnliche Bahn der Stufenfläche häufig weniger bestimmt ausgeprägt, sowie auch an manchen Stellen schon für das Auge ziemlich deutliche Abweichungen von dem regelmässigeren horizontalen Lauf der Stufenfläche vorkommen können.

Eine höhere Linie zieht sich ferner weiter nördlich an

5) H. Mohn, Bidrag til Kundskaben om gamle Strandlinier i Norge (Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, XXII, Christiania 1876), S. 19.

Anm. d. Uebersetzers.

6) 1 norweg. Meile = 11295 m, also $1\frac{1}{2}$ geogr. Meile.

Anm. des Uebersetzers.

dem Westabhang des Rödbergs hin. Diese Linie ist hier in Granit eingeschnitten. Ich habe keine Gelegenheit gehabt, die Höhe der Rödberglinie näher zu bestimmen, und es muss also einstweilen dahingestellt bleiben, ob dieselbe mit der Sletnes- oder der Skaarliodden-Linie in Beziehung zu bringen oder aber als ein mehr selbständiges System aufzustellen ist.

Gibostad.

Etwas südlich von Gibostad, gegen Kvanaas hin auf der eigentlichen Senjenö ⁷⁾, sieht man eine mehr oder minder ausgeprägte Linie in einer Höhe von 56' (17,5 m) nach Barometermessung. Bei genaueren Messungen wird sich vermuthlich ergeben, dass sie fast vollständig mit der unteren Bukskindslinie zusammenfällt.

Stangnes (bei Harstad auf Hindö im Kirchspiel Trondenes).

Längs des Gangsaas, der nach Norden vortretenden Spitze des Stangeslandes, zieht sich eine alte Strandlinie hin, welche aus grösserer Entfernung gesehen bei günstiger Beleuchtung recht bestimmt hervortreten kann. Nach der Barometermessung liegt diese Linie in einer Höhe von 157' (49,2 m) und fällt also fast ganz mit der oberen Bukskindslinie zusammen. Die Stufenfläche ist oft, besonders auf der Ostseite des Bergrückens, ziemlich schwach, zum Theil sogar ganz undeutlich ausgeprägt. Ein Fussessteig führt längs derselben unter den steilen bis senkrechten Wänden der Stosslehne hin, und vermuthlich hat der Verkehr auch das Seinige zu einer stärkeren Ausprägung der eigentlichen Stufenfläche beigetragen. Dieselbe kann übrigens in der Höhe etwas variiren. So scheint sie gegen die vorspringende Nordseite des Rückens hin ein paar Fuss tiefer zu liegen und bildet hier zum Theil eine ziemlich breite, schwach nach aussen geneigte und mit Gras bewachsene Fläche.

Der Gangsaas besteht in seinen untersten Theilen aus einem gneisartigen Schiefer, welcher mit granitähnlichen

7) Ö = Insel.

Anm. d. Uebersetzers.

Absonderungen (röthlichem Feldspath mit Quarz) durchsetzt ist. Darüber liegen harte schwarze bis grünliche Schiefer. Diese letzteren treten auch in der Stosslehne längs des inneren Randes der alten Strandlinie zu Tage. Der Schiefer zeigt eine Streichungsrichtung von 60° , mit 30° südöstlichem Fall. Indem die Strandlinie in einer weiten Kurve mit der Biegung des Berges von der nördlichen zu einer östlichen Richtung herumschwingt, kommt es, dass sie theils mit der Streichungsrichtung der Schichten mehr oder minder parallel läuft, theils dieselben unter den verschiedensten Winkeln schneidet. Wo die Linie die Schichten senkrecht schneidet, zeigt sich die Oberfläche des Gesteins häufig stark mit einer firnissartigen Kruste überdeckt.

Die Gangsaaslinie liegt südlich von dem auf der Karte dargestellten Gebiet. Sie wird hier mit aufgeführt, theils weil sie unter gewissen eigenthümlichen Verhältnissen auftritt, und theils auch, weil sie nach den gemachten Höhenbestimmungen sehr nahe mit der Bukskindslinie zusammenzugehören scheint.

3. Viken, gleich ausserhalb Buvik auf Kvalö (Fig. 3).

Hier ist blos eine Stufe sichtbar. Von dem gegenwärtigen Meeresufer steigt der anstehende Fels in allmählicher Abdachung zur Stufenfläche empor. Dieselbe liegt nach dem Nivellement in einer Höhe von $31,5 \text{ m} = 101'$ über dem mittleren Wasserstande. Die Stosslehne ragt vom inneren Rande der Stufenfläche am häufigsten in steilen bis senkrechten, zum Theil sogar überhängenden Wänden anstehenden Gesteines auf. Dieselben können bis zu $20'$ (6 m) hoch sein. Das Gestein ist harter grauer Gneis im Wechsel mit Gneis-Granit und Amphibolit, und die Oberfläche desselben zeigt sich oft an den steilen Wänden der Stosslehne stark mit einem firnissartigen Ueberzuge versehen — namentlich in den unteren Theilen.

Diese Linie zieht sich in zusammenhängendem horizontalem Lauf auf der einen Seite bis gegen Thorsnes hin, auf der anderen bis über die eigentlichen Buvikgaarde

hinaus. Ein niedriges Eide⁸⁾ geht in nördlicher Richtung zwischen Viken und Buviken hinein, und die Linie kann ein gutes Stück in diesem aufwärts am Abhang der von demselben aufsteigenden Bergzüge verfolgt werden.

Nordwärts von Thorsnes am Malang verliert die Linie sich ganz.

3 b. Buviken.

Hier sieht man an einzelnen Stellen eine niedrigere Stufe in einer Höhe von 59' (18,5 m). Eine höhere Stufe liegt nach dem Nivellement in einer Höhe von 101' (31,7 m) und fällt also mit der Viklinie zusammen. Die Stufenfläche derselben bildet eine schmale Wegbahn, wo das anstehende Gestein häufig zu Tage tritt, nicht selten durchsetzt von schmalen Klüften. In die Stosslehne ist hier an einer Stelle eine 16—18' (5—6 m) lange Höhle eingeschnitten. An ihrem Eingang, welcher im Niveau der Stufenfläche liegt, ist die Höhle 8—10' (ungefähr 3 m) breit. Sie hat eine Höhe von 10' (3 m). Von der Stufenfläche geht sie fast vollständig senkrecht in den Fels hinein und liegt in der Streichungsrichtung der steil stehenden Schichten des hier auftretenden dunkeln Hornblendegneis.

4. Sandvik (Fig. 4).

Hier sind 3 Stufen vorhanden.

Die erste Stufenfläche liegt nach dem Nivellement in einer Höhe von 14,5 m = 47' über dem mittleren Meeresstande.

Die zweite Stufenfläche liegt nach dem Nivellement in einer Höhe von 31,6 m = 101' über dem mittleren Meeresstande.

Die dritte Stufenfläche liegt nach dem Nivellement in einer Höhe von 35,4 m = 113' über dem mittleren Meeresstande.

8) Unter dem Namen „Eid“ oder „Eide“ versteht man die tiefen Thalfurchen, welche die Halbinseln und grösseren Inseln der norwegischen Westküste häufig von Meer zu Meer durchziehen und zur Zeit einer niedrigeren Lage des Landes Sunde gewesen sein müssen.

Die unterste Stufenfläche kann eine Breite von bis zu 60' (19 m) haben und bildet an manchen Stellen eine deutliche Wegbahn, während an andern Stellen das anstehende Gestein über das eigentliche Niveau der Stufenfläche bis zu der auf der Figur durch Punktirung angegebenen Linie x emporsteigen kann. Die Erosionsarbeit ist also hier nicht überall bis zu demselben Niveau heruntergelangt. Die Stosslehne zwischen der ersten und zweiten Stufenfläche ist vom Fusspunkt bis oben hinauf, also bis zu einer Höhe von ungefähr 100' (31 m) über dem jetzigen Meeresniveau, mit kleinen Rollsteinen, unzweifelhaften Strandsteinen, übersät. Dies scheint mit Bestimmtheit für eine allmähliche und langsame Hebung des Felsgrundes bis zur genannten Höhe und gegen die Ansicht zu zeugen, wonach die steile Endfläche der Stufe den Betrag einer ruckweisen Hebung angeben soll.

5. Grepstad (zwischen Grepstad und Sandviken). Fig. 5.

Hier treten 3 Stufen auf, deren Höhe durch Nivellement bestimmt wurde.

Die erste Stufenfläche liegt 14,5 m = 47' über dem mittleren Wasserstand des Meeres.

Die zweite Stufenfläche liegt 34,1 m = 109' über dem mittleren Wasserstand des Meeres.

Die dritte Stufenfläche liegt 38,5 m = 123' über dem mittleren Wasserstand des Meeres.

Die zweite Stufenfläche, welche in anstehendes Gestein eingeschnitten ist, kommt hier blos in einem kürzeren Bruchstück vor und fällt einigermaßen mit der obersten Stufenfläche der Sandviklinie zusammen. Sie hat eine Breite von 18' (5,6 m), die oberste Stufenfläche dagegen eine solche von bis zu 25' (7,8 m). Die Wegbahn ist hier ziemlich höckerig. Die Bergart besteht in einem harten und zähen amphibolitischen Glimmergneis, welcher bald in abwechselnden schwarzen und weissen Streifen, die eine Streichungsrichtung von 110° mit steilem nördlichem Fall besitzen, bald mehr körnig dioritisch auftritt. Die Oberfläche dieses amphibolitischen Gesteins zeigte sich in den steilen Wänden der Stosslehne häufig geglättet und mit einem firnissartigen

Ueberzug bedeckt. Dieser fettartige Firniss wurde aufwärts bis zu einer Höhe von ungefähr 200' (62,7 m) über dem Meere bemerkt.

6. Grepstad (Fig. 6).

Hier sind zwei Stufen vorhanden, deren Höhenlage durch Nivellement bestimmt ist. Die erste liegt in einer Höhe von 14,5 m = 47'. Die Stufenfläche der Terrasse bildet eine breite moorbedeckte oder mit Gras bewachsene nach aussen geneigte Fläche. Der Höhenunterschied zwischen ihrem äusseren Rande und dem Fusspunkt der inneren Stosslehne beträgt 7' (2,2 m) und fällt also auch hier einigermassen mit der Niveaudifferenz zwischen Hoch- und Niederwasser zusammen. .

Die zweite Stufenfläche liegt 38,4 m = 123' hoch und ist in anstehendes Gestein eingeschnitten. Die Wegbahn ist schmal, etwas unbestimmt und zugleich höckerig. Trotz ihrer Erhöhungen und Vertiefungen ist jedoch ihre Horizontalität im ganzen nicht zu verkennen. Das anstehende Gestein in der Stosslehne ist rother Gneis oder Gneis-Granit, welcher mit seinen abwechselnden rothen und dunkeln Bandstreifen eine sehr deutliche Parallelstruktur zeigt. Streichungsrichtung 160° , Einfall steil westlich.

Weiter hin nach Sandviken zu ist eine tiefer liegende Stufe in einer Höhe von 109' eingeschnitten, welche in Fig. 5 näher dargestellt ist.

Gleich ausserhalb Grepstad steigt der Berg an einer Stelle in einem einzigen Absatz von dem jetzigen Ufer zu der oberen Stufe (123') empor, ohne dass hier Anzeichen irgend einer niedrigeren Stufe vorhanden wären. Dasselbe Verhältniss wiederholt sich in gleicher Weise an mehreren Stellen längs der Südseite von Kvalö. Es ist offenbar, dass die Kräfte, welche bei der Bildung der Strandlinien hier in Thätigkeit gewesen sind, in den niedrigeren Niveaus im ganzen mit einer weit geringeren Intensität gearbeitet haben müssen als in dem höheren Niveau von 123'.

6b. Bakkejord (in der Nähe von Löslet).

Hier finden sich dieselben beiden Stufen wie bei Grepstad (Fig. 6), ebenso wie sie auch nach dem Nivellement

in ganz derselben Höhe liegen. Die obere Stufenfläche bildet eine etwas unebene Wegbahn, indem kleine Höcker von anstehendem Gestein und bis zu 1 m Höhe häufig aus entsprechenden Vertiefungen hervorragen. Die Oberfläche dieser Höcker bezeichnet vielleicht die mehr ursprüngliche Wegbahn, während die Einsenkungen am ehesten als durch spätere Verwitterung entstanden angesehen werden können.

Ueber Östre Mjelle liegen die Linien in derselben Höhe. Die dort obwaltenden Verhältnisse sind in einer früher veröffentlichten Abhandlung „Ueber die in anstehendes Gestein eingeschnittenen Strandlinien“⁹⁾, auf die ich hier verweise, näher behandelt. Von Östre Mjelle zieht sich die obere Linie einigermassen bestimmt weiter nach Osten, doch ist sie hier im ganzen schwächer ausgeprägt und stellenweise zum Theil wohl auch etwas zweifelhaft. An diesen Stellen wird sie mehr durch den unteren Rand des Schotters als durch irgend welche bestimmter hervortretende Wegbahn bezeichnet.

Im übrigen ist die Linie zwischen Grepstad und Mjelle im ganzen als eine der am typischsten ausgeprägten Strandlinien dieser Gegenden zu bezeichnen.

6c. Skognes.

Hier tritt eine niedrigere Linie nach dem Nivellement in einer Höhe von 18,4 m = 59' über dem Mittelwasserstand des Meeres auf.

Strömmen.

Hier befindet sich eine höhere deutlich ausgeprägte Stufe in derselben Höhe wie die oberste Grepstad- und Mjelle-Linie.

Haukebotten.

Ein hübsch ausgeprägtes Terrassensystem mit zwei Stufen. Die untere liegt nach Barometermessung in einer

9) Archiv for Mathematik og Naturvidenskab III, 182—223 (Christiania 1878).

Anm. d. Uebers.

Höhe von 60', die andere in einer Höhe von 123'. Die letztere bildet eine grasbewachsene sanft nach aussen geneigte Fläche mit der ansehnlichen Breite von 280' (87,8 m). Von diesem aus losem Material bestehenden Absatz steigt eine zum Theil von anstehendem Fels gebildete Stosslehne empor, in welcher die Bergart ein milder Glimmerschiefer ist, der nach aussen gegen die Strandlinie hin einfällt.

Die obere Stufe liegt also hier ebenfalls in derselben Höhe wie die obere Stufe längs der Südseite von Kvalö zwischen Grepstad und Mjelle, während die untere Stufe fast vollständig mit der Stufe bei Skognes zusammenfällt.

Auf der Strecke von Strömmen nordwärts bis Haukebotten sind nach den bisherigen Beobachtungen keine bestimmter hervortretenden Liniensysteme nachzuweisen.

Kalfjord.

Längs der südlichen und südwestlichen Seite des Fjordes tritt eine in losem Material ausgearbeitete Linie auf, welche nach Barometermessung 100' über dem Meere liegt.

7. Finland (Sletnes) Fig. 7.

Hier erblickt man 2 Stufen, von denen die untere dem Nivellement zufolge in einer Höhe von 16,7 m = 53' liegt und ganz und gar aus losem Material besteht. Die obere Stufe liegt nach dem Nivellement 39,2 m = 125' über dem Meere. Die Stufenfläche bildet hier eine meist recht breite moorbedeckte horizontale Wegbahn, und von ihrem inneren Rande steigt die Stosslehne theils als Blockanhäufung (Urd), theils in steilen Abstürzen empor, welche aus einem harten Gneis-Granit bestehen. Die Rückwand hat hier im ganzen eine beträchtliche Höhe und kann stellenweise in steilen Abstürzen bis zu 80' (25 m) über dem Fusspunkt emporsteigen. Kommt man zum oberen Rande der Stosslehne hinauf, so steigt der Berg von da ab allmählich an und nirgends weiter oben zeigt sich eine Spur von höher liegenden Strandlinienbildungen.

Diese beiden genannten Linien lassen sich längs der ganzen Nordostseite von Kvalö bis zur Mündung des Kvalsundes hin verfolgen, und zwar die obere Stufe mehr zu-

sammenhängend und ausgeprägt, die untere dagegen etwas schwächer und mehr bruchstückweise.

Von der Höhe der kleinen Insel Tromsö sieht man bei günstiger Beleuchtung diese beiden Linien an der Insel Kvalö entlang wie zwei recht scharf markirte parallel laufende Furchen hinziehen.

7b. Krabbenes.

Hier sind dieselben beiden Stufen wie bei Sletnes vorhanden. Die untere liegt nach Nivellement 16,4 m = 52', die obere ebenso nach Nivellement 39 m = 124' über dem mittleren Wasserstand des Meeres. Die Wegbahn der oberen Linie ist hier öfters weniger stark ausgeprägt, uneben und höckerig. An andern Stellen kann sie jedoch eine Breite von bis zu 70—80' (22—25 m) erreichen. Die dahinter liegende Stosslehne bildet gewöhnlich eine ziemlich zusammenhängende Bergwand. Das Gestein ist Glimmer-Gneis und Gneis-Granit, mit einer Streichungsrichtung von 150° und steilem westlichem Einfall. Die Linie setzt südwärts bis zum Finvikdal fort und zieht sich hier noch ein gutes Stück an der Seite des Thales hinein. Südlich von Krabbenes tritt die Wegbahn der oberen Linie deutlicher ausgeprägt hervor, und namentlich ist dies südlich von Finsnäs, zwischen dieser Stelle und Tofte, der Fall.

7c. Kragnes.

Hier sind 2 Stufen vorhanden. Die untere liegt in derselben Höhe wie die bei Krabbenes, die obere nach Nivellement in einer Höhe von 38 m = 121'. Nach der Messung würde diese also 1 m tiefer liegen als die entsprechende Stufe bei Krabbenes. Doch ist die Wegbahn hier wenig ausgeprägt, der Fusspunkt der von ihr aufsteigenden Stosslehne minder deutlich. Es dürfte daher dieser Differenz zwischen den Messungen bei Krabbenes und bei Kragnes wohl kaum eine reellere Bedeutung beizulegen sein.

Die Stosslehne wird theils durch Steinblöcke (Urd) und anstehenden Fels gebildet, theils tritt sie auch als ein mit

Gras bewachsener Wall auf. Das Gestein ist derselbe Glimmergneis wie bei Krabbenes.

8. Fogedelv (Futelv) Fig. 8.

Hier finden sich 2 Stufen, von denen die untere blos bruchstückweise vorhanden ist. Bei einer früheren Barometermessung ergab sich, dass diese letztere in derselben Höhe liegt, wie die untere Stufe bei Krabbenes, nämlich 52' über dem Meere. Die Höhe der anderen Stufe wurde durch Nivellement zu 35 m = 112' gefunden.

Die Wegbahn dieser oberen Stufe ist nur schwach ausgeprägt und zum Theil undeutlich, die dahinter liegende Stosslehne wird zu unterst aus Schotter (Nedras) gebildet, darüber aber steigt der anstehende Fels in senkrechten Wänden auf. Das Gestein ist ein harter grauer ziemlich ungeschichteter Gneis (Gneis-Granit).

Diese obere Linie läuft ein gutes Stück ostwärts bis gegen die Ausmündung des Kvalsundes hin.

Myren (Fig. 14).

Hier treten zwei Stufen auf, welche übrigens nur in kürzeren Bruchstücken zu verfolgen sind.

Die untere Linie liegt nach Nivellement in einer Höhe von 16,2 m = 52'.

Die obere liegt nach Nivellement in einer Höhe von 24,9 m = 80'.

Schrägüber von Myren, auf der andern Seite des Kvalsundes befindet sich auf Ringvatsö von Helle östlich gegen die Ausmündung des Kvalsundes hin eine Linie, welche nach Visirung mit der oberen Myrelinie zusammenzufallen schien. Die Visirung mit dem Nivellirspiegel giebt indess auf eine solche Entfernung nur wenig sichere Resultate, und es könnte vielleicht von vornherein ebensoviel Wahrscheinlichkeit dafür sein, dass sie in einer Höhe liegt, welche einigermaßen der oberen Linie bei Fogedelv (112') entspricht. In der Entfernung ist diese Linie bei guter Beleuchtung recht deutlich — an Ort und Stelle wird sie wohl nur wenig bestimmt und nur in selteneren Fällen mit ausgeprägter Stufenfläche hervortreten.

9 b. Simavik.

Hier mündet ein grösserer Flusslauf. Auf der Südseite seiner Mündung tritt ein schön entwickeltes Terrassensystem auf, welches aus drei auf einander folgenden Stufen mit hohen und steil ansteigenden Stosslehnen besteht.

Die erste liegt nach Nivellement in einer Höhe von 13,9 m = 44'.

Die zweite liegt nach Nivellement in einer Höhe von 31,9 m = 102'.

Die dritte liegt nach Nivellement in einer Höhe von 40,4 m = 129'.

Von der Oberfläche der dritten Stufe treten einzelne Hügel hervor, welche aus anstehendem Gestein, einem harten, grauen Gneis, bestehen.

9. Maken (Fig. 9).

Hier tritt nur eine Stufe auf, und zwar nach Nivellement in einer Höhe von 27,8 m = 89'. Der anstehende Fels steigt allmählich vom Strande zur Stufe empor, welche in der Regel nur mit wenig ausgeprägter Stufenfläche hervortritt. Sie ist auch am nächsten durch den unteren Rand von Schotter oder von steil aufsteigenden Felswänden (Stosslehne) bezeichnet. In der Entfernung tritt die Linie dagegen bei guter Beleuchtung recht scharf hervor und lässt sich als solche in zusammenhängendem Lauf bis zum Thaleinschnitt bei Simavik verfolgen. Die Bergart ist grauer Gneis, zum Theil gneis-granitisch in steiler Schichtenstellung. Streichungsrichtung 130°.

10. Ytre Kaarvik (etwas östlich von demselben) Fig. 10.

Hier ist nur eine Stufe vorhanden, welche nach Nivellement 22,5 m = 72' hoch liegt. Die Stufenfläche ist stark ausgeprägt, ohne sichtbaren Fall nach aussen und mit einer Breite von bis gegen 100' (31 m). Die Stosslehne steigt in 20—30' (6—9 m) hohen senkrechten, zum Theil sogar überhängenden Wänden auf. Das Gestein besteht in einem harten Gneis von beinahe vertikaler Schichtenstellung. Da die Stufenfläche sich in einem grossen Bogen herumzieht, so läuft sie bald parallel zur Schichtenstellung, bald

schneidet sie die Schichten unter verschiedenen Winkeln. Wo sie das Ausgehende der Schichten schneidet, zeigt die Oberfläche der Stosslehne sich oft stark mit einem firnissartigen Ueberzug bedeckt. Der Bergabhang von der Stufenfläche abwärts zum jetzigen Meeresstrande ist in grossem Massstabe mit grösseren und kleineren Rollsteinsblöcken übersät.

Diese zum Theil stark ausgeprägte Linie windet sich an einem niedrigen Bergzug entlang, welcher landspitzenartig hervorspringt. Sie hat keine sonderliche Längenausdehnung.

Seihul.

Um die Landspitze herum, welche von Seihul zum Seihulfjord führt, tritt eine ziemlich breite, stufenähnliche Fläche auf, welche am ehesten als durch Erosion in der Strandzone entstanden angesehen werden muss. Nach Barometermessung liegt dieselbe 72' über dem Mittelwasserstand des Meeres und fällt demnach auf das engste mit der schrägüber liegenden Kaarviklinie zusammen. Die Stufenfläche selbst, welche eine ganz ansehnliche Breite hat, ist allerdings etwas zu unregelmässig gebaut, als dass sie mit grösserer Bestimmtheit als solche bezeichnet werden könnte, aber trotzdem glaube ich, dass man doch Grund hat, sie mit den in anstehendes Gestein eingeschnittenen Strandlinien in eine Klasse zu stellen. Der Berg, welcher in allmählicher Abdachung von dem jetzigen Strande zur Stufenfläche ansteigt, ist in seinen untersten Theilen aus einem typisch ausgebildeten Gneis zusammengesetzt, welcher eine Streichungsrichtung von 150° und einen steilen südöstlichen Fall besitzt. Die Stufenfläche selbst ist dagegen in Granit eingeschnitten, und von ihrem inneren Rande erhebt sich die Stosslehne mit ihren senkrechten aus Granit bestehenden Wänden. Die Oberfläche derselben findet sich häufig stark mit einem firnissartigen Ueberzug bedeckt.

11. Seihulfjord (Fig. 11).

Von der Mündung dieses Fjordes aus sieht man im Hintergrunde desselben zwei auf einander folgende scharf

ausgeprägte Stufen. Die untere lässt sich längs der Westseite des Fjordes beinahe bis ganz zur Mündung hin verfolgen, während die höhere sich nur in Gestalt eines kürzeren Bruchstückes im innersten Winkel des Fjordes zu erkennen giebt.

Durch Nivellement ergab sich, dass die untere Stufenfläche 24,7 m = 79', die höhere 48,6 m = 155' über dem Meere liegt.

12. Malangseide (Fig. 12).

Auf der Südseite des Eide tritt unter dem Abhang der hohen Bergmasse, welche hier zum Fjord und Eide abfällt, eine stark ausgeprägte Stufe auf, welche mit ihrer 40, (12,5 m) breiten wegähnlichen Bahn ein weites Stück in zusammenhängendem Lauf fjordeinwärts zu verfolgen ist.

Vom Strande steigt die Stosslehne ziemlich steil zur Stufenfläche empor. In den tiefer liegenden Theilen der Stosslehne erblickt man mehrere dicht auf einander folgende mit der Meeresfläche und zugleich unter einander parallel laufende Streifungslinien (Striber) — unzweifelhafte Spuren alter Meeresniveaus.

Die Stufenfläche liegt nach Nivellement in einer Höhe von 25,4 m = 81'; sie hat, wie schon erwähnt, eine Breite von 40' (12,5m) und neigt sich schwach nach aussen, so dass der äussere Rand derselben 3' tiefer liegt als der innere. Die innere Stosslehne, welche gleichfalls aus losem Material zusammengesetzt ist, ist ziemlich steil und stark ausgeprägt.

Dieses Liniensystem ist längs des äusseren Vorsprunges mächtiger und weitausgebreiteter Massen losen Materiales eingegraben, welche sich an die gegen das Eide geneigten Abhänge der Bergmasse anlehnen.

Wahrscheinlich liegt hier eine alte Seitenmoräne vor. Die Terrassenbildung am Malangseide hat also vermuthlich durch ein Zusammenwirken glacialer und mariner Kräfte stattgefunden.

Gegen das Eide hinein erweitert sich die Stufenfläche ganz ansehnlich in der Breite.

Von der Nordseite des Eides ab tritt die Linie wieder hervor und ist — einzelne kürzere Unterbrechungen abgerechnet — in einem fast vollständig zusammenhängenden Laufe bis Middagsnes zu verfolgen. Nach Nivellement liegt die Linie hier (12b) in einer Höhe von 25 m = 80' über dem mittleren Wasserstande des Meeres.

12c. Hestnes (schrägüber vom Malangseide, auf der Ostseite des Fjordes).

Hier ist eine Stufe vorhanden, welche dem Nivellement zufolge in einer Höhe von 25,9 m = 83' liegt. In der steilen Stosslehne, welche zur Stufenfläche emporführt, ist das lose Material, aus welchem die Stosslehne vollständig besteht; so fest zusammengestampft, dass es überall mit grosser Schwierigkeit verbunden war, für den zugespitzten Fuss der Stange, welche den Nivellirspiegel trägt, den nöthigen festen Halt zu gewinnen.

Diese Linien längs des Balsfjordes sind Terrassenbildungen — also in losem Material und nicht in anstehendem Gestein abgesetzt. Es wird daher hier schwierig sein, den Fusspunkt der Stosslehne und damit also die Höhe der Stufenfläche über dem Meere mit grösserer Genauigkeit zu bestimmen. Die Differenz zwischen den drei hier zuletzt besprochenen Profilen ist übrigens nicht grösser, als dass voller Grund sein kann, die Stufenflächen in eine und dieselbe Höhe zu setzen. Da die Stufenfläche am Malangseide am meisten ausgeprägt auftritt, so wird es wohl berechtigt sein, die Höhenbestimmungen bei Middagsnes und Hestnes auf diejenige zurückzuführen, welche für das Malangseide gefunden wurde. Nach dieser wird also die Terrassenstufe auf beiden Seiten des Balsfjordes in einer Höhe von 81' liegen.

Stornes (ausserhalb Hestnes).

Auch hier sieht man eine recht ausgeprägte Terrassenbildung. Es war indess keine Gelegenheit, hier Messungen vorzunehmen.

13. Kalslette (Fig. 13).

Diese Linie, welche ich schon früher näher besprochen habe¹⁰⁾, liegt dem Nivellement zufolge in einer Höhe von $19,3 \text{ m} = 62'$.

Ramfjordnes.

Hier tritt eine Stufe in losem Erdreich auf. Nach Barometermessung liegt sie in einer Höhe von $62'$. Die Stufenfläche ist hier ziemlich breit, aber zugleich stark nach aussen geneigt.

Andersdal.

Auf der Südseite des ansehnlichen Wasserlaufes, welcher hier mündet, befindet sich eine Terrassenstufe. Nach Barometermessung liegt die Stufenfläche $62'$ über dem Meere. Dieselbe ist ziemlich breit und in reichem Masse mit Rollsteinblöcken übersät.

Lökslet (am Ramfjord).

Hier findet sich eine Terrassenstufe, nach Barometermessung in einer Höhe von $62'$.

Kristofferjord (auf der andern Seite des Fjordes, schrägüber von Lökslet).

Hier tritt auf einer längeren zusammenhängenden Strecke eine hübsch ausgeprägte Terrassenstufe auf, welche nach Barometermessung $62'$ über dem Meere liegt. Eine steile mit Gras bewachsene Stosslehne führt von dem jetzigen Meeresufer zur Stufenfläche empor, welche eine Breite von bis zu $60'$ ($18,8 \text{ m}$) besitzt. Von dem inneren Rande der Stufenfläche erhebt sich eine steile, grasbewachsene, gleichfalls aus losem Material zusammengesetzte Stosslehne.

Fagerelv (am Ramfjord).

Vom Bredvikeide einwärts am Sörfjord, der inneren Verzweigung des Ramfjords, tritt in zusammenhängendem

10) K. Pettersen, Om de i fast Berg indgravede Strandlinier, Archiv for Mathematik og Naturvidenskab III, 195 (Christiania 1878).

Laufe eine Terrassenbildung in einer Stufe auf, mit einer ausgeprägten Stosslehne vom Strande bis zum äusseren Rand der Stufenfläche empor. Die Stufenfläche hat eine Breite von 60 bis 70' (ca. 20 m), und auf derselben liegen die Häuser der Gaarde. Nach Barometermessung liegt sie in einer Höhe von 62' (19,5 m).

Längs des Fjeldes auf der andern Seite des Fjordes ist aller Wahrscheinlichkeit nach eine Terrassenlinie in correspondirender Höhe vorhanden. Eine lange horizontale Einschnittslinie an dem birkenbewachsenen Abhang schien wenigstens darauf hinzudeuten.

Längs des Ramfjordes findet sich dergestalt eine stark ausgeprägte Terrassenstufe, welche, einzelne kürzere Unterbrechungen abgerechnet, in langen zusammenhängenden Zügen auftritt. Merkwürdig genug zeigt sich die untere Stosslehne hier so gut wie überall stark ausgeprägt als ein steiler Erdwall in einem Zuge vom Strande bis zur Stufenfläche hinauf. Ein ähnliches Verhältniss findet sich allerdings auch anderwärts in den hier behandelten Gegenden aber in der Regel doch nur in einzelnen mehr abgebrochenen Partien. Hier ist die Sache umgekehrt: die steile Stosslehne ist das Gewöhnliche, der langsame Anstieg vom Meeresufer zum äusseren Rande der Stufenfläche dagegen die Ausnahme.

15. Moviken.

Die Moviklinien habe ich schon früher näher behandelt ⁹⁾. Hier treten zwei Stufen auf, die untere nur seltener und mehr bruchstückweise, die obere dagegen als eine bestimmt ausgeprägte Strandlinie, welche in zusammenhängendem Laufe vom Krogelv im Süden bis Tunsvikdal im Norden über $\frac{1}{2}$ Meile (6—7 Kilometer) weit zu verfolgen ist.

Ein Nivellement wurde hier an zwei Stellen vorgenommen. Das eine wurde zwischen dem Gaard Skjelnan und Moviken ausgeführt. Hier tritt nur die obere Stufe hervor, und es ergab sich, dass sie in einer Höhe von 42 m = 134' liegt.

Die von dem inneren Rand der Stufenfläche aufsteigende Stosslehne wird theils von anstehendem Fels, theils von

grossen zerspaltenen Felsblöcken gebildet, tritt indess stellenweise auch in Gestalt hoher grasbewachsener Wälle auf. Die Bergart ist ein harter Hornblendegneis, welcher häufig in ein ungeschichtetes syenitartiges Gestein übergeht. An den steilen bis senkrechten Oberflächen zeigt sich das Gestein häufig mit dem schon öfter erwähnten fettartigen Firniss überzogen. Der Untergrund der Stufenfläche ist mit grösseren und kleineren moosbewachsenen Rollsteinblöcken bedeckt, welche so eine in hohem Grade unebene und höckerige Wegbahn bilden.

Das andere Profil (15 b auf der Karte) wurde etwas nördlich von dem Thaleinschnitt aufgenommen, welcher von Moviken zum Movikvand hinaufführt. Hier sind zwei Stufen vorhanden, von denen die untere dem Nivellement zufolge in einer Höhe von $17,8 \text{ m} = 57'$, die obere $42,6 \text{ m} = 136'$ hoch liegt.

Anstehendes Gestein tritt in der höheren Stosslehne zu Tage und besteht dort aus einem gneisartigen Glimmerschiefer. Derselbe hat eine Streichungsrichtung von 130° und einen nordöstlichen Einfall von 40° — also einen Fall von der Strandlinie weg. Dieser Glimmerschiefer ist für Glättung oder Firnissung nicht empfänglich.

16. Bredviken (auf Tromsö).

Auch diese Stufe habe ich schon früher näher behandelt⁹⁾. Nach dem Nivellement liegt sie in einer Höhe von $40 \text{ m} = 129'$, also etwas tiefer als die Moviklinie.

17. Ringvatsö (am Langsund).

Hier sind zwei Stufen sichtbar, deren obere als eine zusammenhängende Linie längs des ganzen Langsundes von Süden nach Norden zu verfolgen ist. Eine tiefere Linie ist gleichfalls vorhanden, tritt aber mehr bruchstückweise auf. An der Stelle, wo das Profil aufgenommen wurde, war sie so nicht bestimmter nachzuweisen.

Die höhere Stufenfläche liegt nach dem Nivellement $36,2 \text{ m} = 116'$ über dem Meere. Die von dem inneren Rande derselben aufragende Stosslehne bildet steile, theils grasbewachsene, theils mit Schotter (Nedras) überdeckte

Abhänge. Stellenweise tritt auch der anstehende Fels zu Tage. Das Gestein ist hier ein harter grobkörniger Diorit.

18. Renö (auf der anderen Seite des Sundes, schrägüber von Nr. 17).

Auch hier treten zwei Stufen auf, von denen die höhere längs des ganzen Langsundes sichtbar ist, während die tiefere dagegen mehr bruchstückweise vorhanden ist.

Die letztere liegt nach dem Nivellement in einer Höhe von 14,7 m = 47', doch ist diese Bestimmung nicht als sonderlich genau anzusehn, da die Stufe hier im ganzen höchst unbestimmt hervortritt.

Die obere Stufe liegt nach dem Nivellement 37,1 m = 118' hoch. In der von ihrem inneren Rande aufsteigenden Stosslehne tritt häufig anstehender Fels zu Tage. Das Gestein ist hier ein milder Thonglimmerschiefer, welcher einen einwärts gerichteten, also von der Strandlinie abgewendeten Einfall besitzt.

19. Finkroken (auf der Südostecke von Renö gegen den Grötsund hin).

Hier finden sich zwei Stufen, von denen die untere nach Nivellement in einer Höhe von 15,5 m = 50', die obere in einer Höhe von 38,9 m = 124' liegt. Die Stufenfläche ist hier mit Moor bedeckt, doch tritt anstehendes Gestein längs des äusseren Randes derselben hervor. Die Stosslehne bildet häufig steile bis senkrechte Wände, welche aus anstehendem Fels bestehen. Die hier auftretende Bergart ist ein schwarzer milder Thon- oder Thon-Glimmerschiefer im Wechsel mit quarzitischen Schichten. Streichungsrichtung 70° mit 30—40° nördlichem Fall.

Von den umstehend (S. 809) aufgeführten Terrassenstufen und in anstehendes Gestein eingeschnittenen Strandlinien treten mehrere nur mehr lokal und mehr bruchstückweise auf. Andere dagegen lassen sich — verschiedene kürzere Unterbrechungen abgerechnet — in mehr zusammenhängendem Lauf auf ganz ansehnliche Strecken hin verfolgen, und es ist zugleich sehr wahrscheinlich, dass mehrere derselben sich in gleichem Auftreten auch weit über die Grenzen der

Gesamtübersicht über die hier behandelten Strandlinien und Terrassenstufen.

A. Durch Nivellement bestimmt:

Nr.	Ort.	Anzahl d. Stufen.	Höhe über dem mittleren Wasserstande des Meeres, angegeben in			
			Metern	norweg. Fuss (= 0,31 m).		
1.	Ansnes	2	17,2	42,1	55	135
2.	Skaarliodden	2	(25)	38	(80)*	122**
3.	Viken	1	. . . . .	31,5 . . . . .	. . . . .	101
3b	Buviken	2	(18,5)	31,7	(59)	101
4.	Sandviken	3	14,5	31,6 35,4	47	101 113
5.	Grepstad	3	14,5	34,1 38,5	47	109 123
6.	do.	2	14,5	38,4	47	123
6b	Bakkejord	2	14,5	38,4	47	123
6c	Skognes	1	18,4 . . . . .	. . . . .	59	
7.	Finland (Sletnes)	2	16,7	39,2	53	125
7b	Krabbenes	2	16,4	39	52	124
7c	Kragnes	2	16,4	38	52	121
7.	Fogedelv	2	(16,4)	35	(52)	112
14.	Myren	2	16,2 24,9 . . . . .	. . . . .	52 80	
9.	Maken	1	. . . . .	27,8	89	
9b	Simavik	3	13,9	31,9	44	102 129
10.	Ytre Kaarvik	1	22,5	40,4	72	
11.	Seihulfjord	2	24,7	48,5	80	155
12.	Malangseide	1	25,4 . . . . .	. . . . .	81	
12b	Middagsnes	1	25 . . . . .	. . . . .	80	
12c	Hestnes	1	25,9 . . . . .	. . . . .	83	
13.	Kalsletten	1	19,3 . . . . .	. . . . .	62	
15.	Moviken	1	. . . . .	42 . . . . .	. . . . .	134
15b	do.	2	17,8	42,6	57	136
16.	Bredviken	1	. . . . .	40,6 . . . . .	. . . . .	129
17.	Ringvatsö(Langsund)	2	. . . . .	36,2 . . . . .	. . . . .	116
18.	Renö (Langsund)	2	14,7	37,1	47	118
19.	Finkroken	2	15,5	38,9	50	124
20.	Ulfnes***)	1	. . . . .	58,7 . . . . .	. . . . .	187

B. Nur durch Barometermessung bestimmt:

Sletnes-Bukskind	2	18,8	48,6	60	155
Gibostad	1	17,5 . . . . .	. . . . .	56	
Gangsaas	1	. . . . .	49,2 . . . . .	. . . . .	157
Andersdal	1	19,4 . . . . .	. . . . .	62	
Ramfjordnes	1	19,4 . . . . .	. . . . .	62	
Lökslet (Ramfjord)	1	19,4 . . . . .	. . . . .	62	
Kristofferjord	1	19,4 . . . . .	. . . . .	62	
Fagerelv	1	19,4 . . . . .	. . . . .	62	

*) Die in Parenthese gesetzten Zahlen sind nur mit dem Barometer gefunden.

**) Die Zahlen mit grösserem (fetterem) Druck bezeichnen in anstehenden Fels eingeschrittene Strandlinien.

***) Dass der Verfasser ganz übersehen hat, die Ulfneslinien (welche auch auf der Karte eingetragen sind) specieller zu beschreiben, bemerkte der Uebersetzer leider erst bei der Druck-Correktur, als es zu einer Anfrage in Tromsø bereits zu spät war.

Anm. d. Uebers.

zur vorliegenden Abhandlung gehörigen Karte hinaus finden werden.

Von den in anstehenden Fels eingeschnittenen Linien lassen sich so wahrnehmen:

Die Ulfnes-Linie, 58,7 m = 187' über dem mittleren Meeresstande — in einer Länge von 11 Kilom.

Die Sletnes-Bukskind-Linie 48,6 m = 155' über dem mittleren Meeresstande — in einer Länge von 11 Kilom.

Die Movik-Linie 42,4 m = 135' über dem mittleren Meeresstande — in einer Länge von 5 Kilom.

Eine vermuthlich in derselben Höhe liegende Linie ist weiter nördlich zwischen den Gaarden Skiddenelv und Snarby in einer Länge von ungefähr 5 Kilometern zu sehen.

Die Brevik-Linie, 40,6 m = 129' über dem mittleren Meeresspiegel in einer Länge von ungefähr 3 Kilom., um den nördlichen Theil der Insel Tromsø.

Die Grepstad-Kragnes-Linie 38,6 m = 123' über dem mittleren Meeresspiegel in einer Länge von ungefähr 50 Kilom., wovon jedoch eine längere Unterbrechung zwischen Strømmen und Haukebotten in einer Ausdehnung von 9 Kilom. abzuziehen ist.

Mit dieser Linie kann ferner in Verbindung gebracht werden:

Die Finkrok-Linie an der Ostseite von Renö längs des Grötsundes 38,9 m = 124' über dem mittleren Meeresspiegel in einer Länge von 20 Kilom., indem sie vermuthlich längs der ganzen Insel und also ausserhalb der Grenzen der Karte fortsetzt.

Die östliche Langesunds-Linie längs der Westseite von Renö 37,1 m = 118' über dem mittleren Meeresspiegel in einer Länge von ungefähr 20 Kilom.

Die westliche Langesundslinie längs der Ostseite von Ringvatsö, 36,2 m = 116' über dem mittleren Meeresspiegel, etwa 20 Kilom. lang.

Diese beiden letztgenannten Linien bilden nahezu Theile eines und desselben Liniensystems.

Die Vik- und Buvik-Linie, 31,7 m = 101' über dem mittleren Meeresspiegel, in einer Länge von 5 Kilom.

Die Maken-Linie (am Kvalsund) 27,9 m = 89' über dem mittleren Meeresspiegel, in einer Länge von 3 Kilom.

Von ausgeprägteren Terrassenbildungen sind zu spüren:

Die Malangseid-Linie, 25,4 m = 81' über dem mittleren Meeresspiegel in einer Länge von 12 Kilom.

Die Kalslet-Linie mit der Ramfjordlinie 19,5 m = 62' über dem mittleren Meeresspiegel in einer Länge von 17 Kilom.

Die Movik-Linie (zwischen Movik-Vaagnes) 17,9 m = 57' über dem mittleren Meeresspiegel in einer Länge von 13 Kilom.

Die Finland-Kragnes-Linie, 16,6 m = 53' über dem mittleren Meeresspiegel, in einer Länge von 18 Kilom.

Die Grötsund-Linie 15,5 m = 50' über dem mittleren Meeresspiegel, in einer Länge von 20 Kilom.

Die Sandvik-Mjelle-Linie 14,7 m = 47' über dem mittleren Meeresspiegel, in einer Länge von 15 Kilom.

Wie aus der vorstehenden schematischen Uebersicht hervorgeht, liegen die verschiedenen Stufen nach ihrer Höhe über dem Mittelwasserstand des Meeres so nahe bei einander, dass die mittlere Höhendifferenz zwischen zwei auf einander folgenden Stufen in dem Niveau zwischen 44' und 136' über dem jetzigen Meeresspiegel ungefähr 7' (2,2 m) beträgt, während die Maximaldifferenz hier nirgends 12' (3,8 m) übertrifft. Es wird hieraus wohl hervorgehen, dass die Stufen im grossen und ganzen nicht an bestimmte Niveaus gebunden sein können, sondern dass ihre Nachweisung in Wirklichkeit in jeder beliebigen Höhe zwischen den obengenannten Grenzwerten erwartet werden kann. Es scheint auch von vornherein, dass alle Wahrscheinlichkeit dafür sein muss, dass die genannten Differenzen sich beständig verringern werden, wenn umfassendere Untersuchungen über ein immer weiteres Gebiet ausgedehnt werden.

Vielleicht wird sich ergeben, dass das Gleiche auch für die Niveaus von 136' (42,7 m) aufwärts bis zu den höchst gelegenen Strandlinien gilt. Doch ist die Zahl der Linien, welche bisher in dieser Höhe nachgewiesen sind,

noch zu klein, um daraus schon jetzt in dieser Hinsicht bestimmtere Schlüsse ziehen zu können.

Ferner wird aus dem Obigen auch hervorgehen, dass unter den zahlreichen Stufen mehrere sind, welche in Gestalt kürzerer Stücke und zugleich ganz lokal auftreten, während andere wiederum sich in langen zusammenhängenden Läufen hinziehen und überdies längs verschiedener in orographischer Hinsicht ganz abgesonderter Landgebiete hervortreten können.

In einer früheren Abhandlung⁹⁾ habe ich geglaubt, streng zwischen den in anstehenden Fels eingeschnittenen Strandlinien und den aus losem Material erbauten Terrassenbildungen scheiden zu müssen, wiewohl ich gleichzeitig auch darauf aufmerksam machte, dass nach mehreren Seiten hin bestimmte Beziehungen zwischen diesen beiden Hauptklassen nachweisbar seien. Die späteren Untersuchungen scheinen auf eine stärkere Verbindung zwischen den hier erwähnten beiden verschiedenen Liniensystemen hinzuweisen, als früher eigentlich vorausgesetzt. An manchen Stellen zeigen so unter anderem die unteren Stufen, welche im allgemeinen zunächst als aus losem Material erbaute Terrassenbildungen zu bezeichnen sind, sich stückweise in anstehendes Gestein eingeschnitten, wie die unterste Sandvik-Linie (Nr. 4) und die untere Ansnes-Linie (Nr. 1). Trotzdem müssen sie aber doch im grossen und ganzen unter etwas verschiedenartigen Verhältnissen gebildet sein, so dass eine Trennung in dieser Hinsicht auch fernerhin als vollständig berechtigt angesehen werden muss.

Hinsichtlich der Strandlinienbildungen, welche oben als in anstehendes Gestein eingeschnitten bezeichnet sind, muss ich bemerken, dass es nicht immer leicht ist zu entscheiden, ob die Sache sich auch wirklich so verhält. Wo anstehendes Gestein nicht nur in der dahinter liegenden Stosslehne, sondern auch in der sogenannten Wegbahn der Stufe zu Tage tritt, ist natürlich kein Zweifel. Ein solcher kann wohl auch da nicht aufkommen, wo man zwar die breite Wegbahn mit losem Material, in der Regel Moor, überdeckt finden kann, aber anstehendes Gestein ausser in der dahinter liegenden Stosslehne auch an dem aussenseitigen

Rande der Stufenfläche hervortritt. Zweifelhafter kann die Sachlage dagegen erscheinen, wo nicht nur die eigentliche Stufenfläche mit ansehnlichen Moorlagen überdeckt ist, sondern auch an dem äusseren Abhang nur loses Material nachzuweisen ist. Wenn auch das anstehende Gestein in der vom inneren Rande der Stufenfläche aufragenden Stosslehne zu Tage tritt, könnte doch eine Möglichkeit sein, dass die Stufenfläche selbst in aufgehäuften Alluvialmassen abgesetzt wäre. In solchem Falle würde man hier nicht eine Strandlinie, sondern eine Terrassenstufe vor sich haben, indem Alluvialmassen sich in der Strandzone am Abhang einer älteren Felswand aufgesammelt hätten, welche allerdings während der Terrassenbildung dem Brechen der Brandung ausgesetzt gewesen wäre. Sofern man sich hier nur an das Verhältniss in der einzelnen Lokalität hält, kann die Frage sich in dieser Hinsicht, wie gesagt, oft zweifelhaft genug stellen. Indess wird auch hier oft Gelegenheit sein, auf sie eine recht befriedigende Antwort zu erhalten, wenn man die Strandlinie auf eine grössere Strecke hin untersucht. Zeigt es sich, dass dieselbe Strandlinie unter den wechselnden Verhältnissen ihres Laufes stellenweise unzweifelhaft in anstehendem Gestein ausgeprägt ist, so ist aller Grund, dieses Verhältniss als für die ganze Linie geltend anzusehen.

Die Linien, welche in dem obigen Verzeichniss als in anstehenden Fels eingeschnittene Strandlinien bezeichnet sind, enthalten also an verschiedenen Stellen auf kürzere oder längere Strecken Zeugnisse, welche unzweifelhaft nach dieser Richtung weisen. Als die am meisten typisch ausgeprägten unter denselben können besonders die höhere Linie zwischen Grepstad und Mjelle und die Ulfnes-Linie längs des Ulfsfjordes hervorgehoben werden.

Die in anstehendes Gestein eingeschnittenen Strandlinien sind in der Regel stark ausgeprägt. Stellenweise tritt jedoch die eigentliche Stufenfläche (die Wegbahn) ganz zurück, und ist die Linie selbst wesentlich entweder durch eine steil aufsteigende Bergwand (die Stosslehne), oder auch durch den unteren Rand von Schottermassen bezeichnet, welcher auf lange Strecken sich in horizontalem Lauf hin-

zieht. An Ort und Stelle selbst kann die Linie in solchem Falle oft schwierig genug nachzuweisen sein, während sie dagegen bei günstiger Beleuchtung in der Entfernung sich scharf und bestimmt abhebt.

Die steile bis vertikale Wand der Stosslehne kann in der Höhe, selbst bei einer und derselben Linie, ganz beträchtlich variiren. Während die Höhe an manchen Stellen bis auf 10' (3,1 m) heruntergehen kann, kann sie an anderen bis ungefähr 80' (25 m) erreichen. Die Stosslehne tritt bei den Strandlinien am häufigsten in Gestalt steiler bis vertikaler, zum Theil sogar einwärts geneigter (überhängender) Wände anstehenden Gesteines auf, oft jedoch auch als ein Saum (Brem) von Schotter und nicht so ganz selten auch als scharf markirte grasbewachsene Wälle.

Die niedrigeren Terrassenstufen (welche also ganz in losem Material abgesetzt sind) treten in der Regel keineswegs so deutlich hervor wie die eigentlichen Strandlinien. Obwohl sie auch als ein Ganzes auf lange Strecken hin und in derselben Horizontallinie ziehend zu verfolgen sein können, verlieren sie sich hierbei doch sehr häufig stückweise und treten dabei in weit höherem Grade als die vorigen vorwiegend als Bruchstücke eines grösseren Linien-systems auf.

Vom Strande ab steigt das Land theils — und dies ist am häufigsten der Fall — unter allmählicher und langsamer Abdachung zur untersten Terrassenstufe an. In diesem Falle fehlt meist die eigentliche Stufenfläche und die Linie ist hier zunächst durch die innere, steil ansteigende Stosslehne bestimmt, welche in der Regel hübsche mit Gras bewachsene Wälle bildet. Theils kann aber das Land vom Meeresufer ab auch unter steiler Böschung — also mit einer scharf ausgeprägten Stosslehne — zur Stufenfläche emporsteigen, welche sich dann als eine allmählich ansteigende Fläche zum Rande der inneren Stosslehne (in der Regel ein ziemlich scharf markirter grasbewachsener Wall) hin erhebt. Fig. 12 giebt eine Darstellung des letzteren Falles, bei den übrigen Figuren dagegen kommt der erstere zur Anschauung.

In einer und derselben Linie können diese verschiedenartigen Verhältnisse häufig mit einander abwechseln. An manchen Stellen — so namentlich längs des Ramfjordes — ist die untere Stosslehne in der Regel stark und charakteristisch ausgebildet, während bei den meisten anderen Linien in dieser Hinsicht ein häufiger Wechsel sich geltend macht.

Während die eigentliche Stufenfläche bei den in anstehendes Gestein eingeschnittenen Strandlinien oft eine in der Richtung von innen nach aussen fast vollständig horizontale Ebene bildet, zeigen dagegen die Stufenflächen der Terrassenbildungen, wo sie schärfer ausgeprägt sind, meist eine augenfällige Neigung nach aussen. Bei mehreren Linien ist das Neigungsverhältniss durch das Nivellement näher bestimmt. Es fällt öfter zwischen dieselben Grenzen, welche gegenwärtig an diesen Küsten den Höhenunterschied zwischen Fluth und Ebbe bezeichnen, d. h. zwischen 7—9' (2,2—2,8 m).

Bekanntlich brachte der französische Geologe Bravais¹¹⁾ von seinen am Ende der dreissiger Jahre vorgenommenen Untersuchungen der Strandlinien im nördlichen Norwegen als Ergebniss mit, dass eine und dieselbe Strandlinie nicht in horizontalem Lauf sich hinzieht, sondern dass sie vielmehr in der Richtung von der Küste nach innen ein beständiges Ansteigen zeigt. Dieser Schluss Bravais' ist bis in die neueste Zeit als eine wissenschaftliche Thatsache hingestellt worden und hat namentlich einen der Ecksteine für die Lehre gebildet, dass die allmählichen säcularen Niveauveränderungen durch die Hebung des Landes bei einem stabilen Meeresstande bedingt seien.

In ein paar früher veröffentlichten Abhandlungen¹²⁾ habe ich indess einerseits dargethan, dass Bravais' Schluss

11) M. A. Bravais, Sur les lignes d'ancien niveau de la mer dans le Finmark, Paris 1842. (Extrait de l'ouvrage intitulé: Voyages de la commission scientifique du nord en Scandinavie, en Laponie etc.)

Anm. d. Uebers.

12) Siehe Anm. 9 (S. 797) und K. Pettersen, Continentalmassers langsomme seculare Stigning eller Saenkning (die langsame säculare Hebung oder Senkung der Continentalmassen), in Tromsø Museums Aarshefter, I, 66—76 (Tromsø 1878).

sich nicht auf solche Voraussetzungen oder Beobachtungen stützte, dass ihm vorläufig eine wissenschaftliche Berechtigung beigelegt werden könnte. Und auf der andern Seite machte ich ferner geltend, dass die Beobachtungen, welche ich im letzten Jahre nach dieser Seite hin in der Umgegend von Tromsö gemacht, keineswegs eine solche Schlussfolgerung zu unterstützen schienen. Auf jeden Fall war es offenbar, dass die von Bravais für die Linie Hammerfest—Alten aufgestellte Steigung von ungefähr 5 m auf die (norweg.) Meile (11 Kilom.) keineswegs für die Linien in der Umgegend Tromsös nachweisbar war, während alles darauf hinzudeuten scheint, dass die Hebungsverhältnisse für das Amt Tromsö und West-Finmarken in der post-glacialen Zeit im übrigen auf das engste zusammengefallen sein müssen.

Ohne übrigens dann mit grösserer Bestimmtheit Bravais' Schluss ganz abweisen zu können, machte ich geltend, dass genauere und umfassendere Untersuchungen erforderlich seien, ehe diese Frage endgültig beantwortet werden könnte.

Bei meinen Untersuchungen im letztverflossenen Sommer habe ich natürlich meine Aufmerksamkeit beständig auf diesen Punkt gerichtet gehabt. Ich fühle mich auch verpflichtet, in dieser Hinsicht mitzutheilen, dass ich, trotzdem ich an diese Untersuchungen mit einer stark befestigten persönlichen Ueberzeugung von gegentheiliger Richtung ging, doch öfters mich nicht wenig versucht fühlte, dem Schluss Bravais' eine reellere Berechtigung beizulegen. So ergab sich durch das Nivellement, dass die folgenden Liniensysteme, deren absolute Höhe über dem Meeresspiegel doch nicht mehr variirt, als dass ich sie früher auf Grund von Barometerbeobachtungen auf einigemassen dasselbe Niveau zurückführte, gleichwohl in Wirklichkeit eine Steigung in der Richtung von West nach Ost zeigten. Bei Grepstad beträgt die Höhe der Linie 123', bei Sletnes (Finland) auf der Ostseite von Kvalö 125', bei Bredviken auf Tromsö 129', bei Moviken auf der Ostseite des Tromsö-Sundes 134 bis 136'. Auf Renö wurde die Höhe der Linie längs der Westseite der Insel am Langsund zu 118', dagegen längs der Ostseite am Grötsund zu 124' gefunden. Ferner ist

aus der schematischen Uebersicht zu ersehen, dass die tiefst gelegenen in anstehendes Gestein eingeschnittenen Strandlinienbildungen am weitesten westlich auftreten, mit andern Worten, dass die Strandlinienbildung im ganzen eine Tendenz hat, in immer tiefere Niveaus herunterzugehen, je weiter man nach Westen kommt. Falls diese in verschiedenen Niveaus gelegenen Linien Theile eines und desselben Liniensystemes wären, würde hier offenbar eine Steigung von der Küste nach innen zu vorliegen, wenn auch in einem weit geringeren Massstabe als die, welche Bravais für die Linie Hammerfest—Alten angegeben hat.

Nähere Untersuchungen werden es jedoch einleuchtend machen, dass die Verhältnisse hier in Wirklichkeit nicht dazu angethan sind, Bravais' Schluss zu unterstützen.

Betrachtet man so z. B. die so stark ausgeprägte Kvalö-Linie, welche von Grepstad ostwärts längs der Südseite von Kvalö und weiter längs der Ostseite dieser Insel hinzieht, so sieht man mit einem Blick auf die Karte, dass der bei Krabbenes gelegene Ostpunkt der Linie ungefähr $2\frac{1}{2}$ Meile östlich von Grepstad liegt. Aus den verschiedenen Nivellements, welche zur Bestimmung der Höhe dieser Linie über dem Mittelwasserstand des Meeres ausgeführt sind, geht hervor, dass die Höhe überall fast vollständig dieselbe ist. Bei Sletnes (Finland) wurde allerdings eine Höhe von 125' gefunden, welche also die Mittelhöhe der Linie um 2' übertrifft. Aber hier ist die Wegbahn stark mit Moor überdeckt, und wenn man bis auf den festen Untergrund herunter gräbt, wird die wirkliche Höhe der Stufenfläche sich mindestens auf dieselbe Höhe reduciren, welche für das Liniestück Grepstad—Mjelle nachgewiesen ist. Bei Krabbenes beträgt die Höhe 124', eine Differenz, welche zu klein ist, um hier sonderlich in Betracht kommen zu können. Man kann also sagen, dass die Linie hier auf diesem ganzen Strich fast vollständig in derselben Horizontal-Ebene liegen muss, während sie, wenn die Hebung nach dem von Bravais angegebenen Massstabe vor sich gegangen wäre, bei Krab-

benes ungefähr 12 m = 38' höher liegen müsste als bei Grepstad.

Die Höhe der Linie am Grötsund beträgt nach dem Nivellement bei Finkroken 124' und fällt also hier so sehr mit der Höhe der Stufe bei Grepstad zusammen, dass aller Grund vorhanden zu sein scheint, diese durch breite Sundläufe ganz von einander getrennten Linien als Theile eines und desselben Liniensystems zusammenzustellen. Nach dem von Bravais aufgestellten Steigungsverhältniss würde die Grötsundlinie in solchem Falle etwa 20 m = 64' höher liegen als die Linie bei Grepstad.

Aber selbst angenommen, dass ein deutlicher Höhenunterschied zwischen Linien, je nachdem sie weiter nach Osten liegen, nachweisbar ist, so liegt darin an und für sich durchaus kein direkter Beweis für die Berechtigung von Bravais' Schluss. Denn dazu gilt es vor allen Dingen, den unmittelbaren Beweis zu führen, dass diese Linien wirklich Theile eines und desselben Liniensystemes sind. Wenn die Linien Schritt für Schritt verfolgbar sind, wird der Sachverhalt in dieser Hinsicht sich klar stellen können. Schwieriger, um nicht zu sagen unmöglich, wird es dagegen sein, die Identität von in verschiedener Höhe liegenden Linien nachzuweisen, wenn sie durch breite Sundläufe vollständig von einander getrennt auftreten. Nur in dem Falle, dass solche Linien in fast völlig übereinstimmender Höhe liegen, kann die Identität als ausgemacht gelten.

Ein Beispiel wird lehren, wie leicht man in dieser Beziehung Gefahr laufen kann, falsche Schlüsse zu ziehen, und wie vorsichtig man sein muss, um hier nicht auf die falsche Fährte zu gerathen.

Wie aus der Einzelbeschreibung hervorgeht, liegt die Linie bei Viken am Ausgang des Malang (Nr. 3) in einer Höhe von 101', die höchste Linie bei Sandviken (Nr. 4) 113' und die höchste bei Grepstad (Nr. 5 u. 6) 123' hoch. Die Liniensysteme sind oft nicht in vollkommen zusammenhängendem Lauf auf eine längere Strecke hin zu verfolgen, indem dann und wann eine und die andere kürzere oder längere Unterbrechung, meist durch Quereinschnitte verursacht, eintreten kann. Für denjenigen,

welcher aus der Entfernung ein Liniensystem verfolgt, wird es gleichwohl wie eine im wesentlichen zusammenhängende Linie erscheinen, indem man von vornherein versucht ist, die Bruchstücke zu einem Ganzen zu verknüpfen. Wer von der See aus die Linien von Grepstad bis Viken hinaus verfolgt, wird, wenn er keine Gelegenheit zu näherer Untersuchung hat, zu der Annahme geneigt sein, dass die obersten Linien hier Theile eines und desselben Liniensystemes bilden. Folgt man den Linien, also nicht gerade Schritt für Schritt, und eine Messung wird zuerst bei Viken, dann bei Sandviken und endlich bei Grepstad vorgenommen, so wird man hier eine beständige Steigung von der Küste nach innen zu finden, und man müsste dann unzweifelhaft auf einen ähnlichen Schluss geführt werden wie der, welchen Bravais für die Linie Hammerfest—Alten gezogen hat. Nähere Untersuchungen werden indess auf das klarste dathun, dass der Sachverhalt hier in Wirklichkeit ein ganz anderer ist.

Wie aus der schematischen Uebersicht hervorgehen wird, ist auf einer kürzeren Strecke über Grepstad in einem Niveau, welches nur 14' unter der höchsten Linie (123') liegt, eine andere gleichfalls in anstehenden Fels eingeschnittene Strandlinie vorhanden. Hier hat man also in zwei verschiedenen jedoch nahe an einander liegenden Niveaus zwei aufeinander folgende in anstehenden Fels eingeschnittene Strandlinien. Weiter hinaus gegen Sandviken brechen die Grepstadlinien bei einer breiteren Blocklagerung (Urd) ab, und auf der anderen Seite derselben tritt die Sandviklinie dem Nivellement zufolge in einer Höhe von 113' auf. Es ist also offenbar, dass die Sandviklinie hier nicht mit der höheren Grepstadlinie zusammenzustellen sein kann — ein Schluss, zu dem man vielleicht hätte geführt werden können, wenn nicht hier auf einer ganz kurzen Strecke das niedrigere Linienstück bei Grepstad in einer Höhe beobachtet worden wäre, welche weit näher mit der Höhe der Sandviklinie zusammenfällt. Weiter nördlich hört die Sandviklinie bei einem breiteren Einschnitt in die Felsmasse auf, und auf der anderen Seite dieses Einschnittes tritt die Buviklinie in einer Höhe von 101' auf. Bei Sand-

viken ist ausser der höheren Linie von 113' auch noch eine tiefere von 101' vorhanden. Es wird also auch hier offenbar sein, dass die Buviklinie und die Viklinie nicht mit der höheren Sandviklinie und noch weniger mit der höheren Grepstadlinie, sondern vielmehr mit der niedrigeren Sandviklinie zusammenzustellen sind, welche nach dem Nivellement in einer ihnen ganz entsprechenden Höhe liegt. Es wird hieraus hervorgehen, dass hier nicht eine Steigung in einem und demselben Liniensystem in der Richtung von der Küste nach innen zu nachzuweisen ist, sondern dass dagegen mehrere von einander vollkommen unabhängige Strandlinienstufen vorliegen, welche gewissermassen treppenartig in der Richtung von der Küste nach innen zu ansteigen. Die in anstehendes Gestein eingeschnittenen Strandlinien können also in verschiedenen Niveaus auftreten, welche unter einander verhältnissmässig ganz unbedeutend variiren können, aber gleichwohl Theile vollständig von einander unabhängiger Liniensysteme bilden.

Aber auf der andern Seite ist es auch nicht ausgemacht, dass alle beliebigen Linien, welche in etwas differirenden Höhen vorkommen, darum auch unbedingt als ursprünglich in verschiedenen Niveaus abgesetzt anzusehen wären. So liegt nach den Messungen die Moviklinie etwas höher als die Kvalölinie und die Grötsundlinie, aber die Abweichung ist doch nicht grösser, als dass doch, unter gewissen Voraussetzungen, eine Möglichkeit sein könnte, dass sie auf ein und dasselbe Liniensystem zurückzuführen wären. In dieser Hinsicht kann hier darauf hingewiesen werden, dass die innere Stosslehne der Strandlinie längs der Süd- und Ostseite von Kvalö in der Regel eine weit grössere Höhe zeigt als die Stosslehne der Moviklinie. Da scheint die Möglichkeit nicht ganz ausgeschlossen, dass die Strandlinienbildung hier zum Theil gleichzeitig vor sich gegangen ist, dass aber der Bildungsprozess an der Küste von Kvalö noch eine Zeit lang fortgedauert hat, als er am Tromsö-sund bereits abgeschlossen war. In solchem Falle ist es hier auch nicht nöthig, an ungleichartige Hebungsverhältnisse des Landes zu denken. Ein solcher Schluss könnte nämlich auch auf die Voraussetzung gegründet werden, dass

die Strandlinienbildung sich bei allmählicher und langsamer Hebung des Landes vollzogen, und der Ausnagungsprozess dabei am oberen Rande der Stosslehne begonnen hat.

Wenn von Strandlinien nachgewiesen wird, dass sie in verschiedenen Höhen über dem jetzigen Meeresspiegel liegen, so wird indess von vornherein stets am ehesten Grund sein, sie als von einander unabhängig hinzustellen, es müssten denn im einzelnen Falle direktere Zeugnisse dafür vorliegen, dass sie wirklich als Glieder eines und desselben Liniensystemes anzusehen sind.

Für Bravais' Behauptung, dass die Strandlinien in der Richtung von der Küste zum Binnenlande nicht horizontal liegen, sondern vielmehr eine beständige Steigung zeigen, liegt somit bis jetzt keinerlei unmittelbarer Beweis vor. Im Gegentheil scheint alles mit ziemlicher Bestimmtheit darauf hinzuweisen, dass seine Schlussfolgerung auf unvollständigen und schief gedeuteten Beobachtungen beruht.

Und doch ist Bravais' Schluss nach einer Seite hin eine gewisse Berechtigung zuzuerkennen.

Es scheint nämlich unverkennbar, dass die Linienbildung im ganzen in den inneren Sund- und Fjordläufen in höheren Niveaus auftritt als in den äusseren Küstengegenden. Die Bedingungen für die Strandlinienbildung scheinen im grossen und ganzen in den inneren Sundläufen früher als in den äusseren Küstenstrichen vorhanden gewesen zu sein — ebenso wie die Strandlinien auch in den ersteren schärfer ausgeprägt auftreten als in den letzteren.

Es ist dies ein Verhältniss, welches sich nicht nur bei den eigentlichen in anstehendes Gestein eingeschnittenen Strandlinien, sondern auch bei den aus losem Material bestehenden Terrassenbildungen geltend macht.

Was diese letzteren anbetrifft, so ist da die Erklärung hierfür wohl darin zu suchen, dass die Schlamm- und Sandbildung, welche ein Resultat der Erosion ist, in Folge dessen von dem Erosionsgebiet abhängig sein muss. Dies ist natürlich am grössten in den weiten Binnenlandstrichen, aus welchen die Alluvialmassen durch zahlreiche grössere und kleinere Flussläufe hinausgeführt und durch Strömungen weiter

transportirt werden. Die Alluvialmassen müssen sich also längs des Strandes in einem von innen nach aussen zur Küste hin abnehmenden Massstabe aufhäufen, und die Bedingung für die Terrassenbildung demnach im grossen und ganzen um so früher eintreten, je näher der Ort dem Innersten der Fjorde, und um so später, je weiter er nach aussen liegt.

Bezüglich der in anstehenden Fels eingegrabenen Strandlinien wird es dagegen für jetzt schwieriger sein, eine befriedigendere Erklärung für jenes Verhältniss zu finden. Diese Frage ist auch so eng mit derjenigen nach der Strandlinienbildung im ganzen verknüpft, dass ihre Beantwortung erst dann erwartet werden kann, wenn diese einigermassen erledigt ist.

Wir wollen uns nun in dem Nachfolgenden etwas näher mit der Frage nach dem Bildungsprocess der Terrassen und Strandlinien beschäftigen.¹³⁾

In dieser Hinsicht kann für die ersteren die Sache bereits als im wesentlichen entschieden angesehen werden. In einer früher veröffentlichten Arbeit „Terrassenbildungen und alte Strandlinien, zweiter Beitrag“¹⁴⁾ habe ich diese Frage näher erörtert, und die Beobachtungen, welche ich später zu machen Gelegenheit hatte, haben die dort geltend gemachte Auffassung weiter bestärkt. So ist da namentlich darauf hingewiesen, wie die steile Endfläche der Terrassenstufe (die untere Stosslehne) in ihrer Existenz meist davon abhängig ist, ob das Material der Terrasse aus Thon oder aus gröberem und feinerem Sand besteht. Im ersteren Falle wird die Bedingung für die Entstehung einer stärker ausgeprägten Stosslehne vorhanden sein, im letzteren dagegen wird diese in eine langsam ansteigende schiefe Ebene übergehen. Der so häufige Wechsel, welchen man in

13) Ueber die verschiedenen Anschauungsweisen, welche bei der Erörterung dieser Frage zur Geltung gekommen sind, ist Näheres in folgender Schrift zu finden: „Ueber ehemalige Strandlinien in anstehendem Fels in Norwegen“ von Dr. Richard Lehmann, Halle a/S., 1879.

14) Karl Pettersen, Terrassedannelser og gamle Strandlinier, andet Bidrag. Arch. for Math. og Naturv., IV, 167—179 (Christiania 1879).

dieser Hinsicht längs einer und derselben Linie beobachten kann, findet demnach seine natürliche Erklärung in der ungleichartigen Beschaffenheit des vorhandenen Materiales. Gleichzeitig muss jedoch hervorgehoben werden, dass die Bildung einer steileren Stosslehne stellenweise doch auch ein Ergebniss der Meereserosion an einem aus Alluvialmassen zusammengesetzten Unterlande sein kann.

Ganz anders stellt die Sache sich in solcher Hinsicht bezüglich der Frage der in anstehendes Gestein eingeschnittenen Strandlinien. Hier ist es offenbar, dass noch nothwendige Voraussetzungen fehlen, um hierüber voll berechnigte Schlüsse ziehen zu können.

In dieser Beziehung sei jedoch vorläufig bemerkt, dass die Strandlinien aller Wahrscheinlichkeit nach innerhalb der eigentlichen Strandzone entstanden sein müssen. Die vollständige Correspondenz zwischen Strandlinien und Terrassenstufen, da wo die Linien durch transversale Thaleinschnitte unterbrochen werden, und ferner der meilenweite horizontale Lauf der Strandlinien sind Verhältnisse, welche mit aller Bestimmtheit hierauf hinzuweisen scheinen. Dazu kommt ferner das oben erwähnte Verhältniss bei der Buviklinie — nämlich die dort auftretende Höhlenbildung, welche von der Stufenfläche aus sich in die dahinter liegende Bergmasse hineinzieht und unzweifelhaft der Meereserosion entstammen muss.

Aehnliches findet sich auf Ljösö, ausserhalb des Kvalsundes. Dass die See mit ihrer Brandung ein bedeutsamer Faktor bei der Strandlinienbildung gewesen sein muss, kann daher wohl als ausgemacht gelten. Eine andere Frage dagegen ist es, ob vielleicht Grund vorhanden ist, auch eine Beihülfe noch anderer wesentlich wirkender Kräfte anzunehmen. In dieser Hinsicht muss ich bemerken, dass auf jeden Fall verschiedene Verhältnisse zu beobachten sind, welche — soweit ich sehen kann — sich nicht wohl mit der Annahme vereinbaren lassen, dass das Meer mit seiner Brandung hierbei der nahezu ausschliessliche Faktor gewesen ist.

Als solche will ich in der Kürze die folgenden Punkte aufführen:

1. Es ist früher gezeigt worden, wie die Strandlinien in dem hier behandelten Gebiet an den verschiedenen Stellen in höchst verschiedenen Niveaus auftreten können. Indess deutet einerseits alles darauf hin, dass das Land in diesen Gegenden im grossen und ganzen während der postglacialen Zeit ziemlich gleichartigen Niveauperänderungen im Verhältniss zum Meeresspiegel unterworfen gewesen ist. Und auf der andern Seite ist es gleichfalls als ausgemacht anzusehen, dass der Meeresspiegel in dem frühesten Abschnitt der postglacialen Zeit beträchtlich höher als selbst die höchsten in dem Vorhergehenden hier aufgeführten Strandlinien gestanden hat. Wären die Strandlinien ganz und gar als ein Ergebniss der Erosionskraft des Meeres anzusehen, so müsste man doch wohl berechtigt sein anzunehmen, dass weit oberhalb der an jeder Stelle hier auftretenden höchst gelegenen Strandlinien wenigstens mehr oder minder schwache Spuren von noch älteren Linienbildungen nachweisbar sein müssten. Dies ist indess nach allen bisherigen Beobachtungen — und ich habe in dieser Hinsicht an zahlreichen verschiedenen Punkten nähere Untersuchungen angestellt — keineswegs der Fall. Mag man die Viklinie ins Auge fassen, welche in einer Höhe von 101' liegt, oder die Grepstadlinie, welche 123' hoch, oder endlich die Ulfneslinie, welche 187' über dem Meere liegt, so ist das Verhältniss hier überall dasselbe; oberhalb der genannten Linien ist nirgends eine Spur von früheren Strandlinienbildungen zu entdecken. Es kann wohl auch wenig Wahrscheinlichkeit dafür vorhanden sein, dass früher entstandene Strandlinien in solchen höheren Niveaus spurlos durch Verwitterung oder Erosion verwischt sein sollten. In solchem Falle würde es schwer halten, einen befriedigenden Erklärungsgrund dafür zu finden, dass z. B. die Ulfneslinie, welche als eine ebenso typisch ausgeprägte Strandlinienbildung auftritt wie die Grepstadlinie, ihr Gepräge bis heut bewahrt hat, während solche, welche, wie man annehmen könnte, früher über Grepstad in dem Niveau zwischen 123 und 187' über dem Meeresspiegel eingeschnitten wären, spurlos verschwunden sein sollten.

Ich glaube auch nicht, dass die Annahme, frühere Eis-

bedeckungen — möchten diese nun auf die eigentliche Eiszeit oder auf spätere glaciale Perioden zurückzuführen sein — hätten in dieser Hinsicht eine Schutzwehr gegen die ausnagende Thätigkeit der Meeresbrandung in der Strandzone gebildet, in befriedigender Weise die so stark abweichende Höhe erklären könnte, in welcher die höchst gelegenen Strandlinien selbst in nahe bei einander liegenden Gegenden vorkommen. Längs des Ulfsfjordes steigen nämlich die Berge in weit mächtigeren Massen empor, als an dem nahe gelegenen Tromsösund und auf Kvalö. Am erstgenannten Orte müssen also günstigere Bedingungen für eine weit stärkere Eisbildung vorhanden gewesen sein als in den letztgenannten Gegenden. Es scheint demnach wenig dafür zu sprechen, dass die Verhältnisse in dieser Beziehung längs des Ulfsfjordes eine frühere Strandlinienbildung begünstigt haben sollten als längs des Tromsösundes.

2. Die Strandlinienbildung tritt am häufigsten und ausgeprägtesten an den inneren und gegen die eigentlichen Meereswellen mehr geschützten Sundläufen, seltener und schwächer dagegen in den äusseren Küstenstrichen auf. Wäre die Meeresbrandung das wesentlich wirkende Agens für die Strandlinienbildung gewesen, so hätte man wohl erwarten dürfen, dass die Sache sich gerade umgekehrt verhielte. Dass früher eingeschnittene Strandlinien gerade in den äusseren Küstenstrichen, wo die Gewalt der Meeresbrandung am stärksten ist, am leichtesten der Zerstörung durch spätere Erosion ausgesetzt gewesen sein möchten, könnte allerdings für die eine und die andere einzelne Lokalität geltend gemacht werden, aber kaum in irgend welcher grösseren Allgemeinheit. Die Conturverhältnisse des Landes sind in diesen den Wogen des Meeres stärker ausgesetzten Gegenden ausserordentlich oft von der Art, dass frühere Strandlinienbildungen hier unzweifelhaft bis auf unsere Zeit herab hätten erhalten bleiben müssen.

3. Wenn das anstehende Gestein längs des Strandes aus geschichteten Bergarten besteht und die Schichten hierbei einen von der See abgewendeten Einfall zeigen, so werden vermuthlich günstige Bedingungen dafür vorhanden sein, dass die See mit ihren Brandungswellen erodirend auf

die tiefst gelegenen Schichten wirken kann. Rückt die Ausnagungsarbeit weiter vor, so werden die höher gelegenen Schichten hierbei ihren Stützpunkt verlieren und auf solche Weise durch Herunterstürzen eine Stosslehne mit ihren steilen bis senkrechten, bisweilen sogar überhängenden Wänden gebildet werden können. Ganz anders dagegen scheint die Sache sich stellen zu müssen, wenn die Schichten zur See hin einfallen. Dann ist wohl anzunehmen, dass die Erosionsarbeit unter solchen Umständen in der Regel nach den Absonderungsflächen der Schichten vor sich gehen wird. Ebenso wie in diesem Falle die Ausnagungsarbeit langsamer vorschreiten wird, wird aus ihr auch eine Stosslehne sich ergeben, welche am ehesten dazu kommen muss, einen Böschungswinkel zu zeigen, welcher dem Einfallswinkel der Schichten entspricht. Nun ist indess die Sache die, dass längs der Stosslehne — und oft sogar innerhalb ganz eng begrenzter Gebiete — starke Abweichungen in der Richtung der Linie im Verhältniss zur Schichtenstellung hervortreten können. Man sollte also hier von vornherein einigen Grund haben vorauszusetzen, dass der abweichende Einfallswinkel, unter welchem die Schichtenlagerung längs der Linie auftritt, der Stosslehne an den verschiedenen Punkten ein besonderes Gepräge geben müsste. Dies ist indess keineswegs der Fall. Der Einfallswinkel scheint auf die Steilheit oder Neigung der Stosslehne keinen Einfluss zu haben. So zieht sich die oben besprochene Strandlinie bei Ytre Kaarvik (Nr. 10) in einem starken Bogen hin, so dass die Schichten längs desselben sowohl von der Strandlinie weg als zu ihr hin einfallen können, ebenso wie die letztere sie auch quer durchschneiden kann. Trotzdem steigt die Stosslehne doch überall in einigermaßen gleichartiger Steilheit empor.

4. In der Ulfneslinie besteht die Stosslehne aus einem milden Thonglimmerschiefer, welcher häufig von Saussurit-Gabbro durchsetzt wird, der in mehr oder minder mächtigen Zügen transversal zur Strandlinie abfällt. Während der Thonglimmerschiefer der erodirenden Thätigkeit der Meeresbrandung günstige Bedingungen darbieten muss, wird dagegen der Saussurit-Gabbro vermöge seiner ungewöhn-

lichen Zähigkeit der Ausbrechungsarbeit einen vergleichsweise ausserordentlich starken Widerstand entgegensetzen. Hätte die Meeresbrandung hier für die Ausgrabung der Strandlinie das wesentliche Agens gebildet, so dürfte man doch wohl erwarten, in dem Laufe der Strandlinie die Spuren davon zu finden, dass die Erosion in Gesteinen von so höchst ungleicher Struktur vor sich gegangen. Es dürfte von vornherein wahrscheinlich sein, dass hier eine Strandlinie hätte hervorgehen müssen, welche sich regelmässig um die Gabbrozüge herum ausbuchtete. Der Gabbro würde in solchem Falle mehr landspitzenartig hervortreten, indem die Wegbahn der Strandlinie sich bei ihm verschmälerte und sich dagegen an den Stellen, wo sich der milde Schiefer findet, mehr verbreiterte. Dies ist indess keineswegs der Fall. Die Wegbahn, welche hier Schritt für Schritt auf weite Strecken hin verfolgt wurde, hat überall eine recht gleichmässige Breite, und diese scheint in jedem Falle ziemlich unabhängig davon zu sein, ob das in der Stosslehne zu Tage tretende Gestein Gabbro oder Schiefer ist. Gabbro und Schiefer wechseln auch häufig in der Stosslehne in sehr gleichmässigen zusammenhängenden Flächen. Hin und wieder können allerdings transversale steilere Einschnitte die Stosslehne spalten, aber diese sind in der Regel durch Herausfallen (Udras) namentlich in dem milden Schiefer entstanden. Es scheint auch offenbar, dass diese ein Werk der Zerstörung späterer Zeiten und also im wesentlichen von der eigentlichen Strandlinienbildung ganz unabhängig sind.

Die Moviklinie ist in ihrem südlichen Theile in ein hartes syenitartiges Gestein eingeschnitten, im nördlichen dagegen in Glimmerschiefer. Auch hier scheint die Strandlinie nicht in nachweisbarem Grade ein verschiedenartiges Gepräge durch die so höchst ungleichen Strukturverhältnisse dieser Bergarten erhalten zu haben.

5. In der untersten Stosslehne der niedrigeren Anneslinie, welche unmittelbar von der jetzigen Wasserstandslinie des Meeres emporsteigt, fand sich die Oberfläche aus einem milden Glimmerschiefer bestehend, welcher reich mit rothen Granaten erfüllt ist. Diese treten hier nicht

immer in ganzen Krystallkörpern auf der Oberfläche hervor, sondern sind vielmehr meist durchschnitten, so dass die durchschnittenen Flächen der Granaten hier mit der Oberfläche der Felswände zusammenfallen.

In der Strandzone besteht das Gestein in diesen Gegenden sehr häufig aus granatreichen Schieferen. Obwohl dem beständigen Brechen der See ausgesetzt, ist das Verhältniss hier doch, soweit die bisherigen Beobachtungen reichen, in der oben erwähnten Hinsicht ganz von dem bei Ansnes verschieden. Man sieht nämlich hier die das Gestein durchsetzenden Granaten in der Regel als kleine Knoten und in ihren ursprünglichen vollständiger entwickelten Krystallen über die Oberfläche hervorragen. Es scheint demnach, dass eigenthümlich scheuernde Kräfte ehemals in den Strandzonen bei Ansnes thätig gewesen sein müssen.

Allerdings können die hier erwähnten Verhältnisse beim Vorkommen der Strandlinien nicht an und für sich als entscheidendere Zeugnisse gegen die Annahme geltend gemacht werden, dass die Strandlinienbildung im wesentlichen auf die Erosionsfähigkeit des Meeres zurückzuführen sei. Doch darf ihnen gleichwohl von vornherein einige Bedeutung beigelegt werden — auf jeden Fall so lange, bis die nothwendigen Grundlagen vorliegen, um hierüber im ganzen ein sichereres Urtheil fällen zu können.

Ich habe früher an einer anderen Stelle¹⁵⁾, wie ich glaube, entscheidende Beweise dafür beigebracht, dass im nördlichen Norwegen das Aufsteigen des Landes im Verhältniss zum Meere für die untersten 10 bis 12 m ein langsames und gleichmässiges gewesen sein muss. Dieser Schluss kann auch weiter durch spätere Beobachtungen gestützt werden.

So ist oben bei der Beschreibung der Terrassenbildungen am Malangseide (No. 12) erwähnt, dass man in den unteren Partien der von dem jetzigen Meeresufer auf-

15) K. Pettersen, *Continentalmassers langsomme seculare Stigning eller Sacnkning*, Tromsø Museums Aarshefter, I, 66 ff. (Tromsø 1878).

ragenden Stosslehne mehrere dicht auf einander folgende horizontale Linien oder Rinnen, unzweifelhafte Spuren früherer Meeresniveaus, bemerkt. Aehnliches ist auch an anderen Stellen in diesen Gegenden zu beobachten. So sah ich im Vorbeifahren auf der Westseite des Malang etwas nördlich von der Einbiegung zum Rogsfjord eine grosse Anzahl dicht auf einander folgender horizontal laufender Linien vom Strande bis zu einer verhältnissmässig recht ansehnlichen Höhe hinauf sich hinziehen. Diese Beobachtungen zusammen mit den früher erörterten Erscheinungen auf Skatören auf der Insel Tromsø ¹⁵⁾, sowie auch das Vorkommen von Muschelbänken, welche an verschiedenen Stellen in vollständigem Zusammenhang von dem jetzigen Meeresufer bis zu einer Höhe von 10—12 m über demselben emporsteigen, legen auf das bestimmteste dafür Zeugniß ab, dass die vorhin erwähnte allmähliche und langsame Hebung nicht etwa nur auf die eine oder die andere einzelne Lokalität zu beziehen ist, sondern für grosse Gebiete des nördlichen Norwegens gilt.

Ferner ist von dem Liniensystem über Sandvik (No. 4) bei der Einzelbeschreibung erwähnt, dass die Stosslehne zwischen der ersten und zweiten Stufenfläche — hier also bis zu einer Höhe von etwa 100' über dem jetzigen Meeresspiegel — vom Fusspunkt bis zum obersten Rande hinauf mit kleinen Rollsteinen übersät ist, welche ganz das eigenthümliche Sondergepräge der Strandsteine tragen. Diese Erscheinung wird sich kaum anders erklären lassen, als unter der Voraussetzung einer allmählichen und langsamen Hebung der Stosslehne. Während der Quartärzeit müssen, wie schon früher erwähnt, aller Wahrscheinlichkeit nach im grossen und ganzen ziemlich gleichartige Hebungsverhältnisse nicht blos in den hier in Rede stehenden Gegenden, sondern auch weiter über viel grössere Gebiete hin geherrscht haben. Für diese Gegenden wird also hier ein Zeugniß dafür vorliegen, dass das Aufsteigen des Landes im Verhältniss zum Meere mindestens bis zu einer Höhe von ungefähr 100' (31 m) über dem gegenwärtigen Meeresspiegel ein allmähliches und langsames gewesen ist.

Hierzu kommt aber noch eine andere Erscheinung, welche möglicherweise darauf hindeuten könnte, dass die langsame und allmähliche Niveauveränderung vielleicht bis zu noch grösserer Höhe hinauf anzunehmen ist.

In einer neuerdings veröffentlichten Abhandlung¹⁶⁾ wird in der Kürze erörtert, dass man häufig an den steilen bis senkrechten Felswänden eine eigenthümliche firnissartige dünne Haut von fettigem Glanze bemerkt. Dieser hautartige Belag, welcher je nach der Grundfarbe des Gesteins bald heller bald dunkler sein kann, verliert vor dem Löthrohr leicht seinen fettigen Glanz und geht gleichzeitig in einen weissen porösen Ueberzug über. Die dünne Haut muss also offenbar Bestandtheile enthalten, welche sich leicht verflüchtigen lassen. Ich glaube daher Grund zu der Annahme zu haben, dass sie durch die Einwirkung fremder Stoffe auf die Oberfläche hervorgebracht sein muss, und dass der Entstehungsprocess wohl am ehesten auf eine Zeit zurückzuführen sein könnte, in welcher der Fels noch der Einwirkung des Meereswassers ausgesetzt war.

Um in dieser Beziehung, wenn möglich, der Sache näher auf die Spur zu kommen, untersuchte ich zuerst die Verhältnisse in der gegenwärtigen Littoralzone von der tiefsten Wasserstandslinie aufwärts.

Auf der Südwestseite der Insel Tromsö besteht der Felsgrund aus Glimmerschiefer in häufigem Wechsel mit krystallinischem Kalkstein und einem amphibolitischen granatreichen, häufig eklogitartigen Gestein. In den untersten Theilen der Littoralzone, welche dicht von Algen mit ihren Stengeln und Blättern überdeckt waren, fand ich dieses amphibolitische Gestein zum Theil mit einem mehr losen Ueberzug bedeckt. Die Algen wirken hier augenscheinlich destruirend auf die äussere Haut des Gesteins; dieselbe wird porös und geht zum Theil in einen dünnen Belag von sandigem Grus über. An andern Stellen, wo das Gestein nicht von Algen bedeckt war, zeigte es eine ebenere, wenn auch nicht glatte Oberfläche. Diese trat

16) K. Pettersen, Scheuerungserscheinungen in der gegenwärtigen Littoralzone, siehe oben S. 260 f.

mit einer eigenthümlichen bräunlichen Farbe hervor und fand sich reich überdeckt mit weissen Serpulac. In den oberen Partien der Tangzone zeigte das dunkle amphibolitische Gestein dagegen unter der Tangbedeckung sich häufig mit einer dunkeln, schwärzlich grünen Haut von fettigem Glanz überzogen. Vor dem Löthrohr brennt diese sich mit Leichtigkeit weiss. Sie ist stark eisenhaltig. Von der Tangzone steigt der Fels in langsamer Abdachung bis über die oberste Wasserstandslinie hinauf, und hier ist der hautartige Belag auf der Oberfläche des amphibolitischen Gesteins nicht länger nachzuweisen.

Der krystallinische Kalkstein zeigt nirgends Spuren eines ähnlichen Hautbelags. In den tiefsten Theilen der Tangzone ist er dagegen stark mit einem grusartigen Ueberzug bedeckt, dem Erzeugniss der verschiedenen Kräfte, welche hier zerstörend auf die Oberfläche des Gesteins einwirken¹⁶⁾.

Auf der Oberfläche des Glimmerschiefers sind dagegen in dieser Hinsicht keine eigenthümlicher hervortretenden Einwirkungen zu spüren.

Der nördliche Theil der Insel Tromsö ist aus einem fast völlig quarzfreien Hornblendegneis zusammengesetzt, welcher häufig in ein ungeschichtetes syenitartiges Gestein übergeht. Dieses besteht aus weisslichem Feldspath (vorherrschend Olig-oklas mit etwas Orthoklas) und Hornblende. In der Strandzone sieht man das Gestein häufig mit einer firnissartigen Haut überzogen, welche oft fast eine mehr durchscheinende milchweisse Emaille bilden kann, die oft geschmolzenem Stearin (Stearintropfen) ähnelt. Auch diese Haut geht vor dem Löthrohr leicht in einen weissen porösen Ueberzug über. Im Kolben setzt sie Wasser ab.

Dieser hautartige Ueberzug ist indess namentlich an den steilen bis senkrechten Wänden der Stosslehne der Bredviklinie zu finden. Kommt man über den obersten Rand der Stosslehne hinauf, von wo ab der Felsgrund in sanfterer Böschung ansteigt, so verschwindet die firnissartige Haut sogleich.

Der nördliche Theil der Insel Tromsö steigt in dem sogenannten Stakkevoldsaaas bis zu einer Höhe von 450'

(141 m) über dem Meere empor. In einer Höhe von 350' (110 m) wird die Bergmasse auf ihrem östlichen Abhang in der Richtung von Südwest nach Nordost von einem ein paar Hundert Fuss breiten Einschnitt durchsetzt, dessen Sohle fast ganz von einem kleinen Süßwassersee bedeckt ist. Längs der beiden Langseiten der Sohle erheben sich steile bis senkrechte Wände von 20—30' Höhe und bilden somit zwei parallellaufende Stosslehnen. Auch hier fand sich das syenitartige Gestein an den steilen Wänden der Stosslehne häufig mit dem firnissartigen Ueberzug bedeckt.

Von dem oberen Rande der inneren Stosslehne ab steigt der Berg wieder langsam zum höchsten Punkt des Stakkevoldsaaas empor, aber auf diesen Abhängen, wo der nackte Fels häufig zu Tage tritt, ist nirgends etwas von firnissartigem Ueberzug nachzuweisen. Im Gegentheil trägt das Gestein hier an der Oberfläche überall starke Spuren der zerstörenden Einwirkung äusserer Kräfte.

Um näher zu untersuchen, wie das Verhalten in dieser Hinsicht in grösserer Höhe sein möchte, wurde eine Excursion nach dem Krogelvdal unternommen. Dieses kleine Felsenthal zieht sich von der Ostseite des Tromsösundes in das Festland hinein und liegt in demselben syenitartigen Gestein, welches sich auf dem nördlichen Theil der Insel Tromsö vorfindet. Oben endet das Thal in einer Höhe von etwas über 1100' (350 m) als ein recht ausgeprägtes Botten-Thal¹⁷⁾. Längs der Westseite des Thales tritt der nackte Fels häufig in steilen Wänden hervor. Diese wurden in

17) „„Botner““ (Sing. Botn oder Botten), sagt A. Helland in seiner Abhandlung: Om Botner og Saekkedale samt deres Betydning for Theorier om Dalenes Dannelse (Den norske Turistforenings Aarvog for 1875, Seite 119 ff.), „sind grössere in dem anstehenden Gestein ausgehöhlte Räume, welche an den Seiten von einer gewöhnlich steilen, einigermassen halbcylinderrförmigen Felswand begrenzt werden, während der Grund verhältnissmässig flach ist.“ „Wenn der obere Theil eines Thales in einem „cul de sac“ endet, so dass man, der verhältnissmässig sanft abgedachten Thalsole aufwärts folgend, endlich zu einer Stelle gelangt, wo ein weiteres Vordringen durch steile Felswände, welche auf einmal das Thal abschneiden, gehindert oder doch schwierig gemacht wird, so wird auch dieser obere Theil des Thales ein Botn genannt.“

einer Höhe von etwa 1200' (380 m) über dem Meere untersucht. Es ergab sich, dass das syenitartige Gestein hier stellenweise mit mehr abgeglätteten Flächen auftritt, welche zum Theil an den firnissartigen Belag in den tieferen Niveaus zu erinnern scheinen. Doch zeigten die Felswände im Krogelvdal aufwärts hierbei einen weit schwächeren Glanz, als längs der alten Strandlinien der Fall ist. Zugleich war der Glanz mehr glasartig und keineswegs fettartig. Es wird hier auch nicht von irgend welchem stärker hervortretenden mehr selbständigen Ueberzug die Rede sein können, indem die Abglättung hier nur die äusserste Haut des Gesteins zu berühren scheint. Vor dem Löthrohr zeigte dieser Ueberzug auch nicht dasselbe Verhalten wie der oben besprochene firnissartige Belag. Er geht nämlich nicht in den weissen porösen Ueberzug über, sondern erhält sich der Einwirkung der Löthrohrflamme gegenüber unverändert. Es scheint also kein Grund vorhanden zu sein, das Verhalten im Krogelvdal aufwärts mit demjenigen zusammenzustellen, welches längs der alten Strandlinien hervortritt.

Aus dem so hier Angeführten ist zu ersehen:

- 1) dass der firnissartige Belag im Tanggürtel der Littoralzone gebildet werden kann, und dass er dort als ein Ergebniss der Einwirkung verschiedener organischer, chemischer und mechanischer Kräfte auf die Felsoberfläche entstanden sein muss;
- 2) dass derselbe über dem jetzigen Meeresspiegel nur an steilen bis senkrechten Felswänden nachzuweisen ist, und dass er dabei namentlich auf der Oberfläche der Stosslehnen der alten Strandlinien hervortritt;
- 3) dass er dagegen niemals an den sanfter ansteigenden Abhängen der Berge zu finden ist, wo äussere Kräfte sichtlich eine weit stärkere zerstörende Einwirkung auf die Oberfläche ausüben, als an den steilen Felswänden der Fall ist.

Dies schliesst indess die Möglichkeit nicht aus, dass der Firniss auch über dem Meeresspiegel, z. B. durch die Einwirkung der Atmosphärlilien oder durch das unablässige Niederrieseln von mit organischen und anorganischen Stoffen

mehr oder minder gesättigtem Wasser über senkrechte Felswände abgesetzt werden könnte. Allerdings fehlen für jetzt die nothwendigen Voraussetzungen, um mit entscheidenderer Bestimmtheit diese Frage beantworten zu können. Nach dem oben Angeführten dürfte indess vorläufig am ehesten Grund zu der Annahme sein, dass der Firniss im ganzen auf die unmittelbare Einwirkung des Meerwassers zurückzuführen ist. Einerseits zeigt er sich am charakteristischsten ausgeprägt entweder in der Strandzone oder längs alter Strandlinien — also in Niveaus, welche unter der unmittelbaren Einwirkung des Meerwassers liegen oder in einer, geologisch gesprochen, naheliegenden Zeit gelegen haben. Und auf der anderen Seite findet er sich, soweit bisher beobachtet, nicht in höher gelegenen Niveaus, oder doch hier auf jeden Fall nur unter höchst zweifelhaften Formen.

Unter der Voraussetzung, dass der in Rede stehende Firniss unter der unmittelbaren Einwirkung des Meerwassers gebildet ist, wird man daher den Schluss ziehen können, dass der Meeresspiegel so hoch hinauf gereicht hat, wie der höchste Punkt, an welchem mit Firniss überzogene Felswände nachweisbar sind.

Daraus aber wird weiter hervorgehen, dass die langsame Hebung des Landes (oder die langsame Senkung des Meeresspiegels) für eine erheblich grössere Höhe, als oben nachgewiesen, geltend zu machen ist.

Da nämlich die steilen Stosslehnen der Strandlinien sich vom Fusspunkt bis zum obersten Rande mit Firniss überzogen zeigen können, so muss unter der eben genannten Voraussetzung die Ausgrabung der Strandlinie nothwendigerweise beim oberen Rande derselben begonnen haben. Die steile Wand der Stosslehne muss also durch die Erosion der Meereswogen während der langsamen Hebung des Landes hervorgebracht worden sein. Jeder Punkt der steilen Wand der Stosslehne muss nothwendigerweise in der Littoralzone gelegen haben. Früher ist — aus den Verhältnissen, wie sie bei der Sandvik-Strandlinie zu beobachten sind — nachgewiesen, dass die Hebung des Landes für die untersten 100' eine lang-

same gewesen sein muss. Zwischen Sandviken und Grepstad tritt ferner zwischen den hier in 101' und 123' Höhe gelegenen Strandlinien eine andere selbständige Strandlinie mit einer ausgeprägten Stosslehne auf. Längs der höchsten Grepstadlinie zeigt nicht nur die Stosslehne sich gefirnisst, sondern der Firniss ist hier ebenso an mehreren Felswänden bis zu einer Höhe von 200' über dem Meere vorhanden. Zwischen 100 und 200' sind hier also gefirnisste Felswände beinahe in vollständigem Zusammenhang von unten bis oben nachzuweisen.

Mit Rücksicht hierauf muss demnach der feste Felsgrund in diesen Gegenden in seinem Niveau von dem jetzigen Meeresspiegel bis zu einer Höhe von mindestens 200' über demselben langsam und im wesentlichen gleichmässig aufgestiegen sein.

Von den oben besprochenen Strandlinien treten, wie früher erwähnt, mehrere nur mehr lokal und als kürzere Bruchstücke auf, andere dagegen in längeren zusammenhängenden Zügen. Die letzteren sind in der Regel auch diejenigen, welche am stärksten ausgeprägt sind. Hält man sich also an die Verhältnisse, so wie sie in den hier in Rede stehenden Gegenden hervortreten, so scheint Grund vorhanden, diese mehr lokalen Bildungen von denjenigen, welche ein mehr selbständiges Charaktergepräge tragen, zu trennen. Dies gilt nicht nur von den in anstehenden Fels eingeschnittenen Strandlinien, sondern auch von den eigentlichen Terrassenbildungen. Hier scheint also die Annahme begründet, dass in der Entstehungszeit dieser mehr selbständigen Linien eigenthümliche Verhältnisse geherrscht haben müssen.

Was die Terrassen betrifft, so scheint da die Sache in dieser Hinsicht in Wirklichkeit ziemlich klar zu Tage zu liegen. Die Terrassen sind aus losem Material erbaut, und ihre Bildung ist demnach wesentlich durch den stärkeren oder schwächeren Zugang von Material bedingt, welches durch die Einwirkung der erodirenden Kräfte auf das feste Land geliefert wird. Die Masse des Erosionsmaterials aber

ist wiederum wohl zunächst durch die meteorologischen Verhältnisse bedingt. Die Terrassenbildungen legen also hier Zeugniß dafür ab, dass in diesen Gegenden während der postglacialen Zeit starke periodische Wechsel in den klimatischen Verhältnissen eingetreten sein müssen.

Hinsichtlich der in anstehendes Gestein eingeschnittenen Strandlinien liegt das Verhältniss in dieser Beziehung allerdings nicht so offen da. Doch dürfte wohl auch mit Rücksicht auf diese einiger Grund zu der Annahme vorhanden sein, dass periodische klimatische Wechsel hier gleichfalls eine ganz bedeutungsvolle Rolle gespielt haben können.

Es muss indess künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben, hierüber voller berechtigte Schlüsse zu ziehen.

Die Frage der Strandlinienbildung ist eng mit der Frage eines veränderlichen Meeresstandes verknüpft. In dieser Beziehung haben auch verschiedene Forscher, so H. Trautschold¹⁸⁾ und Ed. Suess sich an die Strandlinien im nördlichen Norwegen gehalten. Der Letztere hat neuerdings in einer Abhandlung¹⁹⁾ die Veränderlichkeit des Meeresstandes unter einem wiederholten Wechsel langsamen Steigens und Sinkens besprochen. Er nimmt an, dass bei diesem Wechsel bisweilen solche Compensationen eintreten können, dass die Strandlinie ausnahmsweise sich längere Zeit hindurch einigermaßen unverändert erhalten kann. „Dann gräbt sie sich wohl stellenweise als eine tiefe Furche in den harten Felsen ein, wie oberhalb Montreal in Canada oder auf der Insel Tromsö in Norwegen.“

Wie oben nachgewiesen, treten indess die Strandlinien in diesen Gegenden in so gut wie jeder beliebigen Höhe von dem jetzigen Meeresspiegel bis zu einer Höhe von 136' über demselben auf. Es kann also scheinen, dass die von

18) H. Trautschold, Sur l'invariabilité du niveau des mers. Moskau, 1879. — Derselbe, Zur Frage über das Sinken des Meeresspiegels. Moskau, 1880.

19) Ed. Suess, Ueber die vermeintlichen säcularen Schwankungen einzelner Theile der Erdoberfläche. Verhandlungen d. k. k. geolog. Reichsanstalt, Wien, 1880; No. 11.

Suess angenommenen Oscillationen hier etwas zu häufig auf einander gefolgt sein müssten. Obwohl die Verhältnisse hier nach dem, was bisher beobachtet ist, sich nicht ganz durch die von Suess aufgestellten Annahmen erklären zu lassen scheinen, soll doch zugegeben werden, dass seine Darstellung lebhaft Beachtung verdient. Sie scheint auch nach mehreren Seiten hin ein helleres Licht auf verschiedene geologische Verhältnisse werfen zu sollen, welche bisher ziemlich räthselhaft gewesen sind. Auch soll ferner anerkannt werden, dass die Strandlinienbildung durch dieselbe eine befriedigendere Erklärung findet, als durch früher aufgestellte Annahmen von vertikalen Hebungen des Landes. Auf jeden Fall scheinen die hier erörterten Verhältnisse ihre passendste Erklärung in der Voraussetzung eines veränderlichen Meeresstandes finden zu sollen.

Resumé.

1. Strandlinien und Terrassen sind im grossen und ganzen nicht an bestimmte Niveaus gebunden.
2. Von Strandlinien und Terrassen treten einige mehr lokal und bruchstückartig auf. Andere ziehen sich dagegen meilenweit hin.
3. Diese letzteren, welche in der Regel am meisten typisch ausgeprägt sind, sind mehr an bestimmte Niveaus gebunden und als solche im nördlichen Norwegen auf weite Strecken hin nachzuweisen.
4. Jede einzelne von den in anstehenden Fels eingeschnittenen Strandlinien bewahrt überall einen nahezu horizontalen Lauf, mag sie sich nun in einer mit den Küstenstrichen mehr oder minder gleichlaufenden, oder in der Richtung von der Küste nach innen zu erstrecken.
5. Dagegen treten die verschiedenen Stufen gewissermassen treppenartig in der Richtung von der Küste nach dem Binnenlande zu in immer höheren Niveaus auf. Die höchst gelegenen Strandlinien sind demgemäss in den inneren Sundläufen oder tiefer eingeschnittenen Fjorden zu finden.
6. Die Bedingungen für die Strandlinienbildung scheinen

hiernach in der Richtung von innen nach aussen zur Küste immer später eingetreten zu sein.

7. Die Strandlinien ebenso wie auch die Terrassenstufen sind in der Strandzone entstanden.
8. Ausser der scheuernden und brechenden Thätigkeit des Meeres scheinen auch andere scheuernde Kräfte bei der Strandlinienbildung wirksam gewesen zu sein.
9. Die Bildung der stärker ausgeprägten und mehr an bestimmte Niveaus geknüpften Strandlinien ist wahrscheinlich zum Theil durch verschiedene periodische klimatologische Wechsel bedingt gewesen.
10. Die Strandlinienbildung hat am obersten Rande der Stosslehne begonnen, und die Ausgrabung ist dergestalt von oben nach unten vor sich gegangen, während sich gleichzeitig das Land langsam im Verhältniss zum Meeresspiegel hob.
11. Das Aufsteigen des Landes muss in den Niveaus von dem jetzigen Meeresspiegel bis zu einer Höhe von mindestens 200' (63 m) über demselben langsam und gleichmässig — und nicht etwa stoss- oder ruckweise — vor sich gegangen sein.
12. Die während der postglacialen Zeit in den Küstenstrichen des nördlichen Norwegens in dem gegenseitigen Verhältniss von Land und Meer vorgegangenen Niveauveränderungen lassen sich am leichtesten durch die Annahme eines veränderlichen Meeresstandes erklären.

Tromsø, den 23. Oktober 1880.

Glaciale Mergelknollen mit Fischrest-Einschlüssen aus Beieren im nördlichen Norwegen. (67° n. Br.)

Von

Robert Collett,

Conservator am zoologischen Museum der Universität Christiania.

Aus dem Norwegischen ¹⁾ im Auszug übersetzt von
Dr. Richard Lehmann, Oberlehrer an der Realschule I. O.
in Halle a/S.

Von der Direktion des Museums in Tromsö habe ich eine Anzahl Mergelknollen mit Fischrest-Einschlüssen zur Untersuchung erhalten, welche im letzten Sommer (1880) vom Conservator Schneider im Kirchspiel Beieren, Vogtei Salten (67° n. Br.) gesammelt oder erworben worden sind, also an einer Lokalität, welche nördlicher liegt als die Fundstellen, von denen ähnliche Mergelknollen mit organischen Ueberresten bisher bekannt oder aufbewahrt sind. Ueber die Natur und die Entstehungsweise dieser Mergelknollen haben sowohl Prof. M. Sars, wie Prof. Kjerulf wiederholt sich ausgesprochen; besonders hat Prof. Kjerulf in seinem letzten grossen Werke: „Die Geologie des südlichen und mittleren Norwegen“ (autorisirte deutsche Ausgabe von A. Gurlt, Bonn 1880) diesen Gegenstand ausführlich behandelt und Abbildungen von einer grossen Anzahl derselben mit ihren wunderlich variirenden Formen gegeben.

Bei einer früheren Gelegenheit war ich veranlasst, speciell diejenigen bis 1877 in den verschiedenen Museen Norwegens vorhandenen Mergelknollen zu untersuchen und zu bestimmen, welche Fischreste enthielten (Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, Band XXIII, Heft 3 Seite 11—40,

1) Tromsö Museums Aarshefter, III, 96—104. (Tromsö 1880.)

Christiania 1877). In dieser Abhandlung, welche gleichfalls von Figuren begleitet war, habe ich nachgewiesen, dass mindestens 12 Fisch-Arten bekannt sind, deren mehr oder minder vollständige Skelette oder Skelett-Abdrücke uns in dem feinen Mergelthon aufbewahrt worden sind, welcher oft bei der Verhärtung um das Skelett herum in merkwürdiger Weise seinen Umriss nach dessen äusseren Conturen gebildet hat. Diese Mergelknollen, welche, wie sich gezeigt hat, ausser Fischresten auch andere Thiere, wie Seesterne, Mollusken, ja sogar Abdrücke von ganz weichen Seethieren, wie (der Annahme nach) von Anneliden enthalten, sind beinahe immer an den steilen Flussufern gefunden worden, besonders an solchen Stellen, wo man den Thon- und Sandlagen begegnet, und wo das Frühjahrshochwasser den feinen Grus und Sand ausgewaschen hat, so dass die etwas gröberen Steine und die Mergelknollen blosgelegt worden sind; oft sind diese Knollen wegen ihrer eigenthümlichen Formen mit den verschieden gestalteten Umrissen, welche häufig auf den ersten Blick die darin eingeschlossenen Thierreste verrathen, von den Umwohnern erkannt und gesammelt worden.

Die Höhe über dem Meere, in welcher diese Mergelknollen (die sogenannten „Marleker“) mit Fischskeletten gefunden worden sind, ist in der Regel nicht bedeutend gewesen, hat aber doch ausnahmsweise bis zu zwischen 300 und 400 Fuss¹⁾ emporsteigen können; eine der reichsten Fundstellen hat etwas über 200 Fuss über dem Meeresspiegel gelegen. Die Entfernung vom Meere hat auch in der Regel ein paar Meilen²⁾ nicht überstiegen, sondern ist meist kürzer gewesen.

Die Fisch-Arten, welche bisher mit voller Sicherheit haben bestimmt werden können, sind alle Salzwasserfische gewesen und gehörten sämmtlich der Fauna an, welche noch heut das Meer an den Küsten Norwegens bevölkert. Die meisten sicher bestimmten Exemplare gehörten dem *Mallotus villosus* an, welcher an den meisten Stellen ge-

1) 1 norweg. Fuss = 0,31 m.

2) 1 norweg. Meile = 11,295 Kilometer.

funden worden ist, von denen Mergelknollen mit Fischresten bekannt geworden sind; und aus der Lage dieser Lokalitäten geht hervor, dass die Art, welche von rein arktischem Ursprung ist, während und kurz nach der Glacialzeit im ganzen ein südlicheres Ausbreitungsgebiet hatte, als in der Gegenwart. Ferner ist häufig *Clupea harengus* gefunden worden, ebenso mehrmals *Gadus virens* und *Gadus morrhua*; ferner ein hübsches Exemplar von einem Flunder, *Hippoglossoides platessoides*, Fabr. 1780 (= *Hippogl. limandoides*, Bloch 1787), und ausserdem eine Anzahl anderer minder sicher bestimmbarer Formen.

Diese Mergelknollen mit Fischrest-Einschlüssen sind an folgenden Lokalitäten Norwegens gefunden worden: Kragerö (58° 52' n. Br.); Hvitesejd in der Thelemark (59° 21' n. Br.); Kaholmen bei Dröbak (59° 40'); Högstad in Asker (ca. 59° 50'); Aak im Romsdal (ca. 62° 32'); Leinstranden oberhalb Trondhjem (ca. 63° 20'); Pfarrgehöft von Stördalen (ca. 63° 27'); Melhus südlich von Trondhjem (63° 17') sowie mehrere Stellen im Guldal (südlich von Trondhjem); Grong im Namdal (ca. 64° 27'); Aabjörvand im Bindal (ca. 65 $\frac{1}{4}$ °); sowie Bodö, wozu nun Beieren in Salten (67°) kommt. Die grössten Funde sind im Romsdal, bei Melhus und im Guldal, sowie bei Aabjörvand im Bindal (Helgeland) gemacht worden.

Die Mergelknollen, welche der neuen Lokalität, Beieren, angehören, sind, wenigstens wo die specielle Fundstelle angegeben werden kann, auf dem Grund und Boden des Hofes Storjord ungefähr 200' hoch über dem Meere und in einem Abstand von letzterem, welcher 2 Meilen nicht überschritten hat, eingesammelt worden. Als ich im verflossenen Sommer Gelegenheit hatte, ein paar ähnliche Mergelknollen von derselben Lokalität zu untersuchen, welche in der Sammlung der Gesellschaft der Wissenschaften zu Trondhjem aufbewahrt werden, habe ich gleichzeitig auch diese besprochen. Von Arten, welche bisher nicht als in fossilem Zustande erhalten bekannt gewesen sind, enthält das vorliegende Material keine; es ist im ganzen ziemlich gleichartig und umfasst schwerlich mehr als ein paar Arten, deren eine, *Mallotus villosus*, auch hier in überwiegender Anzahl

vorhanden ist. Die übrigen Knollen können zwar alle ohne Schwierigkeit auf das Geschlecht *Gadus* zurückgeführt werden, aber der Zustand, in welchem sie sich jetzt befinden, oder in welchem die Mergelbildung bei der Ablagerung vor sich gegangen ist, gestattet nicht, die Art in irgend einem Falle mit voller Sicherheit zu bestimmen, wenigstens nicht mit dem geringen Material, welches uns gegenwärtig zu Gebote steht. Wahrscheinlich wird jedoch an jener Lokalität mehr von diesen Mergelknollen zu haben sein, vielleicht mit einem reicheren und mannichfaltigeren Inhalt, wodurch mehrere dieser bisher unsicheren Exemplare sicher bestimmt werden können.

Der Hof Storjord in Beieren liegt, nach einer Mittheilung von Conservator Schneider, auf einer alten Terrasse am Beieren-Elv, ungefähr 1 Meile oberhalb von dessen Mündung in den Beieren-Fjord. Die Mergelknollen finden sich im Bett des kleinen Leimbaches, welcher gleich unterhalb des Gehöftes sich in den Hauptfluss ergiesst; der kleine Bach durchschneidet die alten Ablagerungen, welche zu oberst aus feinem Sand, zu unterst aus einer mächtigen (submarinen) Thonschicht bestehen, bis zu einer Tiefe von mindestens 20 Fuss in der letzteren, und hier befindet sich die ursprüngliche Lagerstätte der Mergelknollen. Nach einer Annahme des Conservator Schneider, welche jedoch nicht auf irgend welcher genaueren Observation beruht, liegen die Fundstellen dieser Knollen ungefähr 200 Fuss über dem Meere oder vielleicht auch noch mehr. Die obersten Terrassen liegen mindestens 500 Fuss über dem Meeresspiegel, aber die Thonlagen finden sich erst unten an ihrem Fusse; zu oberst liegen, wie soeben erwähnt, mächtige Lagen von feinem Sand, zum Theil Flugsand.

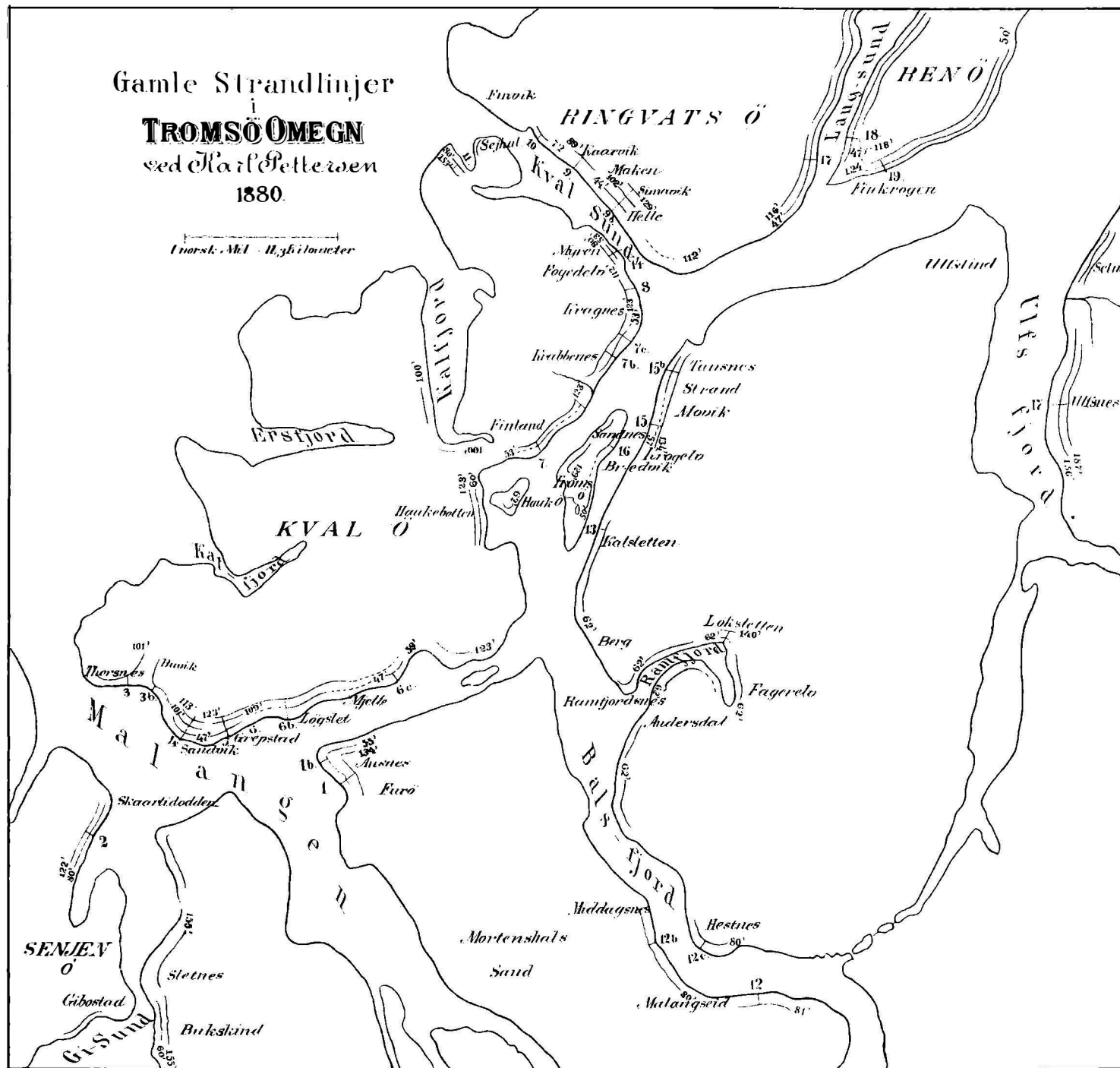
Auch in mehreren anderen von den Seitenthälern des Thales des Beieren-Elv (sowohl wie im Saltdal) finden sich Mergelknollen mit Fischresten, vermuthlich *Mallotus villosus*, zum Theil in ganz bedeutendem Abstand vom Meere.

Nur eine verhältnissmässig geringe Anzahl der gefundenen Knollen enthält Thierreste; der überwiegende Theil scheint ohne organischen Kern zu sein, oder nichts zu enthalten, was von der Mergelmasse verschieden ist.

Einzelne Knollen umschliessen Mollusken, wovon Herr Schneider folgende hat bestimmen können:

Modiola modiolus, *Tellina calcaria* und eine *Yoldia*.

Es folgt nun die Aufzählung und Beschreibung der in dem Museum zu Tromsø und in der Sammlung der Gesellschaft der Wissenschaften zu Trondhjem vorhandenen Exemplare von Mergelknollen mit Einschlüssen von *Mallotus villosus* (Müll.) und *Gadus* sp., bei welchen letzteren, wie erwähnt, die Art nicht sicher zu bestimmen ist. Von *Mallotus villosus* werden aufgeführt: aus dem Tromsøer Museum 25 Exemplare, worunter 4 vollständig und ebenso 4 beinahe vollständig, aus der Trondhjemer Sammlung 4 minder vollständige Exemplare; von *Gadus* sp. aus dem Tromsøer Museum 4, aus der Trondhjemer Sammlung 2 Exemplare, von denen das eine wahrscheinlich dem gewöhnlichen Dorsch, *Gadus morrhua*, zugehört.



Gamle Strandlinjer

