2. Hohe Strandlinien auf Bornholm.

Von Herrn W. Kranz.

(Mit 5 Textfiguren.)

Swinemünde, den 20. Oktober 1910.

Angeregt vor allem durch die klaren Ausführungen von G. Braun über die Morphologie von Bornholm[1]), habe ich auf Exkursionen durch die Insel im Juli 1910 neues Material über die seit langem bekannten Schwankungen des Meeresniveaus an den Küsten dieser Insel zu sammeln und die älteren Angaben zu prüfen gesucht.

I. Lage und Höhe von Strandlinien.

Aus eigener Anschauung ist mir von der Nordküste etwa $^3/_4$ bekannt, von Sandwig bis Randklöve Skaar (vgl. die Textskizze). Darüber berichtet Forchhammer[2]): „In einer Höhe von ungefähr 40 Fuß (= 12,5 m) über dem jetzigen Meeresspiegel zeigt sich zwischen Allinge und Nexö, überall wo eine kleine Bucht Raum dazu gewährt, folgendes: Der innerste Teil der Bucht, dessen Boden ebenfalls 40 Fuß über dem Meeresspiegel liegt, wird meistenteils von einem kleinen Torfmoor eingenommen; darauf kommt nach dem Meere zu, parallellaufend mit der Küste, ein richtiger Strandwall von erheblicher Breite, der in einem Winkel von 15° zur See abfällt. Der Wall ist ungefähr 10 Fuß hoch und liegt auf einer horizontalen, etwa 160 Fuß (= 50 m) breiten Fläche, die ebenfalls dem Strande parallel läuft und ganz aus Strandsteinen besteht. Darauf eine rund 100 Fuß (= 30 m) breite, unter einem Winkel von 9°—10° geneigte Fläche und zuletzt der jetzige Strandwall mit einem Winkel von 12°—13°."

---

[1]) G. Braun: Über die Morphologie von Bornholm. 11. Jahresber. d. Geographischen Gesellschaft zu Greifswald 1909, S. 163–200, Taf. 4–8, und Höhenschichtenkarte von Braun und Seelheim 1:125000.

[2]) Forchhammer: Om Vandets höiere Stand paa Bornholm. Det Kong. Danske Videnskabs Sel-kabs Naturvidenskab. og Mathem. Afhandlinger 6, 1837, CXV. — Braun: a. a. O., S. 172. Da ich des Dänischen nicht mächtig bin, war ich auf die wörtlichen Angaben bei Braun angewiesen.

Ungefähr übereinstimmend mit diesen Angaben soll nach MUNTHE[1]) das Meer früher an der Nordküste um ungefähr 17 m, zwischen Gudhjem und Svaneke um 15,5 m, zwischen Svaneke und Nexö um 15 m höher gestanden haben.

Ich fand zwischen Sandvig und Randklöve Skaar sowie zwischen Lerskred Batteri und Nexö nicht eine einzige Stelle, welche zu den Angaben von FORCHHAMMER und MUNTHE paßt, und muß daher bezweifeln, daß sie für das Zwischenstück Randklöve Skaar—Lerskred Batteri zutreffen, um so mehr als nach RÖRDAM[2]) bei „Fraennemark“ südlich von Svaneke an der Ostküste die Krone eines Strandwalles nur rund 7,5 m ü. M. liegt, eine dahinter gelegene Senke etwa 4,7 m ü. M. Nach meinen Beobachtungen sind die Höhenangaben bei FORCHHAMMER und MUNTHE viel zu hoch. Bezüglich der Strandwälle liegen vielleicht Verwechslungen mit zahlreichen Schützen- und einzelnen Geschützstellungen vor, welche namentlich an Buchten der Insel in verschiedenen Höhen ü. M. angelegt sind. Verwechslungen zwischen Moor, Heide und Düne wären dadurch nicht ganz ausgeschlossen, daß z. B. die Dänische topographische Generalstabskarte 1 : 50 000 von Bornholm (1890) für Moor und Heide sowie südöstlich Melsted auch für Dünen die gleiche Signatur verwendet. Vielleicht standen ähnliche ältere Karten FORCHHAMMER zur Verfügung. Jedenfalls lassen meine Messungen an älteren Strandterrassen keinen Zweifel darüber, daß die Zahlenangaben nach FORCHHAMMER und MUNTHE für mindestens $^3/_4$ der Nordküste falsch sind.

Bei den westlichen Häusern von Allinge fand ich eine buchtähnliche Einbiegung der Landoberfläche. Die rezenten Strandgerölle reichen hier bis etwa 2 m über Mittelwasser der Ostsee[3]). Bei + 3 m ü. M. lagern, in einer Baugrube aufgeschlossen und von mehrere Dezimeter starker Humusschicht sowie dichtem Rasen bedeckt, ältere gerundete Geschiebe und Granitgrus. Die obere Grenzlinie dieser Strandterrasse reicht schätzungsweise bis etwa 6 m ü. M. Man gewinnt den Ein-

[1]) H. MUNTHE: Jakttagelser öfver quartära aflagringar paa Bornholm. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar, Stockholm 1889, II, S. 274—287; zitiert bei BRAUN: a. a. O., S. 170.

[2]) K. RÖRDAM: Beretning om en geologisk Undersögelse paa „Fraennemark“ ved Svaneke paa Bornholm. Danmarks geolog. Undersögelse, Kjöbenhavn 1895, 7; zitiert bei BRAUN: a. a. O., S. 171.

[3]) Meine sämtlichen Messungen erfolgten bei gleichmäßig schönem Wetter mittels groben Nivellierverfahrens durchweg bei glatter See und Windstille bis schwachen Winden, so daß die Wasserkante, von der ich ausging, bis auf wenige Zentimeter dem Mittelwasser entsprochen haben muß.

druck, daß der Meeresspiegel hier zur Zeit der Bildung der hohen Strandterrasse noch über den seitlich anstehenden Granitklippen stand.

Am inneren Bogen der breiten Meeresbucht zwischen Sandkaas und Tejn reichten die rezenten Strandgerölle durchschnittlich bis 1 m ü. M. Von 2—7 m ü. M. erhebt sich ein fast in der ganzen Bucht deutlicher Steilrand, an den sich oberhalb eine zweite, vielfach deutliche ältere Strandterrasse anschließt. Sie liegt durchschnittlich 6—7 m ü. M.; hier und da wittern gerundete Strandgerölle heraus, ein guter Aufschluß war aber nicht vorhanden.

Zwischen Tejn und Kaas finden sich mehrere kleine buchtartige Einbiegungen der Landoberfläche. An einer derselben reichen die rezenten Strandgerölle unterschiedlich bis zu 2 und 3 m ü. M. Unmittelbar dahinter erhebt sich von 2—10 m ü. M. ein Steilrand, über dem bis etwa 10 m ü. M. eine höhere Strandterrasse mit dünner Lage gerundeter Gerölle auf anstehendem Granit folgt. Mehrere Felsvorsprünge zwischen Tejn und Kaas zeigen bis etwa 10 m ü. M. eine flach abradierte Oberfläche mit geringen Unebenheiten.

In einer kleinen Meeresbucht nahe südlich Jydeskoer reichten die rezenten Strandgerölle ganz unterschiedlich 1—3 m ü. M. Ein Steilrand folgt auch hier unmittelbar über der rezenten Strandterrasse; eine obere Strandterrasse über diesem Steilrand war aber nicht zu erkennen.

Die Klippen von Helligdommen zeigen ganz ausgesprochen rezente Abrasion. G. Braun (a. a. O., S. 192) hebt hervor, daß gegenwärtig sowohl zwischen den Klippen als auch östlich und westlich davon Anschwemmung stattfindet. Allerdings lagern sich am Grund der ausgefressenen Einschnitte unter und über Wasser und hinter stehengebliebenen Pfeilern grobe gerundete Gerölle ab; sie steigen als kleine rezente Strandterrassen schätzungsweise bis 3 m ü. M. an. Wenn man aber die vielen Anzeichen starker Brandungswirkung in Betracht zieht, dann läßt sich schließen, daß solche Geröllbildungen nur so lange an Ort und Stelle bleiben können, als die schützenden Klippenvorsprünge standhalten. Wie schnell solche Pfeiler verschwinden, zeigt die Lyseklippe (Lichtklippe, Fig. 1): „Früher sprach man von zwei Lichtklippen. Das jetzt fehlende Licht vermochte den Nordstürmen nicht zu trotzen, zerbrach und liegt jetzt zu Füßen seines ehemaligen Gefährten.“[1]) Jedenfalls springt das Vorherrschen der Abrasion bei Helligdommen

[1]) Griebens Reiseführer 91: Bornholm, 1909—10, S. 61.

klar in die Augen. Ob dort bereits zur Zeit der älteren Terrassenbildung Abrasion tätig war, und deshalb eine höhere Strandterrasse hier fehlt, mag dahingestellt bleiben; sie könnte auch durch die rezente Brandung zerstört sein.

Eine frische untere und eine ältere obere Strandterrasse mit annähernd gleichen Höhenverhältnissen wie bei Tejn usw. ist auch am NW-Ende und im inneren Winkel der Salene-Bucht entwickelt (Fig. 2). Besonders schön treten die beiden Bildungen an einem kleinen Einschnitt in der Abrasions-Felsenküste nahe südöstlich von Gudhjem hervor, worauf

Fig. 1.
Abrasions-Felsenküste an der Lyseklippe bei Helligdommen, Bornholm.
Phot. v. Ad. Möller, Nexö.

mich Herr Oberleutnant Bever (Swinemünde) freundlichst aufmerksam machte: Hinter diesem rezenten Einschnitt liegt eine Einbuchtung der Landoberfläche. Die rezenten Strandgerölle reichen hier bis etwa 3,5 m ü. M. Unmittelbar dahinter erhebt sich ein grasbedeckter Steilrand, im Halbkreis mit etwa 30 m Radius, über dem eine fast ebene Terrasse mit gerundeten Strandgeröllen und Grasbedeckung bis etwa 9 m ü. M. anschließt. Sie wird halbkreisförmig mit kaum 100 m Radius von einem zugehörigen äußeren Steilrand einer älteren Abrasions-Felsenküste begrenzt. Aus dieser hochgelegenen Meeresbucht führen mehrere Durchbruchsrinnen zum heutigen Strand von

Melsted hinab: Die Cañonbildung erstarb hier mit dem Sinken des Meeresspiegels.

Südöstlich an Melsted anschließend liegt eine breite Einbuchtung der Landoberfläche, augenscheinlich ein älterer Sandstrand, heute mit Dünenflora bestanden. Hier erhebt sich dicht hinter dem jetzigen Strand eine bis 4 m hohe rezente Stranddüne, während am inneren (westlichen) Rand der alten Einbuchtung Reste einer älteren, höheren Landdüne liegen.

Fig. 2.
Rezente Strandterrasse an der Salenebucht, Bornholm.
Phot. v. Frits Sörensen, Rönne.

Ob es sich hier um Bildungen handelt, welche mit den hohen Strandlinien bei Gudhjem gleichalterig sind, vermag ich nicht zu sagen. Die jungen Dünen der Pommerschen Bucht erreichen auch verschiedene Höhen ü. M. und sind doch großenteils sicher erst in historischer Zeit entstanden.

Der Fahrweg am Ufer zwischen Melsted und Saltuna folgt meist dem Rand einer oberen, älteren Strandterrasse in fast genau gleichbleibender Höhe; sie reicht bis etwa 10 m ü. M. Dicht unterhalb des Weges liegt ein Steilrand, an

dessen Fuß die rezenten Strandgerölle in einer kleinen Bucht bei Saltuna bis rund 4 m ü. M. lagern.

Die Klippen von Randklöve Skaar lassen durch niedriggelegene Abrasionsplatten erkennen, daß hier die Brandung nicht höher als etwa 5 m ü. M. kräftig wirkt. Es finden sich aber noch mehrere Meter über dieser Grenze breite, plattige Felsoberflächen, die nicht wohl durch rezente oder frühere Erosion gebildet sein können. Ein etwa 10 m höherer Meeresspiegel würde auch diese Erscheinungen erklären.

Zwischen Lerskred Batteri und Nexö nennt G. Braun (a. a. O., S. 172) rezente und alte Strandwälle[1]). Der Damm nächst dem heutigen Ufer ist hier augenscheinlich größtenteils durch Menschenhand mit Material aus dem jetzt wieder schwach betriebenen Frederiks-Stenbrud angeschüttet. Die Kiese und Gerölle, welche Braun (Seelheim) an der Straßengabel von Nexö nach Svanike und Klinteby aufführt, liegen an einem schwach ausgeprägten Steilrand, welcher ganz den Eindruck eines alten Meeresufers macht. Das niedrig gelegene Flachland entlang der Küste von Lerskred Batteri ab südwärts darf man nach den Ausführungen von Braun (a. a. O., S. 172 ff.) als Boden eines alten, höherstehenden und sich zurückziehenden Meeres betrachten. Die höchsten Gerölle reichen hier nach Braun bis 12 m ü. M. Ihre diskordante Parallelstruktur (Kreuzschichtung) läßt im Zweifel, ob es sich um marine oder fluviatile Bildungen handelt. Sie sind mir aus eigener Anschauung nicht bekannt, ebenso wie die von Braun genannten Vorkommen bei Nordbakkegaard, Gubbegaard, beim Nordleuchtturm von Dueodde und die kreuzgeschichteten Kiese von Sandegaard. Nach Braun (a. a. O., S. 175 ff.) erreichen sie etwa 12 m ü. M.

An der Steilküste von der Riesebaek bis Korseodde fand ich Abrasion vorherrschend. Selbst in den Buchten zwischen den Vorsprüngen ist hier die Anschwemmung gering; der Sand- und Kiesstrand erreicht höchstens 20 m Breite; rezente Dünen sind meist nicht vorhanden, nur hier und da am Fuß der Steilränder bis ungefähr 10 m Breite entwickelt. Die frischen Strandgerölle reichen 1—2 m ü. M.

Nach Braun betritt die Lilleaa am Ausgang ihres Cañons unterhalb Sose „die Terrasse des Yoldiameeres“ (a. a. O., S. 187). Allerdings könnte man hier im morphologischen Sinne von einer Terrasse sprechen. Eine Abrasionsterrasse liegt indessen dort nicht vor: Östlich der Lilleaa-Mündung

[1]) Vgl. auch W. Deecke: Geol. Führer Bornholm, 1899, S. 60.

befindet sich durchschittlich etwa 15 m ü. M. ein altes Dünengebiet, das bei einem höheren Stand des Meeresspiegels entstanden sein muß; denn es wird vom heutigen Abrasionssteilrand ebenso abgeschnitten wie sein Liegendes, und schmale rezente Dünen liegen an dieser ganzen Küste nur tief unten am Fuß der Steilränder. Westlich davon stehen etwa in der Mitte des Lilleaabogens, südwestlich von Sose-Mühle, auf der gleichen Terrasse cambrische Schiefer an, und westlich vom Lilleaa-Unterlauf sieht man südlich der großen Straße fruchtbaren Acker- und Wiesenboden des Mesozoicums, aber keine Strandgerölle.

Nach Deecke[1]) treten westlich Arnager „unter der diluvialen Bedeckung und unter Dünensand wiederholt die Grünsande auf". Braun dagegen berichtet (S. 178), daß die mesozoischen Bildungen in der Arnagerbucht diskordant von einer jüngeren Decke überlagert werden, in der er marin umgelagerte Glazialabsätze erblickt. „Es sind Kies- und Sandbänke von wechselnder Mächtigkeit, an der Basis tritt sehr konstant eine Schotterbank auf, die manchmal nesterweise in den Sandstein eingesenkt ist."

Ich fand bei Arnager mehrere frische Aufschlüsse, welche die Ansicht von Braun bestätigen. Nahe östlich vom Dorf unterbricht eine tiefe Erosionsschlucht das Steilufer (vgl. die Skizze bei Deecke: S. 115). Etwa 200 m östlich hiervon ist der Grünsand etwa 7 m ü. M. durch eine Abrasionslinie abgeschnitten; darüber lagert eine junge Geröll- und Grobsandablagerung, bis etwa 10 m ü. M. aufgeschlossen. Westlich Arnager, bei Bavnodde, stand der schief einfallende Grünsand in langer steiler Wand an. Etwa 7 m ü. M. ist er fast eben abradiert; darüber lagern, durchschnittlich 1 m mächtig, grobe Strandgerölle, hierüber etwa 4 m grober und feiner Sand, oben teilweise kreuzgeschichtet, und zu oberst durchschnittlich 2 m Dünensand, durch organische Substanz aus der darauf wachsenden Heide schwarz gefärbt[2]). Sonach liegen hier die obersten Strandgerölle durchschnittlich 8 m über heutigem Mittelwasser, die höchsten Strandsande etwa 12 m ü. M., während die durchschnittlich 15 m ü. M. liegende Heide von Sangedynen—Bavnodde—Korseodde das zugehörige alte Dünenland bildet, welches sich allmählich auf dem einst wachsenden Strand seewärts vorschob, ähnlich wie man das heute an der Swinepforte beobachten kann. Nach einem kleinem Aufschluß

---

[1]) Deecke: a. a., O. S. 115.

[2]) Ähnlich wie die älteren Dünensande in der Swinepforte. Vgl. Solger: Geologie der Dünen („Dünenbuch") 1910, S. 54.

nahe NW Korseodde zu urteilen, fiel der hochgelegene alte Strand mit ähnlicher Neigung zum Meer ein wie der heutige. Es muß an dieser ganzen SW-Küste ein erhebliches Stück Land durch junge Abrasion verloren gegangen sein.

„Die hier beschriebenen Verhältnisse walten bis in die Gegend von Rönne vor. Überall findet sich etwa in den obersten 4 m aufbereitetes Diluvialmaterial, so z. B. an der Mündung des Ormebaek:

> 1 m humoser Sand mit Steinchen,
> 3 m Kiese, Sande, an der Basis Schotter; gut gerundet mit diskordanter Parallelstruktur; braun gefärbt.
> Grauer Blocklehm."

(Braun: a. a. O., S. 178). Aus eigener Anschauung kenne ich diese Stelle nicht. Der „Exercerplads" südlich Rönne scheint mir eine der Bavnodder Heide äquivalente alte Düne zu sein.

Bei höherem Meeresspiegel ist ferner offenbar das alte Dünengebiet der Blykobbe-Plantage nördlich Rönne entstanden. Sie wird im Westen von scharfem Steilrand abgeschnitten, welcher vielleicht eine ältere Abrasionslinie darstellt. Heute findet am Fuß des Steilrandes ausgesprochene Anlandung statt, in der Hauptsache aus niedrigen Dünen bestehend, vor denen sich ein schmaler Sandstrand bildet. Man erkennt also zwei leicht trennbare Dünenstriche, den älteren oben auf der Blykobbe-Plantage, den rezenten unten am Meeresstrand.

In der großen Tongrube von Sorthat Kulvaerk (südlich der Schamottefabrik Hasle Kulvaerk) war die von Braun (a. a. O., S. 179) genannte Abrasionsfläche gut aufgeschlossen. Die mesozoischen Schichten sind hier 4—5 m über heutigem Mittelwasser nahezu eben abgeschnitten. Darauf lagern feine Sande und Kiese bis 4 m mächtig, offenbar eine alte Strandbildung, überlagert von einer dünnen Dünensandschicht.

Am Vorsprung der Küste NW der Schamottefabrik herrscht gegenwärtig Abrasion. Nördlich davon, in der Bucht südlich Hasle, reichen die rezenten Strandgerölle bis etwa 1,5 m ü. M., die frischen Dünen nur wenig höher. Sie begleiten einen Steilrand, der wohl als ältere Abrasionslinie die Heidefläche südlich Hasle scharf abschneidet. Wie schon Braun (S. 179) erwähnt, zeigen sich hier mehrfach Kiese und grobe Blöcke. Die Fläche liegt 6—10 m über heutigem Mittelwasser und ist augenscheinlich alter Strand eines höher liegenden Meeresspiegels. Auf den niedrigeren Teilen sah ich häufig Kiese und Gerölle, während zu oberst Dünensande lagen.

Die schöne Strandterrasse nahe nördlich Hasle (Braun: a. a. O., S. 179) ist schon von See aus deutlich zu

erkennen. Man sieht nördlich und südlich von ihr nur höhere Steilränder; offenbar waren auch dort früher Teile derselben Terrasse vorhanden, sie wurden aber abradiert, und nur der heutige Vorsprung blieb bis jetzt erhalten. Ich fand denn auch wenige Schritt nördlich einer kleinen Erosionsschlucht, welche zwischen Hasle und Terrasse zum Meer hinabführt, von 9 m ü. M. (Unterkante) an im Steilhang alte Strandgerölle, unterteuft von graublauem Ton mit Geschieben, wohl Grundmoräne, und darunter etwa 2 m mesozoischen, kreuzgeschichteten Sandstein. Die rezenten Strandgerölle reichen hier bis etwa 1,5 m über Mittelwasser. Am südlichen Ende der Terrasse selbst waren alte grobe Strandgerölle etwa 10 m ü. M. aufgeschlossen. Hier liegt ihr unterer Rand durchschnittlich 10 m ü. M., während er in ihrer Mitte im allgemeinen bei 7,5 m ü. M. liegt. Auf der Oberfläche der Terrasse lagert meist Sand und feinerer Kies bis etwa 14 m ü. M.; landwärts davon erhebt sich der zugehörige alte Steilrand. Gröbere Gerölle liegen vereinzelt umher; solche wittern auf dem nördlichen Teile etwa 8 m ü. M. heraus. Die rezenten Strandgerölle reichen am Fuß des Steilrandes vor der Mitte der Terrasse durchschnittlich bis 2 m, im Norden bis 2,5 m über Mittelwasser.

Daß zwischen Hasle und Tegelkaas nur an der einen Stelle ein Rest der alten Strandterrasse erhalten blieb, läßt auf kräftige Wirkung der Brandung schließen. An der Granitküste bei Jonskapel, Ringebacker und Slotslyng tritt die Abrasion noch augenfälliger in Erscheinung. (Braun: a. a. O., S. 191). Soweit dort überhaupt ein Vorstrand vorhanden ist, bildet er zeitweise einen wirksamen Schutz gegen die Brandung. Bei Jonskapel reichten z. B. die in der Brandung gerundeten rezenten Strandgerölle bis 3 m ü. M. (Fig. 3). Es kann aber in geologischem Sinne nicht lange dauern, bis solche schmalen Ablagerungen von der Brandung zerstört sind, und dann arbeitet das Meer wieder gegen die Steilränder selbst. Deren Vorhandensein allein verrät schon den Charakter dieser Abrasionsküste[1]).

Die mit Sicherheit festgestellten höchsten rezenten und älteren Strandterrassenbildungen (ausschließlich Dünen) habe ich in der Textskizze Fig. 4 zusammengestellt. Daraus geht hervor: Die rezenten Gerölle reichen ganz unterschiedlich 1—4 m über Mittelwasser. Ihre Höhenlage wechselt häufig auf ganz kurze Entfernungen selbst in kleinen Buchten. Wie weit sie unter Mittelwasser reichen, habe ich nicht festzustellen versucht.

[1]) Vgl. auch K. A. Reeps: Grundzüge einer Landeskunde von Bornholm. Geogr. Arb., Uln 1910, S. 36ff.

Man sieht am Boden vieler Felsenbuchten durch klares Wasser hindurch runde Geschiebeansammlungen, welche beim Sinken des Meeresspiegels den gleichen Eindruck wie hohe Strandgerölle machen würden. Daher müssen wir annehmen, daß die rezenten Strandbildungen von Bornholm bei einer etwaigen Trockenlegung durch relatives Sinken des Meeresspiegels in ihrer absoluten Höhenlage um mindestens 8 m, wahrscheinlich erheblich mehr, differieren würden, ohne daß eine gegenseitige tektonische Verschiebung angenommen werden muß oder darf. Und

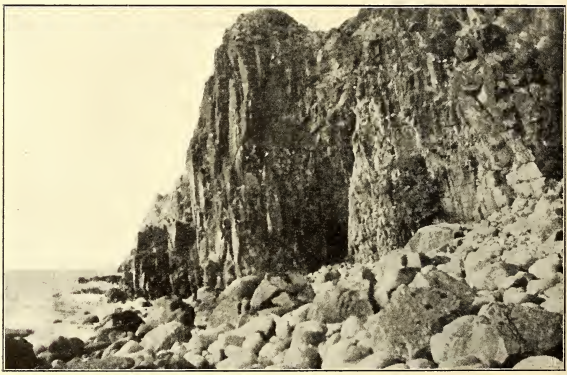

Fig. 3.
Jonskapel von Süden, Bornholm. Im Vordergrund rezente Strandgerölle.
Phot. v. Chr. A. Möller, Rönne.

dabei ist hier noch nicht einmal mit Gezeiten zu rechnen! Wo aber Ebbe und Flut herrschen, werden auch die höchsten und tiefsten gleichaltrigen Strandbildungen noch entsprechend weiter auseinander liegen.

Nicht überall sind rezente Terrassen vorhanden; sie fehlen meistens da, wo Abrasion herrscht[1]). Daher müßten bei einem etwaigen Sinken des Meeresspiegels die rezenten Strandlinien von Bornholm sofort als eine unter-

[1]) Damit fallen die Bedenken, welche E. Suess: Antlitz der Erde II, 1888, S. 443, nach Sexe geltend machte.

brochene Kette verschieden hoch liegender Terrassen erscheinen. Erosion und Abrasion würden dann bald zur weiteren Zerstückelung der Strandbildungen beitragen.

Weitere Höhenunterschiede können entstehen, wo Gletscher den Meeresgrund aufschürfen und seine Sedimente auf benachbartes Land hinaufschieben, wie das W. SALOMON von der Insel Cora beschreibt. Hier müssen rezente „gehobene" Strandlinien entstehen[1]).

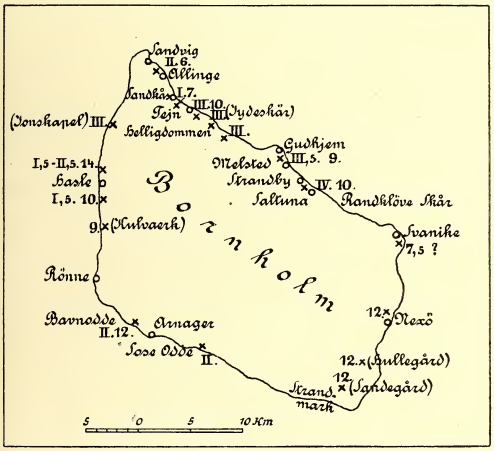

Fig. 4.
Höhenlage von Strandbildungen auf Bornholm.

Römische Zahlen (I, 5. — III. — IV. usw.): Höchste Lage rezenter Strandablagerungen in m üb. Meer.

Arabische Zahlen (6. — 9. — 14. usw.) Höchste Grenze älterer Strandbildungen in m üb. Meer.

Anm.: Das Wort „Helligdommen" steht etwa 2 mm zu hoch.

Nach solchen Erfahrungen bei den rezenten müssen auch die älteren Strandbildungen auf Bornholm beurteilt werden. Die Lagen der sicher festgestellten höchsten Terrassen-

[1]) W. SALOMON: Die Spitzbergenfahrt des internationalen geologischen Kongresses. Geol. Rundschau, Kl. Mitteil., 1910, S. 308.

grenzen schwanken zwischen 6 und 14 m über dem heutigen Mittelwasser. Es wäre nun falsch, den oder die zugehörigen Meeresspiegel im Niveau der höchsten dieser Ablagerungen zu suchen. Wenn bei deren Bildung ungefähr die heutigen Verhältnisse herrschten, dann lag der ehemalige Meeresspiegel etwa 4 m tiefer, also etwa 10 m über heutigem N.-N. Wenn aber damals stärkere Gezeiten[1]) vorhanden waren — während der Yoldiazeit waren hierzu die Bedingungen gegeben durch die offenen Verbindungen der Ostsee mit dem Eismeer und der Nordsee[2]), vielleicht auch noch während der Litorinazeit[3]) —, dann könnte der Meeresspiegel schätzungsweise noch etwa 2 m niedriger gewesen sein. Daher würde ein einziger Mittelwasserstand von 8—10 m über dem heutigen die höchsten sicher festgestellten älteren Strandbildungen von Bornholm erklären. Ob auch die niedrigsten dieser Strandbildungen, z. B. die von DEECKE und BRAUN[4]) beobachteten Strandwälle auf dem niedrig gelegenen Flachland bei Nexö, unter der gleichen Höhe des Wasserspiegels entstanden sind, bedarf noch der Klärung. Vielleicht deuten sie einen verhältnismäßig schnellen Rückzug des alten Meeres in sein heutiges Niveau an.

Über das Alter der hohen Strandbildungen von Bornholm wage ich kaum eine Vermutung auszusprechen, da es mir ebenso wie meinen Vorgängern trotz eifrigen Suchens nicht gelungen ist, Conchylien darin zu finden. DEECKE spricht von niedrig gelegenen Ancylusterrassen[5]); USSING läßt die Frage offen und meint, es wäre möglich, daß die obersten Strandmarken aus der Yoldiazeit stammten, tiefer liegende dagegen aus der Litorinazeit[6]); nach RÖRDAM ließe sich aus einer Kulturschicht der Steinzeit in einem rund 7,5 m ü. M. reichenden Strandwall bei „Fraennemark“ südlich Svaneke

[1]) Über die rezenten Schwankungen der Ostsee bei Swinemünde vgl. KRANZ: N. Jahrb. Min. 1909, Beil.-Bd. XXVIII, S. 578.

[2]) MUNTHE: Studien über ältere Quartärablagerungen im südbaltischen Gebiet. Bull. Geol. Inst. Upsala 1895 u. 1897. — E. KAYSER: Lehrb. Geol. Formationskunde, 1908, S. 641, 648 f.

[3]) SPETHMANN: Die physiographischen Grundzüge der Lübecker Mulde. Globus 1909, S. 314.

[4]) DEECKE: Geol. Führer Bornholm, S. 60. — BRAUN: a. a. O., S. 172 ff.

[5]) DEECKE: Zur Eolithenfrage auf Rügen und Bornholm. Mitt. naturw. Verein f. Neuvorpommern usw. **36**, 1904 (1905), S. 71.

[6]) USSING: Danmarks Geologi i almenfatteligt Omrids. Danmarks geologiske Undersögelse III, 2, 1904, S. 317. Angeführt bei BRAUN: a. a. O., S. 171.

auf dessen Bildung während der Litorinaperiode schließen[1]), und Braun nimmt die höchsten Wasserstände in der Yoldiazeit mit etwa 15 m ü. N.-N. an (wie oben gezeigt, zu hoch), eine Trockenlegung und Vergrößerung der Insel während der Ancylusperiode, eine abermalige Überflutung durch einen kaum 3 m ü. N.-N. liegenden Spiegel des Litorinameeres und eine jüngste Hebung, die die Absätze des Meeres auf dem Lande erscheinen läßt[2]). Meines Erachtens reichen die bisherigen Beobachtungen zu einer so genauen Feststellung von Niveauschwankungen nicht aus. Ich habe vergeblich versucht, die Gründe zu erfahren, welche Braun dazu bewogen. Auf meine Anfrage, ob Grönwall ihm seinerzeit positive Tatsachen mitgeteilt habe, aus denen eine solche Chronologie der Schwankungen mit Sicherheit hervorgehe, antwortete Herr Dr. Braun: „Ich bedauere sehr, über die mir vertraulich mitgeteilten Beobachtungen von Herrn Grönwall nichts mitteilen zu dürfen. Ich stehe mit Herrn Dr. Grönwall jetzt in keinerlei Verbindung, halte es auch für zwecklos, ihm zu schreiben, da er jedenfalls in Grönland oder Island arbeitet. Etwaige Anmerkungen von seiner Seite kommen also nur bei der Kritik Ihrer Arbeit in Betracht.“ Ich habe denn auch auf zweimalige Anfrage bei Dr. Grönwall keine Antwort erhalten.

Man könnte versucht sein, das Fehlen von Conchylien in den hohen Strandablagerungen auf große Nähe von Gletschern zurückzuführen[3]) und wenigstens die höheren Strandbildungen in das älteste Postglazial zu stellen, also etwa in die Yoldiazeit. Aber auch das Wasser der Ancylus-Süßwassersee war kühl[4]). Jünger als glazial scheinen die Strandgerölle zu sein; denn nördlich Hasle liegen sie auf Ton mit Geschieben, und ich halte die entsprechenden Sedimente der Südküste ebenso wie Braun (a. a. O., S. 175 ff.) im allgemeinen für umgelagerte Glazialabsätze. Ob der Spiegel der abgeschnürten Ancylus-Süßwassersee in gleicher absoluter Höhenlage wie derjenige des gleichaltrigen oder des Yoldia- bzw. Litorinameeres anzunehmen ist, erscheint fraglich. Er könnte durch reichliche

---

[1]) Rördam: Beretning om en geologisk Undersögelse paa Fraennemark ved Swaneke paa Boenholm. Dan. geol. Unders. VII, 1895. Aufgeführt bei Braun: a. a. O., S. 172.

[2]) Braun: a. a. O., 181.

[3]) E. Suess: Antlitz der Erde II, 1888, S. 452. — J. Walther: Bionomie des Meeres, 1893—94, S. 53.

[4]) Deecke: Entwicklungsgang und Gestalt der Ostsee. Geogr. Zeitschr. 1910, S. 195.

Zuströmungen um Dezimeter aufgestaut gewesen sein[1]). Demgegenüber teilte mir das Bureau für die Hauptnivellements und Wasserstandsbeobachtungen im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Berlin (Herr Geheimrat Prof. Dr. SEIBT) in dankenswerter Weise mit, „daß sämtliche Mittelwasser der miteinander in Verbindung stehenden europäischen Meere, soweit es sich um solche handelt, die von der internationalen Erdmessung als einwandfrei bestimmt und als einwandfrei nivellitisch miteinander verbunden anerkannt werden, nahezu ein und derselben Niveaufläche angehören. Die Abweichung in den gegenseitigen Höhenlagen liegt allermeist innerhalb der unvermeidlichen Fehler, mit denen die Mittelwasser und die Nivellements behaftet sind."

Ob ferner gerade in der Ancylusperiode Bornholm seine größte Ausdehnung hatte (BRAUN: a. a. O., S. 181, 186, 194), bedarf ebenfalls noch des Nachweises. Man muß ja wohl annehmen, daß Bornholm einst mit dem Festland in Verbindung stand, und eine Landbrücke über die Rönnebank, den Adlergrund, die Oderbank usw. dürfte damals vorhanden gewesen sein[2]). Aber es ist doch zweifelhaft, ob der südlich Bornholm 30 Fuß unter dem Meere stehende Fichtenwald[3]) und die unter der Oderbank erbohrten Torfe[4]) gerade aus der Ancyluszeit stammen. Das Vorkommen des Elchs in den alten Mooren von Bornholm läßt allerdings darauf schließen, daß seine Einwanderung aus Pommern in der Ancyluszeit erfolgte; die betreffende Landbrücke kann aber älter sein, denn der Elch fängt in Pommern erst in der Ancyluszeit an vorzuherrschen[5]). Wahrscheinlich verschwand die Verbindung in der Litorinazeit, teils durch Abrasion, teils durch tektonisches Versinken[6]). Bis jetzt sprechen aber keine einwandfreien Beobachtungen dagegen, daß die Landbrücke bereits während der Yoldiazeit bestand; nur läßt die Verbreitung der höchsten Strandbildungen an Bornholms Südküste und die heutige Gestalt der Meeresbänke auf eine recht lockere und viel-

[1]) DEECKE: a. a. O., S. 196. — LEPSIUS: (Geol. v. Deutsch. II, 1910, S. 523) nimmt einzelne Süßwasserseen zur Ancyluszeit an, nicht ein großes Wasserbecken in der ganzen Ostsee.

[2]) DEECKE: Geol. Führer Bornholm 1899, S. 2. — BRAUN: a. a. O., S. 186.

[3]) SUESS: Antlitz der Erde. II, S. 539.

[4]) DEECKE: Geol. von Pommern 1907, S. 222, und Geogr. Zeitschr. 1910, S. 196.

[5]) DEECKE: Geol. von Pommern 1907, S. 218, und Geogr. Zeitschr. 1910, S. 195 f.

[6]) DEECKE: Geogr. Zeitschr. 1910, S. 196.

leicht öfters unterbrochene Festlandverbindung der Insel schließen.

Hiernach berechtigt der gegenwärtige Stand der Forschung m. E. nicht zur Annahme mehrfacher vertikaler Schwankungen des festen Landes oder Meeresspiegels bei Bornholm. Es scheinen dort lediglich Anzeichen eines um 8—10 m sinkenden postglazialen Wasserspiegels und eines Absinkens und Abradierens von ehemaligem Lande zwischen Bornholm und Pommern vorzuliegen.

Man sieht, daß auch diese Ergebnisse der Nachprüfung und Ergänzung bedürfen. Sicheres kann nur eine sorgfältige Aufnahme aller einzelnen Anzeichen von Strandverschiebungen in dieser Gegend erbringen.

II. Ursachen der Strandverschiebung.

Solange man nach den unrichtigen Angaben bei FORCHHAMMER eine höhere Lage von marinen Strandwällen an der Nordküste von Bornholm annahm und die großen Unterschiede in der Höhenlage der rezenten Strandbildungen nicht kannte, mußte BRAUN (a. a. O., S. 196) folgerichtig eine junge Schrägstellung der Insel annehmen. Sie ließ sich am einfachsten durch ungleichmäßige Hebung erklären.

Mit dem nachgeprüften und vermehrten Material meiner Untersuchungen ändert sich die Grundlage: Ein einziger Wasserstand von 8—10 m über dem heutigen erklärt die höchsten sicher festgestellten älteren Strandbildungen von Bornholm; mehrfache ungleichmäßige tektonische Schwankungen des festen Landes brauchen nicht stattgefunden zu haben; ein relatives gleichmäßiges Sinken des postglazialen Wasserspiegels sowie ein tektonisches Absinken der südlichen Festlandbrücke genügen zur Deutung der heutigen Verhältnisse.

Es kommt also nunmehr eine gleichmäßige tektonische Hebung der ganzen Insel um 8—10 m während des Postglazial in Frage, — oder aber ein eustatisches Sinken des ganzen Meeresspiegels der Erde um ebensoviel während der gleichen Zeit.

In mehreren Schriften habe ich den Standpunkt ausführlich begründet, daß mir selbständige Hebung großer Schollen festen Landes nur da denkbar erscheint, wo Anzeichen von kräftigem Seitendruck vorliegen. Insbesondere suchte ich nachzuweisen: Keine der vielen Hypothesen reicht zur Erklärung selbständiger (z. B. isostatischer) Hebung

solcher Schollen aus; eine so große Anzahl von Gegengründen steht ihnen entgegen, daß es erforderlich erscheint, auf die Annahme solcher Hebungen zu verzichten, sobald sich eine andere Erklärung für entsprechende geologische und geomorphologische Erscheinungen bietet[1]). Ein heftiger Streit der Meinungen knüpfte sich an meine Studien[2]), die ich allmählich über Süd- und Westdeutschland ausdehnte. Zu einem abschließenden Ergebnis konnten diese Erörterungen bei der Kürze der Zeit nicht führen. Um so mehr finde ich Veranlassung, meine Ansicht im Feld nachzuprüfen, und dazu bot Bornholm wieder Gelegenheit.

Auch Bornholm ist eine stark zerstückelte Scholle ohne kräftige Anzeichen von jungem Seitendruck, ähnlich wie die Alb, die südwestdeutschen Halbhorste, das Rheinische Schiefergebirge usw. Die Schrägstellung der mesozoischen Ablagerungen beim Hasle Kulvaerk, bei Bavnodde, Arnager usw. muß älter sein als die junge relative Senkung des Meeresspiegels. Denn sie wird bereits von der höchsten Abrasionsfläche diskordant durchschnitten und ebenso von den alten Strandsedimenten überlagert. Jüngere Anzeichen von kräftiger Schrägstellung oder Faltung, die auf Seitendruck schließen lassen, sind bis jetzt bei Bornholm nicht nachgewiesen.

Es wäre denkbar, daß das Absinken der Landbrücke südwestlich von Bornholm und die Bildung einer langen Graben-

---

[1]) W. Kranz: Erwägungen über das nördliche Alpenvorland, Vulkanismus und Geotektonik. Jahreshefte Ver. vaterl. Naturk. Württ. 1906, S. 106 ff. — Hebungen oder Senkungen in Massengebirgen. Zentralbl. f. Min. usw. 1907, S. 494—498. — Bemerkungen zur 7. Auflage geol. Übersichtskarte Südwestdeutschlands. Zentralbl. f. Min. usw. 1908, S. 617 f. und S. 651—659. — Geologische Probleme Süddeutschlands. Beilage der Münchener Neuesten Nachrichten 5. IX. 1908, Nr. 57. — Hebung oder Senkung beim Rheinischen Schiefergebirge. Diese Zeitschr. 1910, Monatsber. S. *470—477*. — Über Vulkanismus und Tektonik. Neues Jahrb. f. Min. usw. (im Druck).

[2]) Engel (Schütze): Geognost. Wegweiser Württ. 1908, S. 185. — Branca: Widerlegung mehrfacher Einwürfe usw. Zentralbl. f. Min. usw. 1909, S. 110—113 und 129—135. — C. Regelmann: Überschiebungen und Aufpressungen im Jura bei Donauwörth. Ber. 42. Vers. oberrhein. geol. Ver. 1909, S. 43—63. Zur Tektonik der Schwäb. Alb. Zentralbl. f. Min. usw. 1910, S. 307—313. — Kranz: Erwiderung an Herrn C. Regelmann. Zentralbl. 1911, S. 31 f. — van Werveke: Über einen angeblichen Zusammenschub usw. Mitt. Geol. Landesanst. Els.-Lothr. 7. II. 1909, S. 166. — Kranz: Über Zusammenschub und Senkungen in Horstgebirgen. Zentralbl. f. Min. (im Druck). — C. Mordziol: Bericht Rheintalexkursion Geol. Vereinigung. Geol. Rundschau 1910, Bespr. S. 296.

versenkung nordöstlich der Insel[1]) einen Seitendruck auf den dazwischenstehenden Horst ausübte und diesen emporpreßte. Tatsächlich läßt die teilweise Schiefrigkeit sowie die mikroskopische Struktur des Granits auf Druckwirkung gegen den granitischen Kern der Insel schließen[2]). Über das Alter dieser Druckwirkungen ist indessen nichts bekannt. Sie können ebensogut aus dem Postglazial wie aus einer der genannten älteren Dislokationsperioden stammen oder sogar noch weiter zurückliegen[3]).

Auch sollte man erwarten, daß bei einer derartigen jungen Emporpressung der Insel die älteren Strandlinien in deren mittleren Teilen etwa auf der Achse Hasle—Nexö am höchsten liegen würden, an der NO- und SW-Küste am niedrigsten; aber das hat die Beobachtung nicht ergeben (vgl. die Textskizze Fig. 4). Keilförmige Hebung großer Schollen ohne Wölbung, wie man sie in Lehrbüchern abgebildet sieht[4]), halte ich für ein Ding der Unmöglichkeit: Die ungeheure Reibung an den Begrenzungsflächen würde Verwerfungsspalten dort schließen, ein Aneinandervorbeigleiten verhindern und Faltung bzw. Wölbung auslösen. Will man also die jetzige hohe Lage der Bornholmer Strandlinien durch absolute Hebung festen Bodens erklären, dann bleibt nichts übrig, als den hierzu erforderlichen Seitendruck aus weiter Ferne zu holen, etwa aus einem jungen Absinken norddeutschen Flachlandes. Und Anzeichen für eine Senkung der südbaltischen Küsten während der Yoldia-, Ancylus- und Litorinazeit sind ja genügend vorhanden[5]), wenn auch gegenwärtig eine allgemeine meßbare Verschiebung des norddeutschen Inlandes gegen das Mittelwasser der Ostsee mit Sicherheit nicht stattfindet. Zwar hat DEECKE neuerdings eine rezente allgemeine Hebung des ganzen Ostseegebietes behauptet[6]), und nach R. LEPSIUS soll der ganze Westen Europas in jüngster historischer Zeit im langsamen Absinken begriffen sein[7]). Dem widersprechen aber für die deutschen Küsten und

---

[1]) DEECKE: Geol. Führer Bornholm, 1899, S. 2f., 5, 58, und Geol v. Pommern 1907, S. 283.

[2]) DEECKE: Geol. Führer, S. 68.

[3]) DEECKE: Geol. Führer Bornh., S. 62.

[4]) Zum Beispiel E. KAYSER: Allg. Geol. 1909, S. 780, Fig. 596a. — J. WALTHER: Vorschule der Geologie, 1910, S. 144f.

[5]) KRANZ: Hebung oder Senkung des Meeresspiegels. N. Jahrb. Min. usw. 1909, S. 599, nach DEECKE und KAYSER. — DEECKE: Entwicklungsgang und Gestalt der Ostsee. Geogr. Zeitschr. 1910, S. 194ff. u. a.

[6]) DEECKE: a. a. O., Geogr. Zeitschr. 1910, S. 198, 206.

[7]) LEPSIUS: Geol. v. Deutschland II, 1910, S. 518.

für das südlichste Schweden die einwandfreien Messungen von Seibt, Westphal, Rosén und Fineman vollkommen[1]).

Ebenso beruht die Vermutung, daß in der hercynischen Spaltengruppe, welche Vorpommern und Rügen beherrscht, zurzeit ein vollkommener Ruhezustand nicht vorhanden sei, auf einer mißverständlichen Auffassung der Abrasionserscheinungen und ihrer Folgewirkungen auf Hiddensee[2]).

Mit der Annahme eines Seitendruckes gegen Bornholm von Süden oder Südwesten her würden im großen und ganzen die Faltungen und Überschiebungen auf Möen, Hiddensee und Rügen[3]) sowie die Gestalt der postglazialen Isobasen in Skandinavien übereinstimmen[4]). Nur könnte man fragen, warum lediglich der jetzige Inselteil von Bornholm gehoben, seine Umgebung aber abgesenkt wurde bzw. stehen blieb. Auch gehen die nach de Geer konstruierten Isobasen etwas über die bis jetzt beobachteten rezenten Hebungen Schwedens hinaus. Nach P. G. Rosén findet gegenwärtig an der Ostküste Schwedens im nördlichen Teil des Bottnischen Busens bis zur Breite von 62° 22′ eine jährliche Hebung von 11 mm statt; sie verringert sich auf 5 mm bis zur Breite von 58° 45′ und beträgt in 57° 22′ nur noch 2 mm. Von da ab südlich, dann an der Südküste Schwedens und im Sund an der Westküste bis zu 56° 3′ wird keine Veränderlichkeit bemerkt, während im Kattegat von 56° 57′ an bis 58° 56′ wieder eine

---

[1]) W. Seibt: Das Mittelwasser der Ostsee bei Swinemünde I, 1881, und II, 1890. — A. Westphal: Das Mittelwasser der Ostsee bei Travemünde usw. 1900. Veröffentl. Kgl. Preuß. Geodät. Inst. Berlin. — Kranz: N. Jahrb. Min. usw. 1909, S. 598 ff. — In der „Wendenstadt Vineta“ hat Lepsius blühende Sage gegen trockene Wissenschaft eingetauscht, und Deecke verwechselt dort Abrasion mit Senkung, ebenso wie an den deutschen Nordseeküsten junge Abrasion ohne rezente tektonische Bewegungen zur Erklärung der Morphologie genügt. — Vgl. auch Deecke: Große Geschiebe in Pommern. 11. Jahresber. d. Geogr. Ges. z. Greifswald (1907—08) 1909, S. 14, wo er selbst das Vinetariff richtig als „vollständig denudierten Geschiebemergelkern“ erklärt.

[2]) Germelmann: Zentralblatt der Bauverwaltung 1908, S. 185. — Elbert: Leuchtturm auf Hiddensee. 10. Jahresber. d. Geogr. Ges. z. Greifswald 1906. — Briefliche Mitteilung von Herrn Prof. Dr. Jaekel.

[3]) Ussing: Dänemark. Handb. d. Regional. Geol. 1910, 1, 2. — J. Elbert: a. a. O. — Deecke: Geol. Führer Pommern, 1899, und Geol. Pomm. 1907. — Jaekel: Steilufer der Rügener Kreide. Diese Monatsber. 1908, *S. 229 f.*; ein diluviales Bruchsystem in Norddeutschland. Diese Monatsber. 1910, S. *605 ff.*

[4]) Vgl. E. Kayser: Lehrb. d. Allg. Geol. 1909, S. 767, Fig. 593. — de Geer: Om Skandinaviens nivåförändringar under Quartärperioden. Geol. Förening. Förh. X, 1888, S. 367; XII, S. 62.

jährliche Hebung von 5 mm beobachtet ist[1]). Diese Ergebnisse bezeichnete Rosén vor 10 Jahren als vorläufige. Sein Sohn, Herr Prof. Karl Rosén, teilte mir im September 1910 freundlichst mit, daß sie seit 1900 keine Untersuchungen über das Mittelwasser oder die Hebungen in Schweden fortgesetzt haben, und verwies mich diesbezüglich an Herrn Dr. C. G. Fineman, den Direktor des Königlichen Nautisch-Meteorologischen Bureaus in Stockholm. Für dessen eingehende Mitteilungen über Neuvermessungen der Wassermarken gestatte ich mir auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Fineman stattete dem Seeminister am 2. Juli 1909 zwei Berichte über die im Jahre 1909 ausgeführten Nivellements an der nördlichen Westküste von Bohus ab[2]); er stellte mir gleichfalls einen Auszug aus seinem Bericht zur internationalen Erdmessung, 1909, zur Verfügung[3]). Daraus geht hervor: Der Tangrand, d. h. der horizontale Rand, den die höchsten Anhaftpunkte der Individuen von *Fucus vesiculosus* an den Uferfelsen markieren, nimmt eine konstante Lage im Verhältnis zum Mittelwasserniveau des betreffenden Ortes ein. Zu diesem Tangrand wurden Wassermarken an den Inseln Nordkoster (Breite 58° 53′ 8″), Södra Långö (Breite 58° 56′ 8″) und Södra Helsö (Breite 58° 57′ 2″) von Fineman 1909 einnivelliert. Die Lage derselben Wassermarken zum damaligen Tangrande war früher in den Jahren 1847, 1867 und 1886 zuverlässig bestimmt worden. Als mittlere jährliche Landhebung wurde festgestellt[4]):

Für die Periode	Nordkoster	Södra Helsö	Södra Långö
1847—1867	—	0,45 cm	0,59 cm
1867—1886	—	0,31 -	0,31 -
1886—1909	—	0,47 -	0,22 -
1867—1909	0,40 cm	0,40 -	0,26 -

[1]) A. Westphal: a. a. O., 1900, S. 141, nach Per Gustaf Rosén. — Vgl. Kranz: N. Jahrb. Min. usw. 1909, S. 598. — Vgl. auch Penck: Morphologie der Erdoberfläche, 1894, I, S. 427; II, S. 536—540. Nach Penck bildet sich gegenwärtig eine flache Geoantiklinale, welche parallel der skandinavischen Westküste streicht und als ein Nachklang zu den Aufbiegungen erscheint, welche ganz Skandinavien gleich dem östlichen Nordamerika seit der Eiszeit erlitten hat. Man könnte diese Aufwölbung mit Frech (Aus der Vorzeit der Erde, 1910, II, S. 22) als „oberschlesische Phase der Faltung“ bezeichnen.

[2]) Originalberichte D. N. 211 und 212 des Kgl. Naut.-Meteorol. Bur. Stockholm 1909, 7 und 8.

[3]) Inzwischen veröffentlicht in den Verhandl. 16. Allg. Konferenz Internat. Erdmessung 1910, S. 300.

[4]) Ältere Angaben bei Penck: a. a. O., II, S. 537, nach L. Holmström 1888.

Die Bestimmung der Lage des Tangrandes von Södra Längö war weniger sicher als die beiden anderen Bestimmungen, da der Tangrand von Södra Längö 1909 dünn und etwas unregelmäßig ausgebildet war und vom Eisgang im Sunde beschädigt zu sein schien. Auf Nordkoster und Södra Helsö wurden die Marken unbeschädigt und in voller Übereinstimmung mit den Zeichnungen und Beschreibungen HOLMSTRÖMs[4]) gefunden. Beide liegen auf Stellen mit besonders gut ausgebildetem Tangrande, auf sehr steilen Klippen, das Helsö-Zeichen so gut wie am offenen Meer, das Nordkoster-Zeichen eine knappe Minute davon im Kostersund. Hiernach ergibt sich eine überraschend gute Übereinstimmung in den Ergebnissen der Messungen; während der letzten 62 Jahre hat eine sehr gleichmäßige Hebung des Landes im Verhältnis zum mittleren Meeresniveau an dieser Küstenstrecke stattgefunden, nämlich um durchschnittlich 4 mm jährlich (entsprechend den beiden zuverlässigsten Punkten). Mit der betreffenden Angabe von ROSÉN (5 mm) stimmt dies in Anbetracht der kürzeren Beobachtungszeit gut überein.

Die Untersuchungen werden der gleichen Mitteilung Herrn FINEMANS zufolge sobald wie möglich zu allen alten Wassermarken der Westküste Schwedens ausgedehnt und sind bereits in Angriff genommen, aber noch nicht so weit geführt, daß sich etwas darüber mitteilen läßt. Die erste Untersuchung bezieht sich auf die Lage des Tangrandes unter dem mittleren jährlichen Niveau der Meeresoberfläche; die zweite soll die erwähnte Einnivellierung aller alten Wassermarken an der Westküste Schwedens umfassen und wird wohl im Sommer 1911 durchgeführt werden. Die gesamte Wissenschaft darf den Ergebnissen mit Spannung entgegensehen und wünschen, daß sie auch auf die übrigen Küsten Schwedens, Norwegens und Finnlands ausgedehnt werden.

Nach dem jetzigen Stand der Forschung muß man also sagen: Die Bornholm zunächst liegenden Küstenstrecken Skandinaviens befinden sich gegenwärtig in vollkommener Ruhe; weder Hebung noch Senkung zum Mittelwasserspiegel findet statt.

Im allgemeinen stimmen mit der rezenten Landhebung auch die seismischen Erscheinungen Schwedens überein. Nur findet sich Bornholm gegenüber im südöstlichen Schonen eine Erdbebenzone, während der Rest von Schonen ziemlich aseismisch ist[2]).

[4]) LEONARD HOLMSTRÖM: Om strandliniens förskjutning a Sveriges kuster. Verh. Königl. Schwed. Ak. Wiss. XXII, Nr. 9.

[2]) R. KJELLÉN: Die schwedischen Erdbeben. Geogr. Zeitschr. 1910, S. 493 ff.

Im einzelnen kommt hierbei ferner die Tektonik von Schonen und des Landstrichs westlich vom Kalmarsund in Betracht. Die nordwest-südöstlichen Dislokationen in Schonen mit ihrer Graben- und Horstbildung setzen augenscheinlich schräg durch die südliche Ostsee nach Mitteleuropa fort, begrenzen die NO- und SW-Küste von Bornholm, finden in zahlreichen Verwerfungen dieser Insel selbst ihre unmittelbare Verlängerung und bilden auf ihrem weiteren Verlauf durch Mitteleuropa den SW-Rand des russisch-baltischen Schildes[1]). Bei diesen tektonischen Linien sind Anzeichen von Seitendruck vorhanden. Der cretaceische Boden des südwestlichen Schonens ist z. B. deutlich gefaltet mit einem Sattelrücken von Limhamn im NW nach Ö.-Torp (östlich von Trelleborg) im SO; auch in der jetzigen Grenzlinie zwischen der Kreide des südwestlichen Schonens und den älteren Systemen scheint eine Sattelspalte vorzuliegen. HENNIG hält aber diese Dislokationen für tertiär, und im allgemeinen läßt der Bau Schonens wenig auf Hebung, vorwiegend auf Senkungen schließen[2]).

Im südöstlichen Schonen liegt die marine Grenze der Yoldiazeit in der Gegend von Simrishamn nach DE GEER und NATHORST 21 m über dem jetzigen Meer; gegen Norden steigt sie bis Blekinge allmählich auf 59 m; ein großer Teil Schonens lag auch damals trocken[3]). Die Litorina-Senkung folgt den Küsten der Yoldiazeit, aber in beschränkterer Verbreitung[4]). Zwischen beiden Perioden muß dort also schon eine relative Senkung des Meeresspiegels vor sich gegangen sein, und die tektonischen postglazialen Bewegungen bewirkten eine Schrägstellung des festen Bodens mit Einfallen nach S, was aufs intimste mit der postglazialen Landeserhebung Skandinaviens zusammenhängt[5]). Absolute Hebung großer Schollen muß dabei entsprechend dem heute in gleicher Weise stattfindenden Ansteigen

---

[1]) A. HENNIG: Geol. Führer durch Schonen, 1900, S. 161 f. — DEECKE: Geol. Führer Bornholm, 1899, S. 61 ff., und Geol. v. Pommern, 1907, S. 283. — Å. TORNQUIST: Die Feststellung des Südwestrandes des russisch-baltischen Schildes usw. Schriften der Phys.-ökonom. Ges. **49**, I, 1908. Königsberg, besonders Kärtchen S. 10 (Sonderabdruck). — BRAUN: a. a. O., S. 170. — W. ULE: Die Insel Bornholm. Geogr. Zeitschr. 1910. S. 242. — N. V. USSING: Dänemark. Handb. d. Regional. Geol. I, 2, 1910, besonders Kärtchen Fig. 1 u. 8. — E. SUESS: Antlitz der Erde II, 1888, S. 61—63. — Magnetische Störungszone, Naturwiss. Wochenschr. 1910, S. 763.

[2]) HENNIG: a. a. O., S. 161 f.

[3]) HENNIG: a. a. O., S. 102 f.

[4]) HENNIG: a. a. O., S. 110.

[5]) HENNIG: a. a. O., S. 103. — E. KAYSER: Allg. Geol. 1909, S. 767, Fig. 593.

Schwedens angenommen werden; nur läßt sich vorläufig nicht sagen, ob die ganze Heraushebung damit erklärt werden muß.

Auch zur Tektonik des Landes westlich vom Kalmarsund steht der Bau Bornholms in nahen Beziehungen. Anscheinend begrenzt die Bruchlinie, welche in Smaland das Gneisgebiet vom Granitareal scheidet, in der allgemeinen Linie Wettersee—Mjellby-Halbinsel—Rönne auch die Westküste von Bornholm; und in Verlängerung des Bruchs, der nahe westlich vom Kalmarsund das Cambrium von den krystallinen Gesteinen trennt, liegt die Ostküste von Svanike bis Dueodde. DEECKE verlegte die Bildung dieser tektonischen Linien früher in die Zeit zwischen Cambrium und Lias („wahrscheinlich aber altpaläozoisch"); es wäre indessen nicht ausgeschlossen, daß auch hier sehr junge Bewegungen wieder erwacht sind, welche mit der Entstehung des Wettersees, der Oeländer Spaltenserie und Gotlands in Zusammenhang stehen könnten[1]). Auf Bornholm selbst dürfte mit einiger Sicherheit nur der Teil der Grenzlinie zwischen Granit-Kreide (östlich) und Rät-Lias (westlich), welcher die Westküste etwa von Helligpeder bis zu den Rönner Kaolinbrüchen begleitet, zu dieser tektonischen Serie gehören. Die geraden Spaltentäler der Insel streichen NO und fallen damit aus den Smaländer Bruchsystemen heraus. Letztere weisen in ihrer Verlängerung auf die gleich gerichteten Linien Pommerns, entlang der Dievenow und unteren Oder sowie an beiden Steilufern der Swinepforte, und auch hier scheinen junge Bewegungen stattgefunden zu haben[2]).

Kürzlich ging DEECKE aus rein theoretischen Gründen über diese auf Beobachtungen gestützten Vermutungen weit hinaus; hier möchte ich nur kurz berühren, was die Umgebung von Bornholm betrifft[3]): DEECKE nimmt tektonische Beziehungen zwischen den Ostseegebieten und dem Rheintal an, weil die diluvialen rheinischen Vulkane zeitlich mit den norddeutschen Bodenbewegungen verbunden sind[4]); mit dem gleichen Recht oder Unrecht könnte man die rezente Hebung Skandinaviens

---

[1]) DEECKE: Geol. Führer Bornholm 1899; S. 61f. Entwicklungsgang und Gestalt der Ostsee. Geogr. Zeitschr. 1910, S. 194. — W. ULE: Die Insel Bornholm. Geogr. Zeitschr. 1910, S. 242. — E. SUESS: Antlitz der Erde II, 1888, S. 60, 64. — Geologisk Oefversiktskarta öfver Sveriges Berggrund. Generalstabens Litografiska Anstalt Stockholm 1901. S. G. U., Ser. Ba., Nr. 6. 1:1500000. Vergl. auch JAEKEL: Diese Zeitschr. **62**, 1910, Monatsber. S. *609—615*.

[2]) DEECKE: Geol. Pommern, 1907, S. 282.

[3]) Entwicklungsgang und Gestalt der Ostsee, II. Geogr. Zeitschr. 1910, S. 199—206.

[4]) Briefliche Mitteilung.

oder Labradors mit den Eruptionen irgendeines Vulkans in Beziehung bringen, wenn nur die „wichtigen Radien“ oder „gewisse Winkel“ vorhanden sind, die man auf dem Papier bei noch so heterogenen tektonischen Elementen konstruiert. Ebenso fehlt doch für ein intimeres tektonisches Verhältnis zwischen Wettersee, Blekinger Südküste, Oderbruch, Bodensee und Plattensee jeglicher auf Beobachtung beruhender Argwohn. — Die östliche und westliche Uferstrecke Gotlands bilden nach DEECKE einen Winkel von 30°, dessen Mittelpunkt im Oderbruch bei Küstrin liegt, und dieser soll einer der Ausgangspunkte für die Tektonik der ganzen Ostseeländer sein. Ein dementsprechendes Bruchsystem ist nun zwar längs den Ostküsten von Götland und Bornholm sowie entlang der Dievenow und unteren Oder vorhanden, an der westlichen Uferstrecke Südschwedens aber bis jetzt noch nicht nachgewiesen. Die Verwerfung im nördlichen Teil des Sundes ist ein Glied der Brüche Schonens in hercynischer Richtung und berührt keinesfalls die Küstriner Gegend[1]), und die sonstigen in Frage kommenden Linien folgen nach DEECKEs eigenen Forschungen am Haff, bei Rügen und den dänischen Inseln der gleichen Richtung, ohne das Oderbruch oder die Westküste Südschwedens auch nur zu streifen[2]). M. E. muß man mit der Annahme tektonischer Beziehungen zwischen weit entfernten Punkten recht vorsichtig sein und darf sich hierbei nur auf Nachweis durch Beobachtungen stützen. Jedenfalls vermag auch die Abrasion und Anschwemmung des Meeres Küstenlinien sowohl an Steilufern wie in Dünenbildungen in kurzer Zeit ohne tektonische Beeinflussung derart zu verschieben, daß sich „gewisse Winkel“ nicht mehr konstruieren lassen, ohne den tatsächlichen Verhältnissen Gewalt anzutun, und auf diese schwache Seite seiner Hypothese hat ja DEECKE selbst hingewiesen[3]).

Nach dem gegenwärtigen Stand der Forschung muß man also sagen: Bornholm ist ein Teil der Bruchzone am südlichen Rande Fennoskandias, als echter Horst aus einer eingebrochenen Tafel durch Spaltensysteme inmitten ringsum abgesunkener Gesteinsmassen herausgeschnitten[4]). Und wenn hier und da immer noch von

[1]) USSING: Dänemark, Handbuch Regional Geol. 1, 2, 1910, S. 2 u. 3. — HENNIG: a. a. O., Geol. Karte.

[2]) DEECKE: Geol. Pommern, 1907, S. 84 u. 283f. — TORNQUIST: a. a. O., S. 9f.

[3]) Geogr. Zeitschr. 1910, S. 202f.

[4]) DEECKE: Geol. Führer Bornholm, S. 61ff. — W. ULE: Die Insel Bornholm. Geogr. Zeitschr. 1910, S. 242. — USSING: a. a. O., S. 27.

„bisher doch mehr theoretisch konstruierten als beobachteten Horsten“ geredet wird[1]), so darf man nur wünschen, daß sich die Gegner der Horste und Halbhorste in das Studium der Tektonik Bornholms, des Niederrheins oder der südwestdeutschen Massengebirge vertiefen.

Weiter läßt der jetzige Stand unseres Wissens erkennen: Eine absolute Hebung festen Landes erscheint bei Bornholm trotz seiner Horstnatur nicht ausgeschlossen, aber auch nicht nachgewiesen. Für und gegen die Annahme einer solchen Bewegung habe ich im vorigen Gründe zusammengestellt, deren Bewertung viel vom subjektiven Empfinden des einzelnen Forschers abhängen wird. Meines Erachtens fällt gegen eine solche Erklärung der hohen Strandlinien besonders schwer ins Gewicht: das Fehlen des Nachweises junger Anzeichen von kräftigem Seitendruck, das Fehlen rezenter Hebungen, die Gleichmäßigkeit der Bewegung trotz der Zerstückelung dieses Horstes. Daher erscheint mir erforderlich, auch die andere Erklärung der hohen Strandlinien von Bornholm zu skizzieren: Ein eustatisches Sinken des ganzen Meeresspiegels der Erde um 8 bis 10 m seit dem letzten Glazial. Nach Samter würden hierzu etwa 8000 Jahre zur Verfügung stehen, nach Deecke erheblich mehr; G. Andersson rechnet für den gleichen Zeitabschnitt 21000 Jahre, und andere Geologen gehen bis zu 25000 Jahren[2]). Legt man Anderssons Annahme zugrunde, so hätte sich der Meeresspiegel jährlich durchschnittlich um etwa 0,4 mm gesenkt, wobei aber noch ein periodisches schnelleres oder langsameres Sinken je nach der Intensität bei Bildung neuer tektonischer Depressionen in Betracht zu ziehen wäre, entsprechend den vielfach beobachteten Steilrandbildungen zwischen älteren und jüngeren Strandterassen[3]). Für die letzten 100 Jahre ist eine meßbare eustatische Verschiebung bisher nicht nachgewiesen.

Als Anfang 1908 Herr Gnirs (Pola) ein eustatisches Steigen des Meeresspiegels um $1^1/_2$—2 m innerhalb der letzten

---

[1]) K. Oestreich: Die transsylvanischen Alpen, nach E. de Martonne, Geogr. Zeitschr. 1909, S. 592.

[2]) M. Samter: Die Madüesee. Arch. f. Naturgesch. **71**, 1, 3, 1905, S. 24ff. — Deecke: Geol. Pommern, 1907, S. 223. — J. Stoller: Diese Zeitschr. 1910, S. 175, 187, nach Andersson. — F. Solger: Geologie der Dünen. Dünenbuch 1910, S. 64. — Nussbaum: Die Täler der Schweizer Alpen. Schw. Alp.-Museum 1910, S. 93f.

[3]) Vgl. z. B. Wittich: Strandlinien an der Südküste von Niederkalifornien. Globus **97**, 1910, S. 379.

2000 Jahre behauptete[1]), suchte ich nachzuweisen, daß keine Veranlassung zu dieser Annahme vorliegt[2]). „Wir dürfen viel eher annehmen, daß die von NEGRI, GNIRS und anderen beobachteten geringen positiven Niveauveränderungen an Küsten des Mittelmeeres auf tektonische Ursachen zurückzuführen sind, als auf ein hypothetisches eustatisches Ansteigen des Meeresspiegels, soweit nicht vielleicht ein Teil der Beobachtungen durch Fehlerquellen hinfällig wird." Gerade das Mittelmeergebiet, aus dem GNIRS vorzugsweise sein Material zusammentrug, eignet sich als Zone junger Faltungen und Einbrüche größten Maßstabes am allerwenigsten zu derartigen Folgerungen, und auch die von den französischen und norddeutschen Küsten hierzu namhaft gemachten Punkte[3]) lassen viel eher tektonische Störungen vermuten als ein eustatisches Ansteigen des Meeresspiegels.

Aber auch zu den Schlüssen von LANGENBECK (Straßburg i. E.) mußte ich bei der gleichen Gelegenheit Stellung nehmen. Aus zahlreichen negativen Strandverschiebungen sehr jungen Alters und geringen Ausmaßes folgerte er 1907 ein geringes Sinken des Meeresspiegels im Gebiet des Indischen, Stillen und Atlantischen Ozeans für die jüngste geologische Vergangenheit[4]). Ich hatte zunächst diesen Gedanken aufgegriffen[5]), weil er mir zu natürlich erschien: Wenn sich der Erddurchmesser infolge der Zusammenziehung des glühenden Erdkerns verkürzt, wenn tatsächlich die Theorie vom Zusammenschrumpfen des Erdkerns richtig ist, dann muß im Lauf der Zeiten das Meerwasser in immer neu gebildete Depressionen abziehen, der Meeresspiegel langsam sinken, ein Gedanke, den ich neuerdings nach eingehenden Studien über die wichtigsten tektonischen Theorien

---

[1]) GNIRS: Mitt. Geogr. Ges. Wien 1908, H. 1 u. 2.

[2]) KRANZ: Hebung oder Senkung des Meeresspiegels? N. Jahrb. Min. 1909, Beil.-Bd. **28**, S. 574–610.

[3]) Bei dieser Gelegenheit möchte ich meine Vermutung (a. a. O., S. 604) richtig stellen, daß die unteren von SCHÜTTE erbaggerten Wald- und Sumpfbildungen noch im Diluvium entstanden sein könnten: Das Vorkommen von Eiche, Linde und Erle weist vielmehr auf jüngeres, altalluviales Alter des Waldtorfs, der wohl um die Wende Ancylus—Litorinazeit gebildet wurde. (Vgl. STOLLER: Diese Zeitschr. 1910, S. 167 ff.) Die Senkungen an der Jademündung scheinen daher doch hauptsächlich während der Litorinazeit stattgefunden zu haben.

[4]) R. LANGENBECK: Der gegenwärtige Stand der Korallenrifffrage, Geogr. Zeitschr. 1907, S. 24—44 und 92—111.

[5]) KRANZ: Bemerkungen zur 7. Auflage der geol. Übersichtskarte von Württ. usw. Zentralbl. f. Min. usw. 1908, S. 655 ff.

weiter durchzuführen versuchte[1]). 1909 schienen mir aber die Schlußfolgerungen von LANGENBECK nicht mehr genügend gesichert. Jene geringfügigen Strandverschiebungen konnten vielleicht auch auf Bewegung des Festen, Änderungen in den Gezeiten usw. zurückgeführt werden. „Der Große Ozean ist zwar als Ganzes ein uraltes Meergebiet, im einzelnen hat er aber seit dem Cambrium recht erhebliche Veränderungen erlebt. Der Atlantische Ozean und noch mehr der Indische Ozean haben auch als Ganzes die größten Umwälzungen erfahren[2]). Noch im jüngeren Tertiär und Diluvium zeigen die Küstenlinien aller drei Meere stärkere Verschiebungen. Dementsprechend sind noch heute in den von LANGENBECK angeführten Gegenden mit negativer Nievauverschiebung mehrere Schütterzonen vorhanden: das Einbruchsbecken in der Mitte des Indischen Ozeans, die vulkanischen Hawaï-Inseln, die jungen Faltenzonen der Kleinen Antillen, Philippinen und von Neu-Guinea. Andere der genannten Gebiete verhalten sich in dieser Beziehung anscheinend indifferent: Ceylon, das australische Barriereriff, die Paumotus und Sporaden, die Ellice- und Gilbert-Inseln, die Brasilianische Küste, die Bermuda-Inseln und Florida.“[3])

Besonders die ungleiche Höhe der von LANGENBECK angeführten Strandlinien — 1 bis 6 m — mahnte mich 1909 zur Vorsicht. Aber ich muß nach meinen jetzigen Erfahrungen mit den ungleichen Höhen der rezenten Strandbildungen bei Bornholm zugeben, daß dieser Einwand hinfällig wird, besonders an offenen Ozeanküsten mit starken Gezeitenunterschieden; und die Schwierigkeit, selbständige Hebung des Festen bei zerstückelten Horsten zu erklären, hat mich nie schwanken lassen in der Annahme, daß während der langen Zeiträume der geologischen Entwicklungsgeschichte unserer Erde ein allmähliches eustatisches Fallen des Meeresspiegels sehr wohl stattgefunden haben kann, obgleich eine solche Bewegung für die Gegenwart, für die letzten 100 Jahre, wenigstens an den deutschen Küsten nicht nachgewiesen ist. Diese Ansicht habe ich mehrfach zu begründen gesucht[4]).

---

[1]) KRANZ: Über Vulkanismus und Tektonik, N. Jahrb. f. Min. usw. (im Druck). — Hebung oder Senkung beim Rheinischen Schiefergebirge. Diese Zeitschr. 1910, Monatsber., S. *470—477*.

[2]) Vgl. auch E. DACQUÉ: Der Jura im Umkreis des lemurischen Kontinents. Geol. Rundschau 1910, Bespr., S. 148—168.

[3]) KRANZ: N. Jahrb. f. Min. usw. 1909, S. 609f.

[4]) KRANZ: Diese Zeitschr. 1910, Monatsber., S. *470*ff. — Über Vulkanismus und Tektonik. N. Jahrb. f. Min. usw. (im Druck).

Für erwiesen halte ich diese Theorie keineswegs. „Auch hier hat die geographische, geologische und geodätische Forschung noch ein weites Feld, auf dem zahllose Zweifel zu klären sind, bevor an eine endgültige Lösung der so schwierigen Frage zu denken ist.“[1]) Auch LANGENBECK war sich sehr wohl bewußt, daß sein mühsam zusammengetragenes Material noch gering und weiterer Ergänzung bedürftig sei, um seine Vermutung wirklich zu beweisen. „Die Frage wird jedenfalls noch mancher Untersuchungen bedürfen, um spruchreif zu sein.“[2])

Nach alledem scheint mir aber schon jetzt nicht ausgeschlossen, daß sich wenigstens teilweise die niedrigeren alten Strandlinien im Indischen, Stillen, Atlantischen Ozean, an den Küsten von Grönland[3]), Island[4]), Schottland[5]), Skandinavien usw., wie überhaupt viele Anzeichen geringer sogenannter Hebung[6]) von Küsten nicht durch absolutes Steigen festen Bodens, sondern durch eustatisches Fallen des Meeresspiegels während der jüngeren geologischen Vergangenheit in ihrer heutigen höheren Lage zum Mittelwasser befinden. Wenn auch ein anderer Teil dieser Linien und „Hebungen“ mit Sicherheit durch Ansteigen des Festen entstanden ist, so liegt es doch nahe, eine so universelle Erscheinung nicht einseitig stets auf lokale Ursachen zurückzuführen.

Daß die alten Strandlinien von Bornholm einem eustatischen Sinken des Meeresspiegels ihre jetzige Lage verdanken, halte ich gleichfalls nicht für unmöglich. Hier kommen die engeren Verhältnisse der Ostsee in Betracht. An der Ostküste von Schweden findet unzweifelhaft rezente Hebung statt, sie beginnt aber nach den vorläufigen geodätischen Ergebnissen erst bei etwa $57^0\,20'$ n. Br. und steigert sich gegen Norden. Die Bornholm nächstbenachbarten Küsten von Schonen und Blekinge zeigen keine rezenten Niveauschwankungen, wohl aber ungleichmäßige ältere Strandverschiebungen, welche, wie erwähnt, auf relative Senkung des Meeresspiegels und postglaziale tektonische

---

[1]) KRANZ: a. a. O. 1909, S. 610.

[2]) Briefliche Mitteilung von Herrn Prof. LANGENBECK.

[3]) E. SUESS: Antlitz der Erde II, 1888, S. 451ff., nach HOLM, STEENSTRUP, KORNERUP.

[4]) PJETURSS: Handb. Regional. Geol. 1910, IV, 1, S. 14.

[5]) A. GEIKIE: Textbook of Geol. 1903, S. 1324f.

[6]) Vgl. z. B. G. BRAUN: Reiseskizzen aus Frankreich. Geogr. Zeitschr. 1910, S. 330f., 333. — Viele Anzeichen von „Hebung“ und „Senkung“ bedürfen eingehender Nachprüfung.

Schrägstellung des festen Bodens mit Einfallen nach S, entsprechend den rezenten Hebungen des nördlichen Schwedens, schließen lassen. In Dänemark ist eine „Grenzlinie der postglazialen Hebung“ nachgewiesen, die im allgemeinen NW—SO vom Nissum-Fjord über Nordost-Fünen nach Nord-Falster streicht. „Sobald man, von Südwesten kommend, diese Linie überschreitet, stellen sich an den Küsten die ersten schwachen Anzeichen einer postglazialen Hebung ein; der Betrag der Hebung nimmt nach NO allmählich zu und erreicht in den nordöstlichsten Teilen Dänemarks 10—15 m, um jenseits des Sundes und des Kattegats noch mehr zu wachsen, ohne daß man an irgendeiner Stelle sprungweise Veränderungen zu konstatieren imstande gewesen ist.“[1])

Während des letztverflossenen Jahrhunderts hat an den deutschen Ostseeküsten eine allgemein meßbare Verschiebung des Landes gegen das Mittelwasser des Meeres mit Sicherheit nicht stattgefunden. „Entweder befindet sich also an der preußischen Ostseeküste Meer und Land im Zustand zeitlicher Unveränderlichkeit der Höhenlage, oder ihre etwaigen Verschiebungen sind so gering, daß sie sich selbst mit den Mitteln moderner Präzisionsnivellements usw. nicht mehr nachweisen lassen“.[2]) Dagegen sind hier unzweifelhaft während der Litorinazeit, wahrscheinlich auch in der Ancylus- und Yoldiazeit schollenartige ungleichmäßige Senkungen großer Landstriche vorgekommen[3]). Daß in der Ancylusperiode sowie nach der Litorinasenkung Hebungen festen Landes stattgefunden haben sollen, wird neuerdings lebhaft bestritten; man könnte Erscheinungen, welche auf geringe derartige Hebungen schließen lassen[4]), soweit sie überhaupt einwandfrei nachgewiesen sind, auch durch eustatisches Sinken des Ostseespiegels erklären. Überhaupt gehen im einzelnen die Ansichten weit auseinander,

---

[1]) Ussing: Dänemark, Handb. Regional. Geol. I, 2, S. 2f.

[2]) Kranz: N. Jahrb. Min. 1909, Beil.-Bd. XXVIII, S. 601, nach Seibt und Westphal.

[3]) Vgl. u. a. Kranz: a. a. O., S. 598ff., nach Philippson, Deecke, Kayser, Solger. — Spethmann: Ancylussee und Litorinameer im südwestlichen Ostseebecken. Mitt. geogr. Ges. Lübeck 1906, S. 77, 83, 94, 95; Die physiographischen Grundzüge der Lübecker Mulde. Globus 1909, S. 309—314; Geologische Probleme in der näheren Umgebung Lübecks. Lübeckische Blätter 1909, Nr. 4. — Lepsius: Geol. von Deutschland II, 1910, S. 519.

[4]) Gagel: Diese Zeitschr. 1909, Monatsber., S. *431*, und Zentralbl. f. Min. 1910, S. 368. — Spethmann: Zentralbl. f. Min. 1910, S. 215 f. Kranz: N. Jahrb. Min. 1910, Beil.-Bd. XXVIII, S. 599. — Spethmann: Die Lübecker Mulde und ihre Terrassen. Zentralbl. f. Min. 1907, S. 103.

und gründliche neue Untersuchungen sind erforderlich. Will man aber auch hier ein eustatisches Fallen des ganzen Meeresspiegels der Erde um 8—10 m seit dem letzten Glazial gelten lassen, dann wäre den einzelnen Senkungsbeträgen festen Landes dies Maß hinzuzufügen.

Übrigens steht noch keineswegs fest, ob alle südbaltischen Küsten diese älteren Senkungen mitgemacht haben. So führt Deecke Geröllstrandwälle am Rande von hinterpommerschen

Fig. 5.
Greifswalder Oie, 1910. Südostufer.
Unten rezente Abrasionsterrasse über und unter Wasser,
oben vielleicht (?) „gehobene“ alte Abrasionsfläche.
Phot. v. E. Bröcher, Swinemünde.

Mooren über dem Wasserspiegel an[1]), die er auf „Hebung“ zurückführt. Vielleicht läßt sich ferner die eigentümliche Oberfläche der Greifswalder Oie durch Abrasion eines höher stehenden Meeres erklären, wenn das auch vorläufig eine unbewiesene Vermutung ist. (Vgl. Fig. 5.)

Es wäre denkbar, daß ein Teil der „größeren Kiesmassen“, welche J. Elbert auf seiner geologischen Karte der Greifswalder Oie verzeichnet[2]), den Ablagerungen eines solchen Meeres entspricht.

[1]) Deecke: Geogr. Zeitschr. 1910, S. 198.
[2]) J. Elbert: 8. Jahresber. Geogr. Ges. Greifswald (1900—03) 1904, Karte 3.

Ebenso macht die Oberfläche des Steilufers Hoff—Rewahl—Horst in Hinterpommern morphologisch den Eindruck einer „gehobenen“ Strandterrasse. Ob sie das in Wirklichkeit ist, bleibt aber zweifelhaft. Das Steilufer besteht aus mittlerem Geschiebemergel und stellenweise Untersenon[1]). Auf der Terrasse darüber findet sich häufig geschichteter Sand, welcher z. T. interglazial sein könnte[2]). Bisweilen handelt es sich aber um echte Dünen, die vielleicht bei einem mehrere Meter höheren Stand des Meeresspiegels entstanden sind. Denn heute findet sich am schmalen Abrasionsstrand unterhalb des Kliffs keine Spur von Dünenbildung. Erst beim Dorf Klein-Horst, wo der diluviale Inselkern allmählich unter dem Strand verschwindet[3]), setzt gleichzeitig kräftige rezente Dünenbildung gegen Osten hin ein.

Im mittleren Ostseegebiet sowie an der Küste von Schonen hat das Litorinameer engere Grenzen gehabt als die vorhergehenden Wasseransammlungen[4]). Schon dies würde auf eine eustatische Senkung des Meeresspiegels schließen lassen, wenn es nicht auch durch absolute Hebung der Küsten entstanden sein könnte. Nahezu auf der Mittellinie des ganzen Gebiets liegt nun Bornholm. Geht man lediglich von den Anzeichen **relativer** Hebungen aus, dann gehört die Insel noch in die Randzone der skandinavischen Hebungen[5]). Nur würde ihr Ansteigen nicht 15 m[6]), sondern höchstens 8—10 m seit dem letzten Glazial betragen.

Läßt man aber gelten, daß der Meeresspiegel eustatisch um ebensoviel in der gleichen Zeit gesunken sein kann, dann wäre Bornholm ein stehengebliebener Horst; ein großer Teil der niedrigeren Strandlinien Skandinaviens müßte nicht auf Hebung festen Landes, sondern auf Abzug des Meeres in neugebildete Depressionen zurückgeführt werden, und das allmähliche Verschwinden der dänischen alten Strandlinien gegen SW sowie die entsprechenden Anzeichen von Senkung an den deutsch-baltischen Küsten würden sich durch

---

[1]) Deecke: Geol. Führer Pommern, 1899, S. 92, und Geol. Pomm. 1907, S. 86, 176 f.

[2]) Deecke: a. a. O., 1899, S. 17 ff., und 1907, S. 184.

[3]) Deecke: a. a. O., 1899, S. 93.

[4]) Deecke: Geogr. Zeitschr. 1910, S. 196. — Hennig: a. a. O., 1900, S. 102 und 110. Kayser, Formationskunde, 1908, S. 649.

[5]) Vgl. die Karten bei Kayser: Allg. Geol. 1909, S. 767, und Ussing: Dänemark, Handb. Regional. Geol. 1910, I, 2, S. 2.

[6]) Braun: a. a. O., S. 181. — Ussing: a. a. O., S. 28.

langsame Zunahme der Senkung festen Landes erklären. Welche von beiden Möglichkeiten die richtige ist, kann nur die Zukunft entscheiden, durch sorgfältige Aufnahme und kritische Bewertung aller Anzeichen von Niveauverschiebung und rezenter Strandbildungen sowie nach Ausdehnung der geodätischen Messungen über die ganze Erde[1]). Wie nötig das ist, beweisen wieder die jüngsten Nachrichten von Senkungen im Maingebiet[2]), über deren Art und Ausmaß durch Mangel an solchen Messungen jeder Anhaltspunkt fehlt. — Vielleicht ergibt sich dann später einmal, daß die theoretische Forderung nach allmählichem Sinken des Meeresspiegels seit uralten Zeiten im Gefolge der Kontraktion des Erdkörpers für die jüngere geologische Vergangenheit durch beobachtete Tatsachen bewiesen werden kann.

3. Über den Obsidian von Lóu, Admiralitäts-Inseln.

Von Herrn Arthur Wichmann.

Utrecht, den 9. Dezember 1910.

In der soeben veröffentlichten Beschreibung des Obsidians von Lóu [St. George-Insel][3]) wird dieses Vorkommen von O. Stutzer als neu bezeichnet, und ist der Sammler dieses Gesteines, O. Pilz, der Meinung, daß er der erste Europoäer gewesen sei, der dieses Eiland betreten habe[4]). Beide Angaben sind unzutreffend. Bereits vor einem Vierteljahrhundert teilte N. von Miklucho Maclay mit, daß die Bewohner der Großen Admiralitäts-Insel den Obsidian von Lóu holten, um daraus Waffen und Werkzeuge anzufertigen[5]). Mit Bezug hier-

[1]) Kranz: N. Jahrb. Min., Beil.-Bd. XXVIII, S. 607 f.
[2]) Fitzau: Geogr. Zeitschr. 1910, S. 401.
[3]) Der höchste 281 m hohe Gipfel liegt in 2° 24′ S., 147° 23′ O.
[4]) Über die Gesteine der Insel Lou. Diese Zeitschrift **62**, 1910, Monatsber., S. *586—589*.
[5]) On Volcanic Activity on the Islands near the N. E. Coast of New Guinea and Evidence of Rising of the Maclay Coast in New Guinea. Proceed. Linn. Soc., N. S. W. IX, 1884, Sydney 1885, S. 965. Seine Vermutung, daß ein von ihm beobachteter Vulkanausbruch auf Lóu stattgefunden habe, hat sich nicht bestätigt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: 63

Autor(en)/Author(s): Kranz W.

Artikel/Article: 2. Hohe Strandlinien auf Bornholm. 47-77