Geognostische Studien am Meeres-Ufer,

von

Hrn. Prof. G. Forchhammer
in *Kopenhagen.*

Hierzu Tafel III.

Die Bildungen, welche noch fortwährend am Ufer des Meeres vor sich gehen, haben in den letztern Jahren im Ganzen nur wenig die Aufmerksamkeit der Geognosten auf sich gezogen, indem die mächtigen Phänomene der Vulkane und die damit in Verbindung stehenden Hebungen und Senkungen das Interesse derselben fast ausschliesslich fesselten.

Inzwischen spielen die vom Meere abgesetzten Gebirgs-Massen eine so bedeutende Rolle in der Geschichte der Erde, dass ein genaueres Studium der Art, wie ähnliche Massen noch jetzt abgesetzt werden, nicht ohne Einfluss auf das Gesammt-Studium der Geognosie bleiben dürfte. Bei der grossen Ausdehnung der *Dänischen* Küsten, bei den manchfaltig wechselnden Verhältnissen, die hier Statt finden, hat mich seit langer Zeit das Studium jener Bildungen interessirt und beschäftigt, und die Küsten-Strecke, wo ich die diesem Aufsatze zu Grunde liegenden Beobachtungen angestellt habe, geht vom Ausflusse der *Eider* bis zu der nördlichen Spitze

von *Jütland*, von 54° 15′ — 57° 40′, eine Strecke von mehr als 60 Meilen, wenn man die Biegungen der Küste mitrechnet.

A. Die Dünen.

Die ganze westliche Küste von *Dänemark* ist durch ein oder eigentlich zwei Dünen-Systeme eingefasst, von denen das innere östliche das Ufer des Meeres in einer früheren vorgeschichtlichen Zeit, das äussere dagegen das jetzige Meeres-Ufer bezeichnet. Die äussere Dünen-Reihe fängt an der äussersten Spitze von *Eiderstedt* an und findet sich also hier auf dem festen Lande; allein *Eiderstedt* bestand vor wenigen Jahrhunderten aus 3 Inseln, die erst später durch Anschlämmungen unter sich und mit dem festen Lande verbunden worden sind und noch immer durch die künstlichen Wehre der Deiche gegen die Fluthen geschützt werden. Von dieser West-Spitze des festen Landes zieht die Dünen-Reihe sich, durch die die Inseln trennenden Meeres Ströme unterbrochen, über die Inseln *Amrom*, *Sylt*, *Römöe*, *Manöe* und *Fanöe* und erreicht das feste Land wieder unweit *Hjerting*, von wo sie sich ununterbrochen bis an die nördliche Spitze von *Jütland*, dem sog. *Gren* bei *Skagen* erstreckt.

Erblickt man dieses Dünen-System aus der Entfernung am Horizonte, so glaubt man eine Gebirgs-Kette vor sich zu sehen, und die scharfen zackigen Formen erinnern viel mehr an Porphyr-Gebirge, als an ein bewegliches Gebilde aus Sand vom Winde erbaut. Gegen das Meer sind diese Höhen-Züge häufig senkrecht abgeschnitten, und gegen das Land schiessen sie unter einem Winkel von 30° ein; sie bilden niemals unter gleicher Höhe fortlaufende Ketten, sondern immer erheben sich grössere Höhen neben einander, die durch mehr oder weniger tiefe Thäler getrennt sind. Kommt man ins Innere des Dünen-Systems, so erkennt man eine doppelte Thal-Bildung, Längenthäler, die parallel mit der Küste laufen und die Dünen-Masse in mehre parallele Reihen trennen, und Queerthäler, welche die Dünen-Reihe in einzelne Hügel zerschneiden. Unbeschreiblich öde ist der Anblick

einer solchen Dünen-Gegend; überall ist man von Sand umgeben, welchen der geringste Wind in Bewegung setzt, und selten sieht man ein lebendiges Wesen in dieser Einöde. Auf der Höhe der Düne verzehrt hin und wieder der Austernfresser (Haematopus ostralegus) seine Beute; ein Hase, an einzelnen Orten ein Kaninchen, sind die einzigen grösseren Thiere, die man sieht, und der langsame, regelmässige Schlag der Wellen ans Ufer der einzige Ton, der das Ohr trifft. Meilenweit kann man in den Dünen hingehen, ohne dass die Szene sich im geringsten veränderte und ohne dass man auch nur eine andre Pflanze sähe, als den Strandhafer (Elymus arenarius) und einige Scirpus- und Juncus-Arten in den Wasser-reichen Dünen-Thälern. Steigt man auf die Düne hinauf, so wechselt die Szene und das Meer breitet sich mit seinen Wogen-Zügen, die gegen das Ufer als weisse Brandungen hinziehen, vor dem Auge aus. Aber auch das Meer ist wenig belebt, und nur selten sieht man Schiffe, denn sie fliehen die Küste, die auf ihrer ganzen Längen-Erstreckung kaum einen einzigen Haven hat, wo sie Schutz suchen könnten. Ganz anders dagegen zeigt sich die Szene, wenn das Meer vom Sturme bewegt wird. Kaum ist man im Stande, sich auf der Düne stehend zu erhalten, es seye denn, dass sie hart am Ufer liege und senkrecht gegen das Meer abgeschnitten sey. Dann fühlt man den Wind gar nicht oder sehr wenig, eine Erfahrung, die an unsern Küsten ganz allgemein ist und bei den senkrechten bis 200′ hohen Abschüssen des Ufers sich überall wiederholt, ja auf den *Färöern* bei 2000′ hohen Abstürzen sich eben so zeigt. Das Vieh sucht daher im Sturm immer den Rand der Kliffs und stürzt nicht selten hinab. Diese Erscheinung rührt daher, dass der Wind, indem er gegen die senkrechte Mauer anprellt, einen senkrecht aufwärts gehenden Luft-Strom veranlasst, der sich noch etwas höher als das Kliff fortsetzt und so den Beobachter durch eine Luft-Mauer gegen den Sturm schützt. Der Sturm setzt den Sand der Düne in Bewegung, und kaum vermag man längere Zeit den Schmerz auszuhalten, welchen

der gegen Gesicht und Hände gepeitschte Sand verursacht. Nach allen Seiten ist man von mächtigen Sand-Wolken umgeben, und das Meer bildet längs der ganzen Küste, so weit das Auge reicht, eine Reihe von Wasserfällen, wo die Welle, indem sie sich an einer der drei Sandbänke, die sich längs der *Jüt'schen* Küste hinziehen, bricht, in einer Höhe von 15 bis 16′ überstürzt und sich im Schaum auflöst, ein Schauspiel, dem an Grossartigkeit schwerlich irgend ein Wasserfall der Welt gleichgestellt werden kann. Schnee-weisse Schaum-Bälle ziehen wie Möven-Züge über die Dünen hin bis weit ins Land hinein, und der Beobachter fühlt bald Gesicht, Hände und Kleider mit Salz überzogen. Es ist schwierig, sich bei dem Lärmen des Wellen-Schlags verständlich zu machen. — Ehe der Sturm heranzieht, während die Luft noch ruhig ist, hört man den Schlag der Wogen in einer Entfernung von 4 deutschen Meilen von der Küste. Daher weiss man viele Stunden vorher, dass ein Sturm kommen wird, denn die Bewegung geht schneller im Meere, als in der Luft. — Die Höhe der Düne ist verschieden: sie steigt an einzelnen Orten, von *List* auf der Insel *Sylt* an bis *Nyemindegab*, dem Ausflusse des *Ringkjöpingfjords* bis gegen 100′, eine Höhe, welche für die Dünen auf *List* besonders merkwürdig ist, da sie vom Ufer des Meeres an nur aus Flugsand bestehen. Der *Blaabjerg* (blaue Berg) nördlich von *Varde*, welcher 100′ erreicht, ist eine Düne, die auf einem ziemlich hohen ältern Boden vom Geschiebe-Thon aufruht. Nördlich vom Ausflusse des *Ringkjöpingfjords* nimmt die Höhe der Dünen sehr ab, und bei *Skagen* beträgt sie kaum 30′. Es ist diess eine sehr auffallende Erscheinung, denn die Höhe der Düne ist von der Stärke des Windes und der Grösse der Körner, die vom Winde in Bewegung gesetzt werden, abhängig, und da im Ganzen das Material an dieser Küste von derselben Beschaffenheit ist, so tritt die Höhe der Düne hier als ein Maas der Stärke des Windes auf. Wir sind so geneigt anzunehmen, dass die Stärke der Stürme gegen Norden zunehme, dass ich lange Zeit meinen Beobachtungen

nicht wohl Glauben beimessen wollte; allein ein Blick auf die Karte erklärt das Phänomen vollständig. Die stärksten und häufigsten Stürme kommen bei uns aus N.W., und gerade da, wo die Düne abzunehmen anfängt, springt die S.-Spitze von *Norwegen* als Schutz gegen diese Windes-Richtung vor, und es darf daher nicht mehr verwundern, wenn Baum-Pflanzungen in den Dünen-Thälern bei *Skagen* noch gelingen, während auf der Insel *Sylt*, 3° südlicher, bis jetzt ähnliche Versuche vergeblich gewesen sind. — Das Material, woraus der Wind die Dünen erbaut, ist Sand, gewöhnlicher Strandsand, welcher an dieser ganzen Küste ursprünglich aus der grossen Braunkohlen-Formation herzurühren scheint. In den südlichern Theilen ist dieser Dünen-Sand mit vielen weissen Glimmer-Blättchen derselben Formation vermischt und hat zu der unrichtigen Behauptung Veranlassung gegeben, dass der Flugsand vom andern Sande dadurch verschieden sey, dass er aus kleinen Quarz-Blättchen bestehe. In dem nördlichen Theil und namentlich bei *Skagen* enthält der Dünen-Sand sehr viel Titaneisen und Granat, welche gleichfalls ursprünglich aus der Braunkohlen-Formation herrühren. Die Grösse der bewegten Sand-Körner, welche von der Stärke des Windes abhängt, ist am bedeutendsten dort, wo die Düne am höchsten ist. Auf *List* wogen 30 der grössten Körner 790 Milligramm, während sie bei *Ager* am *Liimfjord* nur 200 Milligramm wogen*).

Die Form der sich bildenden Düne ist verschieden von der Form, welche eine niedergebrochene Düne zeigt. Jene hat gegen die Richtung des herrschenden sie bildenden Windes, also gegen W. und N.W., eine schwach geneigte Ebene, die zwischen 5° und 10° wechselt. Nur wo eine neue Düne sich an eine niedergebrochene alte anlegt, kommen viel grössere Winkel vor, welche indessen nur Ausnahmen sind.

---

*) Die Düne ist vermöge der Haarröhren-Wirkung immer sehr Wasserreich, und oben auf den Höhen braucht man selten mehr als einen Fuss zu graben, um den Sand noch feucht zu finden; in den Thälern trifft man beim Graben gleich frisches Wasser.

In der dem herrschenden Winde entgegengesetzten Richtung bildet die Düne einen weit stärkern Winkel, der, ich möchte sagen, unveränderlich ist. Er beträgt nämlich überall, wo eine Düne sich ganz frei bildet, genau 30°. Nur wo sehr kleine Flächen vorkommen, steigt dieser Winkel bis auf 40°, welches indessen nur Ausnahmen sind. Um sich diese Unveränderlichkeit des innern Dünen-Winkels erklären zu können, muss man auf die Art, wie eigentlich die Düne sich bildet, Rücksicht nehmen; sie wächst nämlich an der innern Seite. Der Sand läuft an der schwach geneigten schrägen Ebene hinauf. So wie er die grösste Höhe der Düne erreicht hat, fällt er, und da er hier vollkommen gegen den Wind geschützt ist, hat nur eine einzige Bedingung Einfluss auf den Winkel, unter dem der Sand sich anlegt, die Grösse nämlich und Form der Sand-Körner. An der gegen den Wind geneigten Seite der Düne wird der Winkel nicht bloss durch das Anhängen der Sandkörner an einander bestimmt, sondern hier strebt auch der Wind die Körner auszubreiten. Da nun Form und Grösse der Sand-Körner im Ganzen wenig Verschiedenheit zeigen, weil sie alle vom Meer abgeschliffen sind, so ist es begreiflich, dass gar keiner oder nur ein geringer Unterschied in dem innern Neigungs-Winkel der Düne gefunden wird. Die äussere gegen den Wind gerichtete Seite ist abhängig von der Stärke des Windes, vom zufälligen Schutz an den Küsten und dergleichen, welche überall wechseln: daher die Verschiedenheit in dem Neigungs-Winkel gegen diese Seite. Es ist auffallend, dass die Bepflanzung der Düne im Ganzen wenig Einfluss auf die Winkel hat; es ist im Grunde immer der fallende Sand, welcher diese bestimmt. Bei einer unzerstörten Düne kommen also keine grössern Winkel vor, als die angeführten. Wenn dagegen eine Düne zerstört wird, zeigen sich andere Verhältnisse, die indessen verschieden sind, je nachdem das Meer oder der Wind die Düne zerstört. Dort, wo das Meer von der Küste wegreisst, finden sich die demolirten Dünen am deutlichsten; diess ist besonders der Fall auf der

Insel *Syll*, wo nicht bloss der Wind am stärksten ist, sondern schon seit mehren Jahrhunderten der Strom gegen die Küste andrängt. Wenn nun bei hohen Fluthen der Wellenschlag den Fuss der Düne erreicht, untergräbt er den Sand, und die Düne wird senkrecht abgeschnitten und kann sich so lange erhalten, indem der Sand durch das Wurzel-Netz der Sand-Pflanzen befestigt wird; daher finden sich die schärfsten Dünen-Formen immer gegen das Meer gerichtet. Wenn der Wind eine Düne zerstört, bilden sich eigenthümliche Verhältnisse, welche indessen erst aus der innern Struktur der Düne erklärt werden können. Jede Düne ist nämlich geschichtet und zwar so, dass sie eine Schichtungs-Fläche nach der Neigung gegen den Wind hat, also im Ganzen unter einem Winkel von 5° gegen Westen geneigt, die zweite Schichtungs-Fläche fällt unter einem Winkel von 30° im Ganzen gegen Osten. Diese Schichtung zeigt sich in der Abwechselung von feinen und groben Körnern, deren Absetzung durch die verschiedene Stärke des Windes bestimmt wird. Da die Düne besonders an der innern Seite wächst, ist diess die vorherrschende Schichtung, welche indessen manchfaltige Modifikationen erleidet. Wenn ein schwacher Wind, gleichgültig aus welcher Himmelsgegend, weht, wird die Düne gefurcht und zeigt eine durchaus schwachwellenförmige Oberfläche. Ausserordentlich deutlich ist das Verhältniss, besonders in dem nördlichen Theile von *Jütland*, wo der Dünen-Sand viel Titaneisen enthält. Hier wird jeder kleine, kaum zollhohe Wellen-Berg aus weissem Quarz-Sande gebildet, während das Wellen-Thal aus dem schwarzen Titan-Sande besteht und durch diese scharfe Zeichnung die Bildung der Oberfläche ungemein zierlich hervorhebt. Die Wind-Furchen an der Oberfläche der Düne gleichen vollkommen den Wasser-Furchen der horizontalen Sand-Flächen, die von Zeit zu Zeit vom Meere überschwemmt werden; und trotz der grössten Aufmerksamkeit bin ich nie im Stande gewesen, den geringsten Unterschied zwischen beiden zu entdecken. Es ist diess leicht erklärlich, indem diese Wasser-Furchen

dadurch entstehen, dass der schwache Wind unmittelbar an dem Orte, wo er weht, auf das Wasser wirkt, welches also die Luft-Wellen nur auf den Sand überführt. — Es ergibt sich also, dass die Schichtung nicht immer ein Zeichen einer Wasser-Bedeckung ist, indem hier 100′ über dem Niveau des Meeres Schichten gebildet werden. Allein auch andere Verhältnisse, die merkwürdig sind und nicht selten in älteren Gebirgen vorkommen, finden sich hier. Wenn nämlich ein etwas stärkerer Wind als der, welcher die Furchen bildet, den Dünen-Sand in Bewegung setzt, bleibt der gröbere Sand liegen und wird also, wenn die Richtung dieses Windes von der herrschenden verschieden ist, eine Fläche bilden, welche die Schichtungs-Fläche schneidet. Tritt nun die herrschende Windes-Richtung wieder ein, dann setzt der Bau der Düne sich fort, wie er zuerst angefangen, und nun hat sich ein Gang von grobem Sande in der Düne gebildet. Noch viel deutlicher tritt dieses Verhältniss und diese ganz eigenthümliche Gang-Bildung an der W.-Küste auf, zwischen *Hjörring* und *Skagen* nicht weit von einem kleinen Dörfchen, welches *Skiveren* heisst. Der Strand wird hier von durch die See abgesetztem, horizontal geschichtetem Sande gebildet, der in seiner ganzen Masse einzelne Strand-Steine vertheilt enthält; auf diesem Sande ruht Flugsand. Der Wind hat nun den Sand weggeweht und die Steine in ein Lager gesammelt, ein Lager, welches sich ziemlich stark gegen die See neigt und mithin so die ursprünglichen Schichten unter mehr oder weniger grossen Winkeln schneidet. Auf dieses Sand-Lager hat sich nun wieder Flugsand abgesetzt und so, wie Fg. 1 zeigt, jene ganz eigenthümliche Gang-Bildung aus grösseren Steinen und selbst Urnen und Stein-Waffen veranlasst. Fg. 2 zeigt einige Beispiele von unterbrochener und übergreifender Dünen-Schichtung. Nicht selten trifft man hoch in den Dünen Muschel-, besonders Austern-Schaalen. Sie rühren vom Austernfresser her, der seine Beute auf die Düne schleppt, um sie dort zu verzehren, und sie geben den letzten Zug, um die

Ähnlichkeit dieser Luft-Bildung mit den Meeres-Bildungen zu vollenden. Schichtung, Gänge von grobem Sande, selbst Versteinerungen von Schaalthieren des Meeres, finden sich hier vereinigt, und dennoch hat das Wasser unmittelbar nicht den geringsten Antheil an dieser Bildung, welche dem Geognosten eine Lehre der Vorsicht in seinen Schlüssen gibt. Man denke sich diese Dünen-Reihe in ihrer Erstreckung von 50 Meilen und unveränderten Richtung in Sandstein verwandelt, und unter Verhältnissen, wo man deren Ursprung und Bildungsweise nicht augenblicklich erkennt: wird da der Beobachter bei den stark geneigten Schichten, bei den scharf bezeichneten Längen- und Queer-Thälern, bei den abgebrochenen Zügen nicht an plutonische Hebungen denken? Wir möchten nur noch fragen, wo ist die Dünen-Bildung der Vorzeit, in welcher Sandstein-Formation sollen wir jene wiederfinden. Wir kennen den Ufer-Kalk älterer Zeiten, allein ich bin nicht im Stande, irgend eine den Dünen entsprechende Sandstein-Formation nachzuweisen; wahrscheinlich sind die mehrsten Dünen durch spätere Meer-Bedeckung wieder zerstört, ehe irgend eine Ursache den losen Sand zu festem Gestein verbinden konnte; allein es ist anzunehmen, dass irgendwo die Umstände von der Art gewesen sind, dass das eigenthümliche der Formen sich erhalten haben mag. Auf jeden Fall gehören hierher die *Rhynpeski* und *Barchani*, Sandhügel-Ketten zwischen der *Wolga* und dem *Jaik*, die sich vom *Eltin-See* zum *Kaspischen Meere* erstrecken. Dieselben Hügel-Ketten und Längen-Thäler, derselbe Wasser-Reichthum, dieselbe frische Vegetation in den Thälern: nur die Breite ist viel bedeutender, als bei unsern Dünen, allein leicht dadurch zu erklären, dass sie von einem sich zurückziehenden Meer gebildet sind, welches bei seiner Abnahme immer ausserhalb der ältern Dünen-Kette neue Sandhügel bildete. Die Höhe der *Kaukasischen* Dünen ist dagegen bedeutend geringer als unsre. Hierher gehört auch die innere Dünen-Kette an der W.-Küste der Halbinsel von *Jütland*, *Schleswig* und *Holstein*; sie liegt an der Gränze der *Marsch*,

ist älter als diese, und ihre Bildung fällt in die vorhistorische Zeit. Sie ist an einzelnen Orten 4—5 Meilen von der jetzigen Dünen-Kette entfernt und hat nur eine geringe Höhe. Ihre Verhältnisse deuten auf ein viel weniger bewegtes Meer, als das ist, welches jetzt diese Küsten bespült. Ich will daher diese Eigenthümlichkeit der Formen hier nochmals zusammenfassen. Die Düne ist geschichtet; die Schichtung ist im Kleinen immer [§] wellenförmig und zeigt im Grossen jene doppelte Neigung, deren stärkerer Winkel, aus den oben angeführten Gründen schwerlich jemals bedeutend von 30° abneigend, immer von der Küste abgewendet, der geringere aber gegen die Küste geneigt ist. Steine fehlen gänzlich; Muschel-Schaalen kommen vor; manche als gehobene Berg-Kette angesprochene Bildung mag hierher gehören.

Ehe wir die Düne verlassen, muss ich noch einer eigenthümlichen Modifikation dieser Bildung erwähnen, die sich besonders schön geschlossen in *Vensyssel* findet, in den westlichen Theilen des *Liimfjords* aber sich noch fortsetzt. Sie bildet sich, indem der Dünen-Sand in See'n und überhaupt in Wasser weht. In *Vensyssel*, dem nördlichsten Theile von *Jütland*, welches in Verbindung mit *Thy* seit dem Jahre 1825 wieder eine Insel ist, verbinden grosse, vollkommen-horizontale Sand-Flächen Insel-förmige viel höhere Partie'n mit einander. Diese Sand-Flächen enthalten zuweilen auf grossen Strecken keinen einzigen Stein. Sie sind horizontal und nicht wellenförmig geschichtet und bestehen durchaus aus dem Flugsande, der aber hier bestimmt vom Wasser abgesetzt ist, wie die Horizontalität der Oberfläche und der Schichtung beweisen. Ein Arm des *Liimfjords*, die *Hanweile* und *Bygholmweile*, ist auf diese Weise gegen Ende des vorigen Jahrhunderts fast ausgefüllt worden; denn damals überliess man die Dünen sich selbst, und da dieser Busen nur durch Dünen vom West-Meere getrennt wird, fand der bewegte Sand fortwährend seinen Weg in die *Föhrde*, und man hat schon mehre Male daran gedacht, diesen Theil des Meerbusens durch künstliche Mittel trocken zu legen und den Sandboden

anzubauen. Der Plan ist indessen nicht ausgeführt worden, da der Werth des Landes sehr verringert war und erst in den letzten Jahren sich gehoben hat, überdiess der Boden, obgleich der Flugsand in Vergleich mit andrem Sand-Boden sehr fruchtbar ist (wegen der vielen Glimmerblättchen, die er enthält) dennoch zu grossen Unternehmungen nicht sehr einladet. Als im Jahre 1825 die schmale Landenge, welche den *Liimfjord* vom West-Meere trennte, von einer grossen Sturmfluth durchbrochen wurde, ward die ganze Dünen-Masse, welche diese Landenge bedeckte, in den *Liimfjord* hineingeworfen und hat diesen Theil desselben so ausgefüllt, dass an vielen Stellen, wo früher 16—20′ Wasser, kaum 1′ geblieben ist. Dieser Durchbruch, welcher den *Liimfjord* in einen Sund und den nördlichen Theil von *Jütland* in eine Insel verwandelte, veranlasste merkwürdige Veränderungen. Die erste und auffallendste Erscheinung war das plötzliche Absterben von fast allen Süsswasser-Fischen, die früher diesen wegen seiner reichen Fischerei berühmten Meerbusen bewohnten. Millionen von Süsswasser-Fischen trieben ans Land, zum Theil schon todt, zum Theil sterbend, und wurden von den Einwohnern in vielen Fuhren weggeschafft, und nur wenige haben sich erhalten an den Stellen, wo sich ein Bach süssen Wassers in den *Liimfjord* ergiesst. Nur der Aal hat sich nach und nach an diese veränderte Verhältnisse gewöhnt und sich wieder über den ganzen *Liimfjord* verbreitet, während den Süsswasser-Fischen das salzige Wasser des West-Meeres unerträglich zu seyn scheint. Es ist mehr als wahrscheinlich, dass die mit der salzigen Fluth einströmende Sand-Masse an vielen Orten ein Lager von todten Fischen bedeckt und so eine Versteinerungs-Schicht gebildet hat, ähnlich denen, die wir in so vielen ältern Formationen finden. Da es überhaupt ein Gesetz zu seyn scheint, dass die Thiere, die in dem frischen Lebens-Zustand plötzlich getödtet worden sind, vorzugsweise als Versteinerungen erhalten werden, so sehen wir hier eins von jenen Verhältnissen, die dazu beitragen können, eine Versteinerungs-Schicht zu bilden. Der

Boden des *Liimfjords* war damals mit einer sehr kräftigen Vegetation von Wasser-Pflanzen, sowohl des süssen als des salzigen Wassers, namentlich Zostera marina bedeckt, und diese Vegetation verschwand völlig nach dem Einbruche des West-Meeres, an vielen Orten dadurch, dass der Boden mit Sand überspült wurde; und so wiederholte sich auch hier das in der Geognosie der älteren Gebirgs-Schichten so wohl bekannte Phänomen, wo eine Pflanzen-Art eine bestimmte Schicht bezeichnet, und es wird einst, wenn durch Hebungen die damals gebildeten Lagen zugänglich werden, jene Periode des Einbruchs des West-Meeres durch eine Schicht von Zostera und wahrscheinlich von Abdrücken der Süsswasser-Fische bezeichnet werden. Im hohen Grade auffallend muss es aber seyn, dass die Zostera marina, eine Meeres-Pflanze, auch dort zerstört wurde, wo keine Überspülung von Sand Statt fand, welches wahrscheinlich daher rührt, dass der Übergang von dem sehr schwach gesalzenen Wasser zu dem jetzigen Zustande urplötzlich Statt fand. So sterben die Schollen, welche bei *Skagen* gefangen werden, wenn die Fischer es versuchen, sie in ihren Fahrzeugen mit durchbohrtem Boden nach *Kopenhagen* zu bringen, während die 6 Meilen weiter südlich bei *Friedrichshavn* gefangenen Fische derselben Arten vollkommen für diesen Transport geeignet sind. Auf ähnliche Weise sind nach der Sturmfluth vom Winter des Jahres 1839 alle grossen Schollen im *Liimfjord* verschwunden, und nur ganz kleine, wahrscheinlich junge Individuen mit biegsamer Organisation haben jene neue Katastrophe überstanden. Es ist bewiesen, dass der *Liimfjord* früher gleichfalls mit dem West-Meere in Verbindung stand, und aus jener Zeit schreiben sich mächtige Lager von Austern-Schaalen und Cardium edule her, die noch in der Tiefe des *Liimfjords* gefunden werden. Nachdem nun dieser Meerbusen während vieler Jahrhunderte keine Salzwasser-Muscheln enthielt, nährt er jetzt wieder Mytilus edulis in grosser Menge, und könnten wir uns einen Durchschnitt des Bodens verschaffen, so würden wir mächtige Lager von Ostrea edulis

und Cardium edule finden, dann ein Lager von Zostera marina mit Frischwasser-Fischen und wahrscheinlich Frischwasser-Muscheln, dann wieder ein Lager von Mytilus edulis beobachten. Wenn im Laufe der Zeiten jener Kanal sich wieder verstopfte und die Bäche den ehemaligen Sund wieder mit frischem Wasser füllten, so würden von Neuem Süsswasser-Fische und -Schaalthiere erscheinen und so eine häufig wiederholte Abwechselung von organischen Überresten der Bewohner des Meeres und der Landsee'n bilden. Obgleich nun diese Veränderung für die Bewohner der Gegenden um den *Liimfjord* von ungemein grosser Wichtigkeit ist, indem der Einbruch des West-Meeres mit den zerstörten Fischereien ihre Nahrungs-Quellen vernichtete, dagegen aber durch die freie Kommunikation mit dem West-Meere dem Handel und der Seefahrt neue Wege eröffnete, so ist doch die Veränderung der Oberfläche verhältnissmässig unbedeutend, während die Bildungen am Boden dieses Meeres ihren Charakter gänzlich veränderten.

Zwischen den Dünen-Reihen finden sich häufig Landsee'n von grösserer oder geringerer Ausdehnung, die sog. Dünensee'n, und in diesen findet eine kräftige Vegetation von Sumpf-Pflanzen verbunden mit einer Torf-Bildung Statt, welche, so lange der Dünen-Sand gedämpft ist, ruhig fortschreitet. Wenn aber ein ungewöhnlich starker Sturm die Oberfläche der mühsam gedämpften Düne angreift, dann fliegt der Sand in die See'n, deckt den Torf mit Sand-Schichten und schliesst jene Bildung. Wenn nun im Laufe der Zeiten Meeres-Ströme die Küste wegschneiden, ziehen die Dünen ins Land hinein, füllen den See aus und bilden auf diese Weise jene merkwürdigen Lager von fossilem Torf, Martörv genannt, welche den Geognosten des übrigen *Europa's* unbekannt geblieben zu seyn scheinen. Vom Dorfe *Ageren* gegen N. kommt eine grosse Menge von diesen Martörv-Lagern vor; das ausgedehnteste ist aber das nördlichste von allen, welches in den Gemeinden *Raabjerg* und *Skagen* am West-Strande über eine Meile Längen-Ausdehnung hat und sich tief hinein ins

Land erstreckt. Aber nicht bloss auf diese Küste ist das interessante Phänomen beschränkt. An der Nord-Küste von *Seeland*, wo sich im vorigen Jahrhundert eine sehr verderbliche Flugsand-Strecke fand, die aber schon gegen die Jahre 1760 gedämpft wurde und jetzt mit einem Fichten-Walde bedeckt ist, hat der Flugsand einige Torfmoore, die an der Gränze der Dünen-Kette lagen, halb bedeckt und so den Wachsthum des Torfes theilweise unterbrochen. Während nun das noch lebende Moor, wenn ich diesen Ausdruck gebrauchen darf, einen Torf enthält, der von dem Torfe der übrigen Moore der Gegend durchaus nicht verschieden ist, ist der Theil desselben, der unter dem Flugsande liegt, in eine ganz andere Substanz verwandelt. Unser gewöhnlicher Moor-Torf wiegt trocken 16—20 Pfd. der Kubik-Fuss; der vom Sande zusammengepresste dagegen wiegt 78 Pfd. Während wir in unserm gewöhnlichen Torf, nachdem er ausgetrocknet ist, kaum eine Spur von Schichtung wahrnehmen, ist dieser ausserordentlich deutlich geschichtet, ja fast schieferig, und verglichen mit den Seiten-Wänden einer noch frischen Torf-Grube sieht man deutlich, dass die dünnen Schichten das Produkt einer Vegetations-Periode, also eines Jahres enthalten. Wenn nun, wie es der Fall im nördlichen *Seeland* ist, das Torfmoor grossen Theils durch den Abfall einer Wald-Vegetation gebildet ist, ist es unmöglich, diesen vom Flugsande bedeckten Torf in Handstücken von der Braunkohle zu unterscheiden.

Zwischen den Dörfern *Lyngbye* und *Lökken* in *Vensyssel* findet sich ein solches Martorf-Lager etwa 15′ über dem Niveau des Meeres; es ruht auf blauem Thon abweichend und übergreifend und zwar so, dass die Schichten des Martorfes von beiden Seiten schwach geneigt sind gegen die Mitte, wo ein kleiner Bach fliesst, der das Lager des Torfs unterbricht und sich tief in den unterliegenden Thon eingeschnitten hat. Das Lager des Martorfs selbst geht in seiner Fortsetzung an der Seite völlig in schwarze Dammerde über, und diese sowohl als der Torf sind mit geschichteten

Flugsand-Massen bedeckt. Verfolgt man das kleine Thal, so findet man, wenn man die Dünen-Reihe verlassen hat, einen kleinen Bach, der an dieser Stelle wie fast überall in *Dänemark* von Wiesen-Torf eingeschlossen ist, und so hat man hier eine vollkommene Erklärung des interessanten Phänomens der Bildung dieses Lagers von Brenn-Material, welches schon fossil geworden ist. Ein dreifaches Schichten-System zeigt sich in diesem Kliff. Der untere blaue Thon, eine Meeres-Bildung der jetzigen Erd-Periode, neigt sich unter einem Winkel von 5°—8° gegen S., dann die Süsswasser-Bildung des Martorfs mit nördlichem und südlichem Einschiessen; dann die Dünen mit ihrer wellenförmig, oft stark geneigten Schichtung. Fg. 3 zeigt das Verhältniss deutlich.

An einem andern Orte ruht der auch hier vom Dünen-Sand bedeckte Martorf auf horizontalen Schichten von blauem Thone voll von Cardium edule und Mytilus edulis. Da nun der Torf viele Überreste von Land- und Süsswasser-Pflanzen hat, der Flugsand dagegen, wie früher erwähnt ist, nicht selten Austern-Schaalen, so haben wir hier solche Abwechselungen, wie tertiäre Bildungen sie zu zeigen pflegen.

Das bei weitem merkwürdigste Lager von Martorf ist indessen das früher erwähnte, welches die nördlichste Spitze von *Jütland* einnimmt.

In der Erstreckung einer Meile von *Skiveren* bis nach *Hoyen* zieht es sich fortwährend wie ein schwarzer Streifen in den senkrechten Kliffs des Ufers hin. Es ruht in der Regel auf einem feinen Sande, den man bei oberflächlicher Betrachtung für Flugsand ansehen könnte, der aber dem Meere angehört und theils einzelne gerollte Steine enthält, theils wirkliche Geröll-Lager in sich einschliesst. Es hat etwas so Wiederstrebendes, dieses Lager, welches mitten im Sande liegt, als ein Torfmoor zu betrachten, dass man eine andere Erklärung versucht hat. Man hat es nämlich für eine von westlichen Stürmen aufgerollte Rasen-Decke angesehen; allein wenn auch Stürme zuweilen den Rasen aufreissen

können, so ist doch in diesem Falle die Erklärung durchaus unzulässig, und Dr. Ringel hat schon diese Bildung vor vielen Jahren als ein ausgetrocknetes und vom Flugsande bedecktes Torfmoor bezeichnet. Es finden sich in demselben eine grosse Menge von Sumpf-Pflanzen und namentlich die Saamenkörner von Menyanthes trifoliata, so wie Stämme und Zweige von Birken, Eichen, Espen, Weiden, — Insekten und die Geweihe vom Hirsch, so wie die Zähne von Ochsen. Ausserdem enthält es Kunst-Produkte und namentlich Pfeil-Spitzen von Feuerstein, woraus erhellt, dass es noch ein See oder ein wirkliches Moor gewesen seyn muss, nachdem das Land bewohnt worden ist. Man hat indessen allen Grund, anzunehmen, dass dieses grosse Torfmoor einst ein See war, denn in den See-Mooren finden sich überall im Lande verbreitet die Geweihe von Hirschen, Elenthieren, die Schädel und Hörner von Ochsen, und selten die Geweihe von Rennthieren: Überreste von Thieren, von denen man annehmen muss, dass sie, als das Moor noch ein See war, durch die Eis-Decke gebrochen oder durch die schwebende Moos-Decke, welche auf vielen unserer jetzigen See'n sich noch findet, eingesunken sind. Man erstaunt über die Veränderungen, welche diese nordöstlichste Spitze von *Jülland* erlitten haben muss, seitdem Menschen das Land bewohnen; denn der See, in dem dieser Torf sich bildet, muss wenigstens eine Meile gehabt haben; und jetzt ist das Ganze von Sand-Dünen bedeckt. Ähnliche Torf-Lager ziehen sich an dem westlichen Ufer von *Jütland* gegen S. hinab, allein südlich vom *Lümfjord* finden sie sich unter dem Niveau des Meeres, und bei der Insel *Sylt* liegen sie 6—8′ unter dem Meere, mit grossen Birken-Stämmen. Weiter gegen S. liegen sie unter der *Marsch*, also tief unter dem Niveau des jetzigen Meeres, und es ist bekannt, dass sie an den Küsten von *Holland* und weiter gegen S. an den Küsten von *Kornwallis* gleichfalls unter dem Niveau des Meeres vorkommen. Sie bezeichnen jene grosse Senkung, die in unserer jetzigen Erd-Periode von der westlichen Küste *Englands* bis an den

Limfjord Statt gefunden hat, den Ufern der *Nordsee* ihr jetziges Verhältniss gegeben und ohne Zweifel die Trennung *Englands* von *Frankreich* entweder vorbereitete oder bewirkte.

Die übrigen Verhältnisse des Martorf-Lagers von *Skagen* und *Raabjerg* sind folgende:

In der Regel findet sich nur ein Lager, dessen Mächtigkeit an einzelnen Stellen 4′ erreicht. Es ruht gewöhnlich auf horizontal geschichtetem Strand-Sande mit einzelnen gerollten Strand-Steinen; zuweilen auf feinerem weniger deutlich geschichtetem Stein-freiem Sande, der offenbar in den See gewehter Flugsand ist; an noch andern Stellen auf einem sehr deutlich geschichteten feinen Kiesel-Lager, demjenigen durchaus ähnlich, welches überall in *Dänemark* unter den Seemooren liegt, unter dem Mikroskop organische Struktur zeigt, und nach den Beobachtungen des Hrn. Steenstrup fossile Infusorien enthält; hin und wieder ist der Strand-Sand unmittelbar unter dem Torf-Lager durch Eisen zu einem festen Sandsteine verbunden, eine Mooreisen-Bildung, die mit dem Titaneisen des Flugsandes in Verbindung steht: denn überall in den Dünen-Thälern findet man, wo die Düne bewachsen ist, dass sich Eisen-Schichten absetzen, welche durch die langsame Einwirkung der Humussäure aus dem Sande ausgewaschen ist. Obgleich, wie gesagt, in der Regel nur ein Torf-Lager vorkommt, finden sich doch an mehren Stellen zwei Lager und an einer Stelle, deren Verhältnisse ich in Fg. 4 angegeben habe, kommen drei vor; sie sind durch feinen Flugsand getrennt, und die beiden obern Lager sind sandig. Offenbar ist an dieser Stelle die Torf-Bildung durch in den See gewehten Dünen-Sand unterbrochen, darauf fortgesetzt, wieder unterbrochen und nochmals fortgesetzt. Dass das Ganze indessen nur lokal ist, sieht man aus dem Zusammenhange, indem die drei Lager mit einander stehen, und aus der Menge von Sand, welche die obern Torf-Lager enthalten. Es ist deutlich, dass, nachdem die Dünen-Reihe einmal dem See, in dem sich der Torf bildete, so nahe gerückt war, dass der Sand in denselben hineinwehte, keine

dauernde Torf-Bildung mehr Statt finden konnte, indem jeder starke Sturm durch den mitgeführten Sand die Vegetation unterbrechen musste. Jetzt schneidet das Meer fortwährend den unter dem Torf liegenden Sand weg, und das seiner Unterlage beraubte Torf-Lager stürzt in grossen Blöcken hinab, bedeckt den Abhang und den eigentlichen Strand, bis es, nach und nach von den Wellen gänzlich zerstört, weggespühlt wird. Doch geht diese Wirkung nur langsam vor sich, und im Ganzen bemerkt man nur eine geringe Abnahme der Küste. Das Lager ist in der Regel sehr deutlich geschichtet, und die Schichtungs-Flächen sind durch Schilfblätter bezeichnet; besonders fand ich so die untersten Theile des Lagers. Hin und wieder findet sich wahre Holzkohle in dem Torfe, ein Umstand, welcher besonders deutlich bei dem *Seeländischen* Moortorf vorkommt und überhaupt unsern Torfmooren eigenthümlich ist, wo diese mehr oder weniger aus Holz gebildet sind. So finden sich häufig ganze an der Oberfläche verkohlte Stämme in den *Seeländischen* Mooren; und wenn man die Menge von wahrer Holzkohle in diesen Torfmooren sieht, wird man geneigt anzunehmen, dass häufige Waldbrände in diesen Gegenden gewüthet haben. Dieses scheint nun allerdings auch der Fall gewesen zu seyn, obgleich bei weitem nicht in dem Maase, wie die Häufigkeit der Holzkohle vermuthen lassen möchte. Die Holzkohle ist nämlich, wie bekannt, einer der unzerstörbarsten Stoffe, und noch nach Jahrhunderten entdeckt man den Ort, wo ehemals ein Kohlenmeiler gestanden hat, an der schwarzen Farbe des Bodens und den Kohlenstücken, die in der Erde verbreitet sind, und die selbst eine spätere dauernde Kultur desselben nicht vernichten konnte. So musste alle Kohle, die während der langen Dauer des Wachsthums des Moores gebildet wurde, erhalten werden, während ein grosser Theil des übrigen vegetabilischen Stoffes verschwand. Übrigens ist es begreiflich, dass in jenen Zeiten häufige und ausgedehnte Waldbrände Statt finden mussten, wie noch jetzt in *Nord-Amerika*, mit welchem Lande der damalige Charakter *Dänemarks* grosse

Ähnlichkeit gehabt zu haben scheint. Man denke nur an jenen grossen Waldbrand, der noch im Jahre 1825 an den Ufern des *Mirimichi* Statt fand und eine Strecke von 140 Engl. Meilen Länge und 70 Meilen Breite zerstörte.

Es verdient gewiss der Zusammenhang der noch lebenden Torfmoore vermittelst des Martorfs mit der Braunkohle und Steinkohle die Aufmerksamkeit der Geognosten im höchsten Grade. Dort, wie hier, zieht die durch die Zerstörung der Pflanzen gebildete Humussäure das Eisen aus dem Boden, in dem es vertheilt ist, und sammelt es in eigne Lager, und merkwürdig genug enthalten die Eisen-Lager der Kohlen-Formation von *Wales*, so wie die anderer Länder, Titan, als ob sie dort wie hier durch die Auslaugung des Titan-Sandes entstanden wären. In dem meisten Torfe ist eine deutliche Schichtung zu erkennen, wie in der Haupt-Bildung der Kohlen-Formation der Schieferkohle, und es ist gewiss vollkommen konsequent anzunehmen, dass jene schiefrige Struktur der Steinkohle von den Jahres-Ringen der Vegetationen alter Torfmoore herrührt. Man denke sich nur, wie die Sache sich verhalten würde, wenn ein Moortorf-Lager, bedeckt von Flugsand, einer dauernden Erwärmung unter hohem Drucke ausgesetzt würde. Die einzelnen Schichten des jährlichen Absatzes des Moores würden bleiben, sie würden aber durch den Umtausch der Bestandtheile und durch die Entfernung eines Theils des Sauerstoffes als Kohlensäure noch mehr zusammenschwinden, und wir würden, nachdem die Steinkohle gebildet wäre, eben jene Schichten wieder entdecken können, die nur noch dünner seyn würden. So aber ist gerade das Verhältniss der Schieferkohle, und wenn wir die sehr dünnen Schichten betrachten, sehen wir, dass die Bildung in einer Periode, welche höchst wahrscheinlich ein Jahr war, nur sehr unbedeutend ist, und dass wir hier zum Theil der Länge der Zeit zuschreiben müssen, was man für Wirkung einer sehr kräftigen Vegetation ansah.

Selbst das Phänomen der Vertheilung der Holzkohle auf den Schichtungs-Flächen des Torfs fehlt nicht in den

ältern Steinkohlen, und man braucht nur ein Stück *Newcastle*-Kohle zu zerschlagen, um auf den Schichtungs-Flächen die Holzkohle (faseriger Anthrazit) überall zu entdecken. Woher entstanden aber die Waldbrände in jener Zeit, wo keine Menschen existirten, die den Wald anzünden konnten? Jetzt ist es der Blitz, der häufig die Wälder anzündet, und damals mag es wohl dieselbe Ursache gewesen seyn.

In dem Moortorf-Lager von *Skagen* finden sich, um die Analogie mit ältern Bildungen vollständig zu machen, häufig ganz plattgedrückte Birken-Zweige und -Stämme. Diess beruht auf der eigenthümlichen Struktur des Birken-Holzes, welches überall in unsern noch nicht ausgetrockneten Mooren so weich ist, dass man es leicht zwischen den Fingern zusammendrücken kann, während Eichen und Föhren bei weitem nicht in dem Maase erweicht werden. Ein so geringer Druck, wie der ist, den 8—10′ Flugsand ausübt, hat schon vollkommen hingereicht, um die Birken-Zweige platt zu drücken.

B. Die Strand-Bildung.

Sehr verschieden von der bis jetzt besprochenen Bildung sind diejenigen, welche unmittelbar von dem Wasser selbst abgesetzt werden, wahre Meeres-Bildungen. Man muss auch hier wieder wohl unterscheiden zwischen der eigentlichen Strand-Bildung (Englisch: Beach, Dänisch: Harstok) und den Watten. Diese beiden sind in allen ihren Verhältnissen verschieden, verschieden im Materiale, woraus sie zusammengesetzt sind, in den Schichtungs-Verhältnissen und der Höhe, worin sie abgesetzt werden. Die Strand-Schicht bezeichnet die Spitze der Welle, die Watten-Schicht bezeichnet die Höhe des eigentlichen Meeres-Niveau. Wenn man auf diesen Unterschied nicht aufmerksam ist, ist man sehr geneigt, eine Hebung anzunehmen, wo nur die Form der Absetzung sich verändert hat. Es ist diess sehr deutlich in der Nähe des Fleckens *Hoyer* im *Schleswig'schen*, wo

eine Marsch-Bildung noch immer vor sich geht. Hier findet sich mitten in der Marsch ein Wall von Sand und Steinen, der 4′ höher, als die umgebende Marsch-Fläche, und sehr scharf und deutlich abgeschnitten ist. Wir wollen jede dieser Formen für sich betrachten.

1) Der eigentliche Strand.

Die eigentliche Strand-Bildung ist verschieden, je nachdem sie bei sehr starker Bewegung des Wassers Statt findet, oder bei geringerer vor sich geht. Es hat ferner das Verhältniss der Strömungen einen sehr bedeutenden Einfluss auf diesen Absatz. Wenn das Meer sehr heftig bewegt ist, wirft es die Massen ohne Rücksicht auf Grösse und spezifisches Gewicht unter einander an das Ufer, und man entdeckt in dem Ganzen weder Spuren von Schichtung noch irgend einer Ordnung der Theile. Die Absetzungen solcher Massen kommen indessen an unsern Küsten jetzt im Ganzen selten vor, weil der Strom seit Jahrhunderten schon sich immer mehr an die Küste andrängt und immer mehr Materialien wegreisst. Sie finden sich indessen als das Resultat grosser Fluthen, und sind besonders merkwürdig durch die spätere Verarbeitung und Ordnung des so abgesetzten Materials. Namentlich hat die Fluth vom 7. bis 8. Januar 1839 viele Beispiele einer solchen Absetzung unregelmässiger Massen gegeben. So z. B. zwischen dem *Ager*-Kanale und dem Dorfe *Harboöre*, wo die Fluth zum Theil die Dünen-Kette eingerissen, zum Theil die niedrigen Stellen derselben überstiegen und eine Masse von Sand und Steinen über das jenseitige niedrige und früher bebaute Feld ausgeschüttet hat Wie ein Lava-Strom breitet sich diese Fluth von Sand und Steinen über das niedrige Land, geht von dem niedrigsten Punkt der Dünen-Kette aus und verzweigt sich zuletzt in eine Menge kleiner Ströme. Völlige Unfruchtbarkeit, Zerstörung aller Kultur ist auch hier die Folge, denn die Masse ist zu gross, um weggeräumt zu werden, und in dem zwischen den Steinen vertheilten Sande wächst nichts.

Ähnliche ungeschichtete und gemischte Massen bilden sich an den Küsten durch das Niederbrechen und die Zerstörung des alten Ufers. Überall wo die Geschiebe-Formation bis an das West-Meer geht, werden die Kliffs untergraben und stürzen am Ende zusammen, und nun fängt die langsam ordnende Wirkung des Wassers sowohl auf diese als auf die früher erwähnten, von den heftigen Fluthen abgesetzten Massen an. Die schwächere Wellen-Bewegung spühlt den Sand aus und lässt die Steine liegen und bildet auf diese Weise eine Stein-Schicht. Der Sand wird an Orten abgesetzt, wo weniger Wellenschlag ist, und da die Grösse und Kraft des Wellenschlages grösstentheils von der Richtung des Windes abhängig ist, so wird der Sand häufig auf die schon ausgeschlämmten Steine abgesetzt, und auf diese Weise wird am Ende die früher ungeschichtete Masse in Schichten abgetheilt. Diese Wirkung findet nach einem sehr grossen Maasstabe an unsern Küsten Statt, und nach der Trennung des vorhandenen Materials werden Steine und Sand von dem Wellenschlage an die Küste geworfen, und veranlassen die Strand- und Dünen-Bildung, während Thon und feiner Sand die Watten bilden. Da die Watten-Bildung, wie später gezeigt werden wird, mit hohem Wellenschlage und starker Bewegung der See unverträglich ist, so sind diese von einander abhängigen Bildungen im Raume weit von einander getrennt, und nur wo eine Vormauer von älterem Lande das Meer beruhigt, findet die letzte Statt. Diese Ausschlämmung, diese spätere Schichtung ungeschichteter Massen ist einer der häufigsten Charaktere der Sand- und Sandstein-Bildungen aller Zeiten, und die unmittelbare Beobachtung über die Bildung erklärt leicht, wie Konglomerate und Sandsteine so häufig mit einander wechseln können, während man früher Schwierigkeiten gefunden hat, diese Anordnung der Theile, welche den Forderungen der Gesetze des spezifischen Gewichts durchaus zuwider ist, zu erklären. Sie erklärt uns aber auch, wie gleichzeitige Bildungen einen so sehr verschiedenen Charakter annehmen können.

Eines der interessantesten Beispiele von Ausschlämmungen findet sich auf der ganzen Zunge von *Ager;* diese Zunge war nach der Fluth von 1825 etwa 10′ hoch und bestand aus Strand-Sand mit vielen gerollten Strand-Kieseln. Seit dieser Zeit hat das Wasser, welches nur bei höheren Fluthen die Zunge überspühlt, nach und nach den Sand ausgeschwemmt und in dem *Lüimfjord* gewaschen, wo er in Vereinigung mit dem Flugsande jene mächtige Sandausfüllung gebildet hat; und jetzt, wo die Zunge nur eine Höhe von etwa 4′ hat, ist sie mit einer Schicht von Geröllen bedeckt, welche aus den früheren höheren Sand-Bedeckungen ausgeschlämmt ist und ein dem Auge des Beobachters horizontal erscheinendes Lager bildet. In einem noch viel grösseren Maasstabe findet diese Ausschwemmung und Bildung eines Geröll-Lagers an der nördlichsten Spitze von *Jütland* Statt. Ich habe dieses Lagers, welches sich am ganzen Strande bis zu einer Höhe von etwa 20′, vom *Skiveren* bis nach *Hoien*, über eine deutsche Meile ausgedehnt findet, schon früher erwähnt. Das Lager ist hier nicht horizontal, sondern bildet eine Reihe von wahren Bastionen gegen das Meer gerichtet, welche eine täuschende Ähnlichkeit mit Festungs-Werken haben. Die Trennung der verschiedenartigen Elemente des ehemaligen Meeres-Strandes ist hier indessen nur in einem sehr geringen Theile vom Wasser bewirkt: fast überall ist es der Wind, welcher den Sand weggeweht und die Steine zurückgelassen hat. Nur die Vertiefungen dazwischen, welche die Bastionen abschliessen, scheinen zum Theile wenigstens nur durch Regenwasser gebildet zu seyn.

Nicht überall bildet sich indessen der Strand auf diese Weise; häufig findet eine horizontale Ansetzung des Materials, welches das Meer abgibt, Statt. Um diese Art des Absatzes zu verstehen, muss man die Form des Strand-Walles betrachten, welcher unter einem mehr oder minder grossen Winkel gegen das Meer geneigt ist und zuweilen wenigstens gleichfalls gegen das Land sich senkt. In diesem letzten Falle ist der Strand-Wall das Werk eines einzigen Sturmes,

während der regelmässige Strand, er bestehe nun aus Steinen oder aus Sand, nur sehr geringe Neigung gegen das Land hat. Ich fand den Winkel, den der Strand bei *Skagen* gegen das Meer bildet, 6°, 8°, 12°, 13°, 14°; weiter gegen S. wechselte er zwischen 5° und 8½°, an einzelnen Stellen 12°. Im *Liimfjord* stieg derselbe bis 25°: diess waren Steine, während der früher beobachtete aus Sand bestand. Man wird also 25° als das Maximum des Neigungs-Winkels des Strandes gegen die See annehmen können. Wenn nun das Meer eine neue Schicht absetzt, ohne sein Niveau bedeutend zu verändern, so legt sich diese neue Schicht unter demselben Winkel an dem früher abgesetzten Strand, und so bildet sich ein ganzes System von geneigten Schichten, welche ursprünglich unter diesen bedeutenden Winkel abgesetzt sind. Steigt nun das Meer bei Stürmen über die aus den Schichten-Kanten gebildete Horizontal-Ebene, dann wird durch Ausschlämmung eine horizontale Schicht gebildet, welche die früher gebildeten geneigten Schichten also schneidet. So bildet sich eine doppelte Schichtung, die eine horizontal, welche wegen ihrer Ausdehnung und der Deutlichkeit ihrer Lager als die Hauptschichtung erscheint, während die andere untergeordnet, aber nichts desto weniger sehr deutlich ist. Es kommen diese Verhältnisse ungemein häufig in ältern Sand- und Sandstein-Bildungen vor. Der englische Geognost Fitton hat viele Fälle derselben in seinem Werke über die Schichten zwischen der Kreide und dem Oxford-Oolith unter dem Namen Falsestratification beschrieben, und es ist wichtig bei geognostischen Beobachtungen auf diese Verhältnisse Rücksicht zu nehmen, denn die Richtung, in welche diese untergeordneten Schichten sich neigen, bezeichnet die Richtung, woher der Wellenschlag zur Zeit der Bildung kam. Auf den geneigten Schichtungs-Flächen sammeln sich selten Schaalthiere, auf den horizontalen dagegen kommen sie von Zeit zu Zeit vor. Zuweilen wird die horizontale Schichtung durch eine andere Substanz bezeichnet; diess

fand namentlich vor einigen Jahren, ehe die Erdzunge von *Ager* so niedrig war, im westlichen Theile des *Liimfjords* Statt. Indem nämlich bei hohem Wasser und dem wegen des Schutzes der *Ager*-Zunge geringen Wellenschlage das ruhige Meer eine schwache Thon-Schicht auf den Sand absetzte. Jetzt findet diese Bildung nicht mehr Statt, wenigstens habe ich sie in diesem Jahre nicht bemerkt, weil die jetzt sehr niedrige Zunge nur geringen Schutz gewährt.

In seltenen Fällen wird die Strand-Bildung auch bei uns in ein festes Gestein verwandelt. Das Bindemittel dieser Sandsteine und Konglomerate ist entweder kohlensaurer Kalk oder Eisenoxyd. Die Sandsteine mit kohlensaurem Kalk finden sich hin und wieder, wo diese Substanz in Menge vorkommt: so bei *Friedrichshavn*, wo die Kalkmuscheln des jetzigen Meeres mit Bruchstücken von Feuersteinen, gerolltem Granit und Sand zu einer groben Breccie verbinden. Die Muscheln haben hier offenbar selbst den Kalk des Bindemittels geliefert. An der Küste von *Möen* kommen ähnliche Konglomerate vor, wo scharfkantiger Flint und Kreide-Bruchstücke durch kohlensauren Kalk verbunden sind. Hier hat die Kreide den kohlensauren Kalk hergegeben. Man sieht nicht recht ein, welche Natur-Verhältnisse diese Bildungen bei uns bestimmen; denn an sehr vielen Orten findet sich viel kohlensaurer Kalk im Sande und Gerölle, ohne dass derselbe die Bildungen von zusammenhängenden Massen von Sandsteinen und Konglomeraten veranlasst, und an dem angeführten Ort kennen wir so wenig als an andern Stellen eine Entwicklung von kohlensaurem Gas, welche die Auflösung und den Absatz des Bindemittels leicht erklären würde. Die Eisen-haltigen Konglomerate bilden sich nur, wenn das Eisen Sauerstoff anzieht, sey es nun, dass dasselbe vorher Eisenoxydul gewesen ist, wie z. B. bei den Sandsteinen, die der reduzirenden und auflösenden Wirkung des Torfmoors ihren Ursprung verdanken, oder durch Oxydation von metallischem Eisen. Überall, wo an der W.-Küste der Bolzen eines gestrandeten Schiffs oder überhaupt irgend ein

Stück Eisen im Strand-Sande liegen bleibt, wird dieser zusammengebacken und bildet eine sehr feste Masse um das Stück Eisen. Das merkwürdigste Lager der Art wurde vor wenigen Jahren bei dem Bau und der Aufmauerung des Hafens von *Helsingöer* gefunden. In einer wechselnden Tiefe, am Ufer höher und weiter hinaus tiefer, ruhte es auf gewöhnlichem Strand-Sande in einer Mächtigkeit, die selten einen Fuss überstieg. Es bestand aus Rollsteinen und Sand, enthielt eine grosse Menge von Stecknadeln und selbst Münzen aus den Zeiten Christian's IV. (aus dem Anfange und der Mitte des 17. Jahrhunderts); hin und wieder hatte sich metallisches Kupfer als Überzug galvanisch ausgeschieden, und nicht selten entdeckte man, dass metallisches Eisen zugegen gewesen, aber gänzlich oxydirt war. Eine lokale Untersuchung, die auf Veranlassung der Gesellschaft der Wissenschaften von dem Etatsrath Reinhardt und mir unternommen wurde, macht es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass dieses Lager dadurch entstanden war, dass der Strassen-Kehricht der Stadt *Helsingöer* an das Ufer geworfen und nach und nach von dem Wellenschlage des Meeres über den damaligen Meeres-Boden ausgebreitet worden war.

2) Die Watten-Bildung.

An der W.-Küste der Herzogthümer *Schleswig* und *Holstein*, wo die menschliche Kunst mit abwechselndem Glücke gegen das Meer kämpft, und es derselben bald gelingt die Bildung von grossen Strecken fruchtbaren Landes zu veranlassen, bald dagegen das Meer reiche und stark-bevölkerte Theile des Landes verschlingt, finden Bildungen Statt, die von der eigentlichen Strand-Bildung sehr verschieden sind. Der Unterschied zwischen Fluth und Ebbe steigt hier bis auf 8′, und zu den Zeiten des niedrigen Wassers liegen grosse Stellen völlig trocken, so sehr, dass die Insel *Sylt*, die 4 Meilen vom festen Lande entfernt ist, zur Ebbezeit zu Fuss vom Lande aus erreicht werden kann, keineswegs ohne Gefahr, indessen doch mit der Sicherheit, dass man

Leute, welche die Strömungen kennen, bewegen kann, die Reise zu unternehmen, die natürlich vor Eintritt der Fluth beendet seyn muss. Zwischen den Inseln *Föhr* und *Amrom* führt ein Fahrweg über die Watten, und abwechselnd dient dieselbe Strecke bald für Schiffe, bald für Wagen und Pferde.

Die Watten bestehen zum Theil aus Sand, zum Theil aus Thon, dem sogenannten Schlick, welcher die Marschen bildet, und sie sind fast alle die Überbleibsel eines zerstörten Landes. Über eine Meile weit, westlich von der Insel *Römöe* finden sich auf einer grossen Sandbank viele Mauersteine, und wenn man auf einer Karte, welche Dankwart als eine Darstellung des Landes vor dem Jahre 1240 gibt, und die vom Königlichen Mathematicus Johannes Meier mit seltener Kunde entworfen wurde, nicht unbedingt Glauben beimessen will in Hinsicht auf das Detail, so gibt dennoch die Art, wie die Karte vor 2 Jahrhunderten entworfen wurde, ihr eine allgemeine Glaubwürdigkeit. Seit Jahrhunderten schneidet der grosse Meeres-Strom immer stärker und stärker gegen die Küste besonders des Herzogthums *Schleswig* und namentlich der Insel *Sylt*. Nach einem alten Manuskripte von Hans Kielholt hat diese Wirkung im 14. Jahrhunderte angefangen, indem das Meer damals ein Stein-Riff durchbrach, welches westlich vor dieser Insel sich fand und aus einem Gestein bestand, welches beim Daraufschlagen in Schaalen absprang, wie der Rost von altem Eisen. Diess ist sehr bezeichnend; ein solches Gestein, welches der grossen Braunkohlen-Formation angehört, findet sich noch anstehend auf der O.-Küste der Insel, und Bruchstücke desselben werden noch immer vom West-Meere an das Ufer von *Sylt* angeworfen. Die Wirkungen dieses Stromes sind sehr zerstörend: das Meer untergräbt die Dünen und schneidet die Küste weg, der Dünen-Sand fliegt ins Land hinein, und die ganze Dünen-Kette ist in einer fortwährenden Wanderung begriffen. Im Jahr 1757 wurde die Kirche des Dorfes *Rantum* abgebrochen, weil die Dünen-Kette sie erreicht

hatte. Im Jahre 1791 oder 1792 war die ganze Dünen-Kette über die Ruine der Kirche weggeschritten, sie lagen vom Sande befreit am Ufer des Meeres und wurden bald verschlungen; die Stelle wo sie damals lag, ist jetzt, kaum 50 Jahre später, gegen 700′ vom Ufer, und das Meer hat dort eine Tiefe von 12′. Die zweite Kirche von *Rantum* ist auch schon längst unter den Dünen verschwunden, und die Ruinen des ehemaligen Dorfes mit seinen Brunnen und Gärten liegen am Strande und verschwinden eins nach dem andern. Dasselbe ist der Fall mit dem Dorfe *Niblum*, von dem die letzten Spuren noch am Strande liegen und wahrscheinlich noch in diesem oder dem nächsten Jahre verschwinden werden. Der Strandvogt von *Rantum*, ein 50jähriger Mann, zeigte mir einen Brunnen, welcher dem Hause seines Grossvaters angehört und aus dem er vor 45 Jahren Wasser geschöpft hatte: jetzt lag er am Ufer des Meeres und wird kaum ein Jahr lang mehr sichtbar seyn. Die Dörfer, die man so gänzlich verschwunden annehmen kann, sind *Niblum* und *Rantum*, und alte Sagen erwähnen des nahen Zusammenhanges jener äusseren Insel-Kette, welche auch noch mit dem Lande soll zusammengehangen haben. Indessen kann man mit Sicherheit behaupten, dass dieser Zusammenhang mit dem festen Lande schon in sehr alten Zeiten unterbrochen gewesen ist. Ich habe schon früher des untermeerischen Föhren-Waldes erwähnt, welcher bei 10′ Wasser noch im Meeres-Boden wurzelt. Dieser Wald liegt zwischen der äussern Insel-Reihe und dem festen Lande; und die grosse plutonische Senkung, deren wir früher erwähnten, hat wahrscheinlich jene Trennung zu Wege gebracht. Die ganze Periode der Nadel-Wälder hier im Lande ist aber vorhistorisch; denn in keiner der manchfaltigen Geschichts-Erzählungen wird des Nadelholzes erwähnt, obgleich kaum ein grösseres Moor im Lande sich findet, in dem nicht Föhren-Wurzeln, Föhren-Stämme oder der aus Föhren-Nadeln gebildete Leuchttorf (Dänisch Lyseklyn, erdiger Retinasphalt) vorkäme. Auf der Insel *Römöe* liegt ferner eine alte Burg, von der

die Geschichts-Forscher behaupten, dass sie vor dem IX. Jahrhunderte erbaut sey, und diese Seeräuber-Burgen der Normannen lagen hart am Meere, um leicht mit den Schiffen in See kommen zu können. In *Jütland*, wo auch viele dieser Burgen vorkommen, liegen sie jetzt vom Meere entfernt, weil das Land sich gehoben hat. Da die Burg von *Römöe* nun noch immer wenig über dem Niveau des Meeres erhaben liegt, so ist wohl kaum ein Zweifel übrig, dass keine Niveau-Veränderungen seit jener Zeit eingetroffen sind, und dass die Trennung der Insel vom festen Lande viel älter ist. Hinter dieser Vormauer von älterem höherem Land, welche von *Hjerting* über die Insel *Fanöe*, *Manöe*, *Römöe*, *Sylt*, *Föhr*, *Amrom* und die Keuper-Felsen von *Helgoland* zieht, geht nun die grosse Watten-Bildung vor sich, theils als Sandbänke, theils als Marsch. Die älteste Sand-Marsch schliesst sich an die innerste Dünen-Kette des Landes, und diese Dünen-Kette, welche im Herzogthum *Schleswig* weit von dem jetzigen Meere liegt, bezeichnet den ehemaligen Strand vor der Marsch-Bildung. Sie verschwindet jetzt täglich mehr durch die Kultur, und nach 50 Jahren wird vielleicht kaum eine Spur mehr davon übrig seyn; allein sie ist an manchen Stellen 4—5 Meilen von der äussern Dünen-Kette entfernt. An diese schliesst sich die alte Sand-Marsch. Sie besteht nur aus Sand, allein sie zeigt eine ganz auffallende Fruchtbarkeit, gerade wie jene schon früher erwähnten grossen Sand-Ebenen in *Vensyssel*. Dann kommt die eigentliche Marsch, die bald auf sehr Glimmer-reichem Sande aufruht, bald auf festem Moor, bald auf fliessendem Moore, und an vielen Orten fällt der Erdbohrer, nachdem er 6, 8, 10, 12′ durch den festesten Marsch-Thon gebohrt ist, plötzlich 20—30′ hinab und erreicht dann erst den festen Sand-Boden. Diese auf schwarzem moorigem Wasser schwebende Marsch zeigt das grosse Phänomen einer Senkung ganz unabhängig von plutonischen Ursachen. Die *Wilster*- und *Kremper*-Marsch sinken fortwährend, obgleich sehr langsam; und an Orten sieht man jetzt Kirchthürme über die Deiche

weg, die früher von denselben verdeckt wurden; denn der Deich als die schwerere Masse sinkt stärker als die übrige Marsch. Noch immerfort bildet sich neue Marsch, indem jede tägliche Fluth, mit fein ausgeschlämmtem Thon überladen, eine dünne Schicht von Marsch-Thon (Schlick) absetzt. So erhöht sich das Land nach und nach, bis am Ende der Queller (Salicornia herbacea) erscheint, eine Pflanze, die durch ihre steifen, horizontalen Ästchen das Wasser vollkommen beruhigt und die Anschlickung befördert. Wo einmal Thon-Boden ist, setzt der Schlick sich sehr leicht an; dagegen haftet er nicht auf den Sand-Körnern, die bei dem Zurücktreten der Fluth eine rollende Bewegung annehmen und den Thon wieder mit dem Wasser wegschwemmen lassen.

Der tägliche Zuwachs dieser Marsch-Bildung ist sehr verschieden, aber immer sehr geringe. Es gibt Stellen, wo ein halbes Jahrhundert vergehen mag, ehe der Zuwachs 1′ beträgt, während an andern Orten dieselbe Erhöhung des Bodens in 6—8 Jahren vor sich geht. Es liegt in der Natur der Sache, dass die Periodicität dieser Bildung, die von dem regelmässigen Wechsel der Ebbe und Fluth abhängt, sich in einer Art Schichtung äussern muss, indem der abgesetzte Thon während der Ebbe eine gewisse Festigkeit erlangt, und die neue Fluth, welche mehre Stunden lang den Boden bedeckt, die gröberen Theile zuerst und später die feineren absetzen muss. Auch der Unterschied zwischen Herbst- und Winter-Fluthen auf der einen Seite und Sommer-Fluthen auf der andern drückt sich in der abgesetzten Masse aus, indem die stärkere Herbst-Fluth mehr und gröberes Material mit sich führt. Eine einfache Berechnung ergibt, dass jene Schicht, die 50 Jahre bedurfte, um einen Fuss zu wachsen, das Resultat von 35,000 Bildungs-Perioden (Fluthen) seyn muss, dass jene in 8 Jahren gebildete Schicht ungefähr 6000 Fluthen ihren Ursprung verdankt, und dass jede dieser Fluthen in dem Absatze selbst Anlass zu einer Trennung geben musste. Es kommt also nur darauf an, zu

zeigen, dass die Marsch-Erde in ihrem Innern wirklich eine den Fluthen entsprechende Schieferung hat, um eine grosse Analogie zwischen der jetzigen Marsch-Bildung und den ältern Bildungen von dem Thonschiefer und Schieferthon bis zum schiefrigen Thone nachzuweisen, und dann würde unläugbar auch der angewandte Schluss für richtig erkannt werden, dass nämlich die Periodicität in den Bildungs-Ursachen jener älteren Gesteine, welche die Schieferung derselben verursachte, in dem Wechsel von Ebbe und Fluth zu suchen sey.

Ich habe mir Mühe gegeben, diese Idee durch Beobachtungen und Experimente, die ich lange und ausdauernd verfolgte, zu beweisen. Nach einer Reihe von Beobachtungen und Versuchen, die ich hier übergehe, weil sie mich bloss über die Schwierigkeiten aufklären sollten, wählte ich folgende Methode. Ich liess mir 2 Kasten, jeden von der Grösse eines Kubik-Fusses machen, und wählte nun eine Stelle an der O.-Küste der Insel *Sylt*, wo eine regelmässige Anschlämmung Statt findet. Hier wurde ein Kubik-Fuss der Marsch-Erde so frei von der umgebenden Erde ausgegraben, dass, nachdem der Kasten darüber gestülpt worden war, der Würfel von seiner Basis losgestochen und mit dem Kasten aufgehoben werden konnte, der darauf umgekehrt und zugeschlagen wurde. Ganz auf ähnliche Weise wurde der zweite Kasten in den Spühl-Bassin *) des Hafens von *Keitum* auf *Sylt* gefüllt, wo, wenn meine Theorie richtig war, keine regelmässigen Schichten abgesetzt werden konnten. Ich liess die Marscherde sehr langsam, während eines Jahres, austrocknen und erhitzte dann Stücke davon in einem Tiegel, umgeben von Sand, der mit etwas Holz-Kohle bedeckt war, um den Sauerstoff der atmosphärischen

*) Ein Spühl-Bassin (Spühl-Kuhle) ist eine Vertiefung, die am Hafen angebracht ist, um Fluth-Wasser aufzunehmen und dasselbe bei eintretender Ebbe in den Hafen ergiessen lassen, um den Schlamm wieder weg zu spühlen.

Luft abzuhalten, sehr langsam und kaum bis zur schwachen Rothglühhitze.

Der so erhaltene Thon ist schwarz wie Kohlenschiefer; in dem regelmässig abgesetzten fand ich leicht eine vollkommene Schieferung, und weisse Glimmer-Blättchen, die jetzt erst sichtbar wurden, zeigten deutlich die Schichtungs-Flächen an. Überdiess lagen auf den Flächen kleine starkglänzende Kohlen-Stückchen so, dass diese Masse in jeder Rücksicht den Kohlenschiefern ähnlich war. Der Thon des Schlamm-Bassins zeigte dieselben Glimmer-Blättchen, aber sie lagen in allen Richtungen zerstreut, und es liess sich überhaupt keine Schieferung entdecken. Das Verhältniss der Glimmer-Blättchen, welches genau mit dem der Schiefer-Blättchen übereinstimmt, verdient Aufmerksamkeit; es deutet auf dieselben Verhältnisse bei der Bildung des Marsch-Thons, welche beim Thonschiefer Statt fanden, und bei dem ersten können wir die Bildungs-Art verfolgen. Der Glimmer rührt nämlich von der Braunkohlen-Formation her, die an unsern Küsten vom *Liimfjord* bis an das Ufer der *Elbe* bei *Glückstadt* vorkommt. Alle Produkte unseres jetzigen Meeres enthalten ihn in grosser Menge, und er findet sich im Flugsande so gut wie im Meeres-Sande; er ist in grosser Menge im Marsch-Thon und bedingt, wie es scheint, einzig und allein seine Fruchtbarkeit. Die Glimmer-Blättchen sind der letzte Niederschlag, den jede Fluth absetzt, ihr geringes spezifisches Gewicht, verbunden mit der eigenthümlichen Form und der Dünne der Blättchen, macht, dass die geringste Bewegung des Wassers sie schwebend erhält. Wenn sie zu Boden sinken, legt das Blättchen sich horizontal und bezeichnet so die Schicht, die in einer Fluth-Bedeckung gebildet ist.

Hin und wieder kommt in diesem so gebildeten Schiefer eine kleine Sand-Schicht vor; sie rührt wahrscheinlich von Herbst-Stürmen her; zuweilen findet sich auch eine dickere Lage von Thon, die ungeschichtet zu seyn scheint und also entweder von Zufälligkeiten abhängig ist oder den Eis-Fluthen

ihren Ursprung verdankt. Diese bedingen eine andere Art des Wachsthums und Zunehmens der Marsch, die viel schneller geht. Die Eis-Fluth vom 7. und 8. Januar 1839 hat ein merkwürdiges Beispiel dieser Wirkung gegeben. Die tiefer gelegenen Watten waren gefroren und hatten sich mit Eis bedeckt. Als die Fluth nun mit grosser Heftigkeit und zu grosser Höhe hereindrang, führte sie eine so enorme Menge des mit Thon durchdrungenen Eises mit sich, dass es nachher eine 8″ dicke Schlick-Schicht an vielen Stellen hinterliess. Eine solche Eis-Fluth ist auch im Stande, den Sand-Boden mit Schlick zu überziehen und so auch an diesen Orten eine Marsch-Bildung einzuleiten. Auf diese Weise werden die verheerendsten aller Fluthen von grossem Nutzen für die Marschen.

Wenn man den Marsch-Boden untersucht, findet man dort, wo er nicht sandschiebig ist, fast niemals Muschelschaalen. Auch in dem Meere, woraus der Thon abgesetzt wird, leben wenige von diesen Geschöpfen, und wo sie vorkommen, wie z. B. auf den Austerbänken, finden wir sie gesellschaftlich vereinigt. Es ist Jedem bekannt, dass ganz ähnliche Verhältnisse bei den Thonschiefern vorkommen, und dass die sandigen Schiefer sich durch ihren Reichthum an Schaalthieren auszeichnen. Gerade so verhält es sich in der Marsch-Bildung: der sandige Thon von *Römöe* ist voller Schaalthiere. So mächtige Bildungen, wie der Thonschiefer zeigt, lassen sich meiner Meinung nach, nur durch eine regelmässige Senkung erklären. In den stark und unregelmässig gehobenen Schichten des blauen Thons in *Vensyssel*, der ältesten Marsch-Bildung der jetzigen Erd-Periode, finden sich nur die Bewohner der jetzigen *Nordsee*, und wenn wir die Mächtigkeit der Schichten aus dem Sinus des mittlen Neigungs-Winkels derselben berechnen, findet man eine Dicke derselben von 8000′, ohne dass man Verrückungen zu entdecken vermöchte, die jene Mächtigkeit erklären könnten, obgleich dergleichen doch vorkommen mögen. Aber diese Schichten enthalten abgerundeten Bernstein, eingehüllt in

Zostera marina, und gerade so treibt noch in diesem Augenblick der Bernstein an den dortigen Küsten an. Wie soll man sich die Bildung dieser mächtigen Schichten denken, wenn man nicht eine fortwährende Senkung des Bodens, worauf sie vor sich gingen, annehmen will, und es scheint mir, als ob man selbst die Bildung jener merkwürdigen, auf Wasser schwebenden Marsch nur durch eine Senkung verstehen kann. Ich habe schon früher der Art erwähnt, wie die grösseren Torfmoore bei uns wachsen, indem sich nämlich die Oberfläche des See's mit einer Moos-Decke überzieht, welche auf dem Wasser schwimmt und zuweilen so dick wird, dass sie einen Menschen zur Noth tragen kann. Dieses Phänomen ist so häufig bei uns, dass dergleichen Moore in dem Munde des Volkes einen eigenen Namen, Hangesak, führen. Ich habe gleichfalls früher erwähnt, dass die Gränze des höhern Landes (Geest) gegen die Marsch durch eine Reihe von Mooren bezeichnet wird. Diese Moore fanden sich also vor der Marsch-Bildung am Ufer des Landes, und die schwebende Moos-Decke musste nothwendigerweise, wenn sie fortwachsen sollte, gegen das Meer geschützt seyn. Man denke sich nun jene Senkung, von der ich früher geredet habe, langsam eintreten, dann musste die Fluth über die Moos-Decke gehen und dieselbe mit einer Schicht von Schlick bedecken, und es mussten auf diese Weise, wenn die Senkung sich fortsetzte, immer neue Thonschichten den Marsch-Boden bis zu seiner jetzigen Mächtigkeit erhöhen. Das Wasser unter jenen Marschen ist noch immer schwarz und moorig, gerade wie bei allen unter einer schwebenden Moos-Decke wachsenden Mooren.

Die Sand-Watten.

An vielen Stellen besteht der während der Ebbe entblösste Meeres-Boden nicht aus Thon, sondern aus Sand. Zuweilen erreichen diese Sand-Bänke eine solche Höhe, dass die tägliche Fluth sie nicht überschwemmt. Höher werden sie aber dann nicht, denn so wie der Sand trocken wird,

fängt er an zu fliegen, und, was während einer Fluth-Zeit angespühlt ist, zerstreut sich nachher wieder, ohne dass eine bleibende Erhöhung des Bodens Statt fände. Nur bis an die eigentliche Fluth-Höhe wachsen diese Sandbänke recht schnell. Wenn man sie zur Zeit der Ebbe besucht, gewähren sie einen interessanten Anblick. Tausende von Muscheln und Schnecken liegen auf der Oberfläche zerstreut und sammeln sich besonders in den kleinen Vertiefungen derselben; überall sieht man die Spuren von Tausenden von Strand-Vögeln, die hier ihre Nahrung suchen. Würde das Ganze plötzlich versteinert, dann würde man gerade, wie bei so vielen Sandsteinen, die Versteinerungen auf den Schichtungs-Flächen gesammelt finden, während im Innern wenige vorkommen. Gerade so ist es hier; die täglichen Fluthen sondern und ordnen, was die hohen Fluthen aufgeworfen haben, sie spühlen einen Theil des Sandes weg und sammeln die Muscheln an der Oberfläche; so wie aber durch diese abwechselnde Wirkungen mehr und weniger starker Fluthen die Sand-Bank über dem Niveau der täglichen Fluth erhaben ist, fängt die Wirkung des Windes an, und nun erhöht sich der Sand-Boden nicht ferner.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Abwechselung von hohen und täglichen Fluthen, von denen erste das Material liefern und letzte es ordnen, eine Schichtung der Masse veranlassen. Man beobachtet sie auch zuweilen, aber selten und niemals so deutlich, wie am Strande, wo durch Austrocknung die Schichtung deutlicher hervorzutreten scheint und überall betrachtet werden kann, wo ein Bach den Strand durchschneidet und senkrechte Wände desselben bildet. Auch hier möchten wir die Erfahrungen über die jetzige Watten-Bildung benutzen, um die Bildung älterer Sandsteine zu erklären.

Selten wird es der Fall gewesen seyn, dass Sandsteine von mehren Hunderten, ja Tausenden von Fussen vom tiefen Grunde des Meeres aufgeworfon sind, und wenn es zuweilen geschehen mag, werden die Massen selten regelmässig

geschichtet seyn. Ich sehe in diesen so mächtigen Bildungen die Wirkung regelmässiger Senkungen. Man denke sich, dass unsre Küste in einem fortwährenden Sinken begriffen sey; man denke sich ferner, dass diese Wirkungen stossweise Statt finden, wie man gesehen hat, dass die Hebungen von *Valparaiso* stossweise vor sich gehen, und wie wir wissen, dass der breite Strand von *Stevns Klint* stossweise gehoben ist: dann wird nach einer Senkung neues Material angeschwemmt werden, und wenn die gesunkene Sand-Bank durch neue angetriebene Sand-Massen wieder die frühere Höhe erreicht hat, wird jene Sonderung und Ordnung der Theile die Muscheln und Steinchen an der Oberfläche sammeln und eine Schichtungs-Fläche bedingen, die nun so lange ein Spiel der Wellen bleiben wird, bis abermals eine Senkung eintritt. Hiernach ist also die Mächtigkeit der Sandstein-Schichten ein Maas für die jedesmalige Senkung des Bodens.

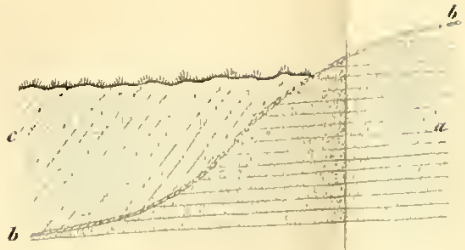
Ich habe schon der vielen Spuren von Thieren erwähnt, welche die Sand-Flächen während der jedesmaligen Ebbe bedecken; eine neue Fluth löscht sie alle aus, und wie die Verhältnisse hier sind, kann man sich nun eine doppelte Weise denken, wie sie erhalten werden können. Einmal nämlich, indem das Meerwasser vielen kohlensauren Kalk in kohlensaurem Gas aufgelöst enthält; dann muss, indem das kohlensaure Gas während der Ebbe sich verflüchtigt, die Oberfläche Festigkeit beim Austrocknen annehmen, welche veranlasst, dass die Eindrücke nicht verwischt werden. Bei uns findet diese Wirkung nicht Statt. Die zweite Art ist folgende: nachdem das Meer sich von den Sand-Flächen zurückgezogen hat, bleiben viele Vertiefungen mit einer geringen Wasser-Schicht bedeckt, aus der eine äusserst dünne Lage von Thon sich absetzt. Die Eindrücke von Gegenständen in diesem Thon nehmen eine gewisse Festigkeit an, wenn sie während der Ebbe halb austrocknen, und eine neue Fluth spült Sand darüber, ohne gerade die Spuren zu vertilgen. Ein solches Verhältniss fand vor einigen Jahren am westlichen

Theile des *Lümfjords* Statt. Ich brauche es nicht zu erwähnen, wie häufig dieses Phänomen der dünnen Thonschichten in dem Sandstein vorkommt. Es gehört indessen bei weitem nicht Alles, was für Thier-Spuren angenommen wird, wirklich dahin. Überall, wo auf den Sand-Watten ein Gegenstand sich findet, z. B. ein Stückchen Tang oder Holz, ein Steinchen oder eine Muschel, bildet sich durch die Strömung des Wassers während der Ebbe und Fluth eine kleine Vertiefung auf der einen Seite und eine Erhöhung auf der andern. Wenn nun die organischen Substanzen, wie Tang und Holz, im Laufe der Zeiten verschwinden, wenn, wie fast immer der Fall ist, nur kleine Flächen in den Steinbrüchen entblösst werden, nimmt man jene Eindrücke leicht für Thier-Spuren.

Es bilden sich also an unseren Küsten gleichzeitig Lager von Geröllen, grosse Sand-Schichten, Thon-Strecken, und an einzelnen Stellen setzt sich eine so grosse Menge von Muschel-Schaalen ab, dass ganze Schiffs-Ladungen davon nach *Husum* und andern Orten gebracht werden und zum Kalkbrennen dienen. Diese verschiedenen Lager werden unter günstigen Umständen Konglomerat- und Sandstein-Schichten, Thon und Kalkstein bilden. Der Thonschiefer wird in der Regel gar keine Versteinerungen enthalten, der Sandstein nur auf den Ablösungs-Flächen, die Konglomerat-Schichten wenige mit dem Gerölle gemischt, und nur die Kalkstein-Schichten werden sehr reich an Versteinerungen seyn. Die Versteinerungen werden sich ferner verschieden gruppiren nach den Verhältnissen der Tiefe, und im Ganzen finden sich andere Schaalthiere jenseits der westlichen Insel-Kette, als diesseits. Worauf ich aber besonders aufmerksam zu machen wünsche, ist das Verhältniss in der Lage der 3 grossen Abtheilungen dieser Bildung. Der Thon findet sich nur, wo ein völlig beruhigtes Meer den sehr feinen Theilen erlaubt, sich anzusetzen; darum führen die Einwohner die sogenannten Lanungen, niedrige von der höchsten gewöhnlichen Fluth überschwemmte Dämme, hinaus in das Meer

und brechen auf diese Weise den Wellenschlag. Wo das Meer stärker bewegt ist, setzen sich die Sand-Watten ab; und nur, wo eine heftige Bewegung und Wellenschlag Statt findet, bilden sich Stein-Schichten. Wenn wir daher in älteren Bildungen Sandsteine und Konglomerat-Schichten gleichzeitig mit Thon-Lagern finden, werden wir, indem wir erste aufsuchen, uns immer dem Ursprunge der Bewegung nähern. Die Bewegung des Meeres kann aber eine doppelte seyn: theils vom Winde erregt, und dann geht sie von der Tiefe des Meeres aus und verringert sich an den Küsten, besonders dort, wo Schutz ist; oder sie geht vom Lande aus und ist plutonischen Ursprungs, dann wird sich der Sandstein und die Konglomerate an den ältern höhern Boden anlegen und der Thonschiefer sich weiter entfernt von der Küste zeigen. Wir haben in *Dänemark* zwei ältere Formationen, die auf eine merkwürdige Weise diese Verhältnisse darthun. Zuerst die Übergangs-Formation auf *Bornholm*, wo der Sandstein sich unmittelbar an den Granit-Gneiss anschliesst und nur aus den zertrümmerten Resten desselben besteht, während der Thonschiefer, hin und wieder mit einzelnen feinern Sandstein-Lagern wechselnd, weiter entfernt von der Küste vorkömmt. Das andere Beispiel findet sich in unserer jüngeren Kreide-Formation, wo mächtige zusammengeschwemmte Schichten zerbrochener Korallen sich parallel mit den im N.O. davon gelegenen Urgebirgen hinziehen, und weiter gegen W. eine mächtige Kalk-Schicht vorkommt, die äusserst selten Versteinerungen enthält und aus den abgeschlämmten feineren Theilen der Korallen-Bänke besteht.

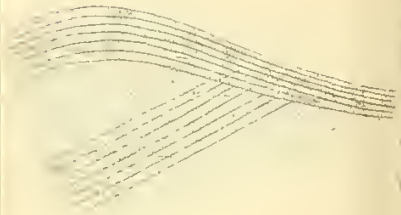
N° 1

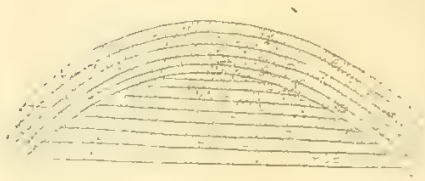


a, horizontalgeschichteter Strandsand
b, Lager oder Gang von Strandsteinen
c, Flugsand

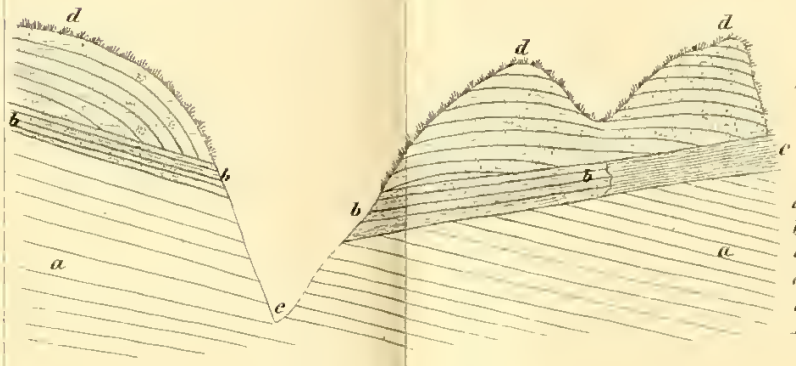
bei dem Dörfchen Skiveren

2





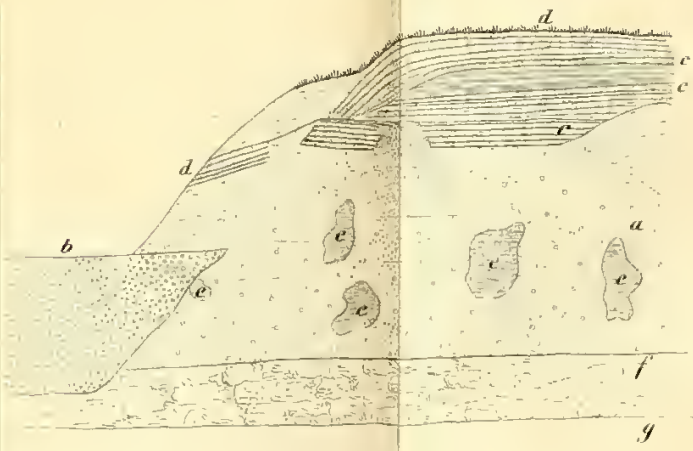
3



a,a, blauer Thon
b,b, Marsorf
c, Dammerde
d,d, Flugsand
e, Einschnitt des Baches

zwischen Lyngbye und Lökken

4



a, Strandsand mit gerollten Steinen
b, Strandsand bedeckt mit der durch den Wind entblössten Steinschicht
c,c,c, Marsorf
d,d, Flugsand
e,e, heruntergefallne Marsorf Stücke
f, der Strand
g, das Meer

zwischen Skiveren und Hoien

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1841

Band/Volume: 1841

Autor(en)/Author(s): Forchhammer Johann Georg

Artikel/Article: Geognostische Studien am Meeres-Ufer 1-38