

DIE URSACHE
DER
SECULAREN VERSCHIEBUNGEN
DER
STRANDLINIE.

VORTRAG
VON
Dr. FERDINAND LÖWL.

PRAG 1886.
VERLAG VON H. DOMINICUS.

Dr. Emil Tietze, der sich durch ein ungewöhnlich reges Misstrauen gegen alle Verlegenheitstheorien auszeichnet, hat in seinen „Beiträgen zur Geologie von Lykien“ überzeugend dargethan, dass die bisher angestellten Versuche, des Problems der Küstenschwankungen Herr zu werden, samt und sonders fehlschlügen. Von den Untersuchungen Penck's sieht er mit Recht ab, da sich die Annahme einer glacialen Attraction selbstverständlich nur auf jene Gebiete bezieht, welche einst unter einer mächtigen Decke von Inlandeis begraben lagen.

Die lykische Küste, die unseren Gewährsmann in seinen Zweifeln bestärkte, ist gegenwärtig der Schauplatz eines räthselhaften Vorganges. Sie ist, wie man seit Jahren weiss, im Sinken, während die anstossenden Gestade durchweg eine negative Verschiebung der Strandlinie erkennen lassen. Der Landverlust in Lykien steht also ganz vereinzelt da und bringt einen sehr störenden Zug in das Bild des östlichen Mittelmeerbeckens. Man sollte voraussetzen, dass einer räumlich so eng begrenzten Senkung eine ebenso eng begrenzte tektonische Störung zu Grunde liege. Aus Tietze's Beobachtungen geht jedoch gerade das Gegentheil hervor: Die positive Verschiebung der Strandlinie an der Küste von Lykien lässt sich weder mit örtlichen Einstürzen, wie sie in verkarsteten Kalkgebirgen so häufig vorkommen, noch mit einer Aeusserung der gebirgbildenden Kräfte in Verbindung bringen. Sie muss, wie Tietze sagt, auf breiter Grundlage vor sich gehen und einen allgemeinen Hintergrund haben. Gerade dieser allgemeine Hintergrund aber birgt die grössten Schwierigkeiten. Hält man den Meeresspiegel für eine im Grossen und Ganzen unveränderliche Niveaufläche und setzt dafür, ohne Rücksicht auf den Gebirgsbau, ausgedehnte, continentale Hebungen und Senkungen voraus, so verliert man alsbald den Boden unter

den Füßen. Für die Ursachen und den Verlauf einer solchen Rindenbewegung höherer Ordnung fehlt uns eben jedes Verständniss. Ersetzt man hingegen die unhaltbare Hypothese continentaler Oscillationen durch die Annahme von Schwankungen des Meeresspiegels, so stellt sich wieder heraus, dass man eine solche Annahme, wenn es durchaus sein muss, wohl kosmologisch rechtfertigen aber nimmermehr auf concrete Fälle anwenden kann. Scheiterte ja doch schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts Celsius' Theorie an dem Einwande, dass sich das Meer, wenn es überhaupt sänke, nicht an einzelnen Uferstellen sondern längs der ganzen Küste gleichzeitig und gleichmässig zurückziehen müsste.

Das Arbeitsfeld Tietze's und überhaupt die gesammte Umrandung des mittelländischen Meeres ist vorzüglich geeignet, die Annahme von marinen Oscillationen ad absurdum zu führen. „In einem fast geschlossenen Binnenmeere wie dem mittelländischen sollten doch von den Veränderungen des Meeresspiegels alle Küstenstriche gleichzeitig und in demselben Sinne, wenn auch aus localen Ursachen vielleicht nicht in demselben Maasse betroffen werden; und doch ersehen wir aus der lehrreichen Zusammenstellung von Th. Fischer, dass den relativen Hebungen des grössten Theiles der kleinasiatischen Küste wohl analoge Erscheinungen im westlichen Theile des Mittelmeergebietes entsprechen, dass sich aber an der Küste der Cyrenaïca Verhältnisse gleich denen am lykischen Gestade bemerkbar gemacht haben, wie wir denn auch schon längst von Klöden über das ebenfalls in historischer Zeit erfolgte Sinken der dalmatinischen Küste belehrt worden sind.“¹⁾

Man sieht: Die Annahme von continentalen Oscillationen lässt sich nicht genetisch begründen und die Annahme von marinen Oscillationen nicht praktisch verwerthen. Tietze hat beide sorgsam gegen einander abgewogen. Er kommt zu dem fragwürdigen Schlusse, dass wir „die Annahme eigenthümlicher continentaler Bewegungen vorläufig noch nicht über Bord werfen können.“²⁾

¹⁾ Beiträge zur Geologie von Lykien. Jahrb. d. G. R. A. 1885, S. 382.

²⁾ S. 383.

Ich glaube nun einen Gesichtspunkt gefunden zu haben, unter dem sich das Problem der secularen Küstenschwankungen aus den ihm anhaftenden Schwierigkeiten und scheinbaren Widersprüchen herauschälen lässt.

Seit der Zeit, als der Bau und das Gefüge der Erdkruste mit Erfolg in den Bereich der geologischen Forschung gezogen wurden, hat man die grossen Meeresräume als Senkungsfelder angesehen. Im Laufe der letzten Jahre streifte diese nahe liegende Auffassung alles Hypothetische von sich ab. Wir wissen heutzutage, dass nicht allein ausgedehnte Meeresbecken, wie der Indische Ocean, sondern auch kleine und im geologischen Sinne vergängliche Binnenmeere, wie das Rothe und das Mittelländische Meer, durch regelrechte, von Verwerfungsspalten umrissene Einbrüche entstanden. Wir wissen auch, dass manche dieser Einbrüche in die jüngste Periode der Erdgeschichte fallen. Wir schliessen endlich aus untrüglichen Anzeichen, z. B. aus der Congruenz zwischen tektonischen Störungslinien und seismischen Schütterzonen, dass die Senkung dieser oder jener vom Meere bedeckten Scholle auch in der Gegenwart noch nicht zum Abschlusse kam. Das Alles ist bekannt, begründet, bewiesen, und trotzdem suchte man bisher — wenn von kosmologischen Erklärungsversuchen abgesehen wird — die Ursachen der secularen Küstenschwankungen immer nur auf dem Festlande: in der Rindenbewegung und in der wechselnden Attraction der continentalen Ränder.

Wenn die Einbrüche der Meeresräume bis in die Gegenwart hereinragen, dann muss auch die Strandlinie unter unseren Augen von den Küsten zurückweichen. Der Meeresgrund oder ein Theil desselben kann doch nicht sinken, ohne dass das Meer und der Meeresspiegel gleichzeitig mitverworfen wird. Aber nicht nur durch die fortgesetzte Senkung bereits vorhandener Becken sondern auch durch die Entstehung neuer Rand- und Mittelmeere musste eine Verschiebung, und zwar in der Regel eine negative Verschiebung der Strandlinie herbeigeführt werden.

So wurde, um ein recht einfaches Beispiel zu wählen, die gewaltige Grabenverwerfung, in welcher das Rothe Meer liegt, durch den Abfluss des Indischen Oceans gefüllt; ihre

Entstehung konnte daher an den benachbarten Gestaden dieses Meeres kaum spurlos vorüber gehen. — Nun sammelten aber verschiedene Forscher zahlreiche und durchaus übereinstimmende Beobachtungen, aus denen hervorgeht, dass die ägyptisch-arabische Grabenverwerfung, welche Fraas in einer ebenso geistvollen als treffenden Parallele mit der Kataklyse des Oberrheinthaales verglich, noch immer nicht zur Ruhe gekommen ist. Schon Carsten Niebuhr wies auf den unverkennbaren Landzuwachs, auf die Versandung der Häfen und auf das Vorkommen von Muschelbänken in höheren Lagen hin. Seine Angaben wurden später von Rüppell, Klunzinger, Schlagintweit, Schweinfurth u. a. bestätigt. Von hervorragender Beweiskraft sind die abgestorbenen Korallenriffe, welche am Ras Muhammed, bei Kosseir, Massaua, Loheia, Djedda, also an der ägyptischen und der arabischen Küste, in einer absoluten Höhe von 4—12 m. angetroffen wurden.¹⁾

Sollen wir daraus etwa den Schluss ziehen, dass die ganze ungeheuere, von Brüchen durchsetzte Wüstentafel, dass die beiden durch das Spaltensystem des Rothen Meeres so scharf getrennten Flügel des erythräischen Horstes in der jüngsten Zeit durch irgend eine räthselhafte Kraft um einige Meter gehoben wurden? In diesem Falle dürfte wohl die Annahme einer fortgesetzten Senkung des Meeres nicht von der Hand zu weisen sein. Allerdings dürfen wir die Ursache dieser Senkung nicht ausschliesslich in dem erythräischen Graben suchen. Das Rothe Meer hängt in jeder Hinsicht vom Indischen Ocean ab, der eine durch tektonische Störungen des Beckengrundes bewirkte Aenderung des Meeresspiegels sofort wieder ausglich oder vielmehr von vornherein vereitelte. Die negative Verschiebung der Strandlinie an den Küstenstrichen zwischen Aden und Sues kann daher ihren letzten Grund nur in einer Senkung des Indischen Oceans haben. Damit ist natürlich keineswegs ausgeschlossen, dass der Boden des Rothen Meeres zugleich mit dem des Hauptmeeres eine Störung erlitt. Wir sind sogar gezwungen dies vorauszusetzen, wenn wir den ungleichen Betrag der Küstenschwankungen im nördlichen

¹⁾ Vergl. Hahn, Untersuchungen über das Aufsteigen und Sinken der Küsten. S. 30—36.

und im südlichen Theile des Rothen Meeres erklären wollen.¹⁾

Ich muss hier einen naheliegenden Einwand aus dem Wege räumen. Man wird mir gewiss vorhalten, dass die Annahme mariner Oscillationen den widerspruchsvollen Einzelheiten der Küstenschwankungen auf keinen Fall entspricht — ob man nun die letzte Ursache jener Oscillationen in klimatologischen, kosmologischen oder tektonischen Vorgängen sucht.

Dieser Einwurf ist leicht abzuwehren. Er könnte nur dann ein ernsthaftes Hinderniss aufrichten, wenn wir denselben Fehler begingen, welcher bisher die Lösung des Problems der secularen Küstenschwankungen vereitelte. Dieser verhängnisvolle Fehler liegt darin, dass man der naiven Anschauung traut und die Strandlinie als die Grenze zweier Gebiete ansieht, die gar nichts mit einander gemein haben und daher gesondert betrachtet werden können. — Man scheint stillschweigend anzunehmen, dass die Randspalten der pelagischen Einbrüche nur unter dem Meeresspiegel — vielleicht längs der 100 Faden-Linie? — verlaufen und sich nirgends auf das Festland hinauswagen. Wer sich von dieser, jedenfalls halb unbewussten Voraussetzung losringt, hat freie Bahn.

Zunächst gilt es, die in den Bruchregionen des Festlandes gewonnenen Erfahrungen auf die pelagischen Einbrüche zu übertragen.

Das Gebiet zwischen dem Böhmerwald- und dem Schwarzwald-Horste, das Coloradoplateau, das Great Basin und andere Senkungsfelder bilden keine zusammenhängenden Schichten tafeln. Sie sind stets in einzelne Streifen oder unregelmässig begrenzte Schollen zerlegt, die sich durch die ungleiche Sprunghöhe ihrer Randklüfte nicht selten scharf von einander abheben. An den Aussenrändern, an den Flanken der Horste — z. B. rings um den Wasgau und Schwarzwald — drängen sich die peripherischen Spalten so dicht an einander, dass

¹⁾ Schon Rüppell wies in seinem bekannten Reisewerke über Abessinien auf die merkwürdige Erscheinung hin, dass die abgestorbenen Korallenriffe im Norden, z. B. in der Nähe des Ras Muhammed eine Höhe von 12 m erreichen, südlich vom 26. Breitengrade aber bis auf 3½ m herabsteigen.

die schmalen und obendrein von transversalen Störungslinien durchschnittenen Streifen in Staffelbrüchen gegen die Mitte des Senkungsfeldes hinabsteigen. Das kann als Regel gelten. Mitunter ist jedoch eine dem Horste nahe liegende Scholle tiefer gesunken als die entfernteren Staffeln.

Im Great Basin, der lehrreichsten Bruchregion der Erde, kann man sich nach Gilbert's Angaben unmittelbar durch den Augenschein überzeugen, dass die einzelnen Gebirgskeile nicht gleichzeitig und in demselben Maasse sondern abwechselnd und in verschiedene Tiefen verworfen werden. Ueberdies erweist sich in diesem Gebiete auch das allgemein verbreitete Vorurtheil von der ausserordentlichen Langsamkeit der verticalen Rindenbewegung als hinfällig. Gilbert fand an dem Westabhange der Wahsatchkette, südlich vom Grossen Salzsee, und auch am Fusse mancher Sierras des Great Basin hohe und meilenweit fortstreichende Rutschflächen, welche dem 2—7 m. hohen und 80 km. langen Wandabsturze an dem Abfalle der Sierra Nevada gegen Owen's Valley vollkommen gleichen. Dieser Wandabsturz aber ist nichts Anderes als ein Bruchrand, der im Jahre 1872 durch eine plötzliche, von heftigen Erdbeben begleitete Verwerfung blossgelegt wurde.¹⁾

Wenden wir nun diese Erfahrungssätze auf einen pelagischen Einbruch an, der sich gleichsam unter unseren Augen vollzieht — ich meine den südöstlichen Theil des tyrrhenischen Meeres.

Suess hat von diesem Gebiete ein naturwahres und anschauliches Bild entworfen, aus dem, wie wir sogleich sehen werden, nur ein einziger, allzu hypothetischer Zug auszuscheiden ist. „Wenn Jemand von den liparischen Vulcanen gegen das Festland oder gegen die sicilische Nordküste blickt, sieht er sich umgeben von steil abgebrochenen Massen uralten Gesteins. Gneiss oder Granit bilden den grössten Theil dieser Felsen, und die angelehnten Zonen von Schiefer und jüngeren Felsarten bis zum Flysch befinden sich auf der den Liparen abgewendeten Seite des Gebirges.

¹⁾ Vgl. Nature, 29. Nr. 732.

Gegen Nordost ist es der M. Cocuzzo, welcher dem tyrrhenischen Meere seinen steilen Abhang zuwendet; eine Scholle von transgredirendem Kalkstein krönt denselben; landeinwärts trennt den Cocuzzo das Längenthal des Crati von dem grossen Gebirgskerne der Sila. Gegen Ost sieht man die aus Gneiss bestehenden Höhen des Cap Vaticano und die granitischen Klippen der Scylla; beide sind abgesunkene Fragmente des Aspromonte, welcher sich mit schroffem Abhange über dieselben erhebt und gegen das östliche, das jonische Meer hin mit jüngeren Gebirgszonen bekleidet ist. — Im Süden endlich, an der sicilischen Küste, sind den Liparen die Ränder der alten peloritischen Masse zugewendet, deren älteste Granitmassen in dem nordöstlichen Theile der Insel zu Tage treten, während auf ihrer abgewendeten Südseite, gegen den Aetna hin, sich die jüngeren Zonen des Aspromonte mit gewendetem Streichen fortsetzen.

So zeigen sich Aspromonte, vaticanische Höhen, Scylla und das peloritische Gebirge von vornherein als Trümmer eines einst zusammenhängenden Gebirgskernes, den heute die Strasse von Messina durchquert und dessen hauptsächlichster Bruchrand auf der Westseite des Aspromonte gegen die Liparen blickt.

Dieser Bruchrand ist nun die Strasse gewesen, auf welcher im Jahre 1783 durch einige Monate die seismische Thätigkeit unter wiederholter Verschiebung des Maximums thätig gewesen ist. Schon im Jahre 1780 scheint die Serie dieser Vorgänge mit einem Ausbruche des Aetna begonnen zu haben (?), welchem bei Ali und Fiume di Niso an der sicilischen Küste heftige locale Stösse folgten; dann trat ein Ausbruch auf Volcano ein, und am 5. Februar 1783 erfolgte der erste Hauptschlag an dem Bruchrande des Aspromonte, bei Oppido und S. Cristina, wobei sich in langer und tiefer Kluft die jüngeren Tertiärablagerungen weithin von diesem Bruchrande ablösten. Die Erschütterung breitete sich gegen Süd, West und Nord, aber nur wenig gegen Ost, das ist über den Bruchrand hin, aus. Binnen wenigen Wochen wanderte bei unverkennbarer Verschiebung des Angriffspunktes der seismischen Thätigkeit das Maximum über Soriano und Potia bis Girifalco fort und kehrte dann wieder zu dem

Ausgangspunkte zurück. An dem Meeresstrande ist eine dauernde Veränderung mit Ausnahme grosser Abgleitungen im Hafen von Messina nicht eingetreten.

Ein Vergleich mit anderen Erschütterungen in der Umrandung des südlichen tyrrhenischen Meeres lässt erkennen, dass die Linie von 1783 nur ein Theil einer grossen Curve ist, welche die Liparen gegen Ost und Süd umgibt und durch zahlreiche Erschütterungen ausgezeichnet ist. Dieser Bogen läuft östlich vom M. Cocuzzo durch das Crati-Thal nach Girifalco, dann längs der Dislocation des Aspromonte und jenseits der Meerenge südlich von der peloritischen Masse über Ali zum Aetna, von wo aus er sich über Bronte und Nicosia zu den Madonien fortsetzen dürfte¹⁾

Bis hierher dürfen wir unserem ausgezeichneten Führer getrost folgen. Hat er doch gerade in diesem Gebiete seine Meisterschaft in der Lösung orologischer Probleme zum ersten Male erprobt. In den weiteren Ausführungen aber steht er ganz und gar im Banne jenes Vorurtheils, welches die vulcanischen Ausbrüche samt und sonders mit den Spalten der Erdkruste in Verbindung bringt. Er hält die Klippen im Süden der Insel Stromboli für den Kreuzungspunkt eines radial ausstrahlenden Spaltenbündels, dessen Componenten auf dem Festlande und auf Sicilien als Stosslinien auftreten und theils an dem grossen peripherischen Bruche abstossen, theils über ihn hinaus fortstreichen.

Wer Suess' Kartenskizze²⁾ unbefangen betrachtet und mit einer Karte grösseren Maassstabes vergleicht, wird zugeben müssen, dass der Entwurf des liparischen Spaltennetzes, soweit er auf der Vertheilung der Ausbruchstellen beruht, eine ähnliche Willkür verräth, wie die Zeichnung eines Sternbildes. Beweiskraft besitzt er jedenfalls nicht. Wir werden kaum fehlgehen, wenn wir die „radialen“ Stosslinien für untergeordnete Verwerfungen halten, welche den continentalen Rand des liparischen Einbruches quer durchsetzen, also dieselbe Rolle spielen wie die zahllosen transversalen

¹⁾ Suess, Antlitz der Erde. I. 110 u. folg.

²⁾ Fig. 4, S. 111.

Brüche in den Aussenrändern des oberrheinischen Grabens und des schwäbischen Senkungsfeldes.

Wir brauchen dieser Frage nicht näher zu treten. Die Hauptsache ist und bleibt, dass sich gegenwärtig längs des von Suess festgelegten peripherischen Bruches die Verwerfung des westlichen Calabriens und der Nordostecke von Sicilien vollzieht. „Wird diese Senkung einmal weiter vorgeschritten sein, so werden die niedrigen Gneissberge des vaticanischen Vorgebirges, die Granitberge der Scylla und ein guter Theil des peloritischen Gebirges und der Madonien unter dem tyrrhenischen Meere begraben liegen, welches dann den Bruchrand der westlichen Seite des Aspromonte nach gänzlicher Zerstörung der tertiären Vorlagen gerade so bespülen wird wie es heute den westlichen Bruchrand des Cocuzzo bespült.“¹⁾

Doch, bevor sich das Schicksal des sinkenden Gebirgskeiles erfüllt, muss derselbe ein sehr geeignetes Object für die Beobachtung der secularen Küstenschwankungen abgeben.

Es sind im Ganzen 5 Einzelfälle denkbar, die sich in beliebiger Reihenfolge ablösen können.

1. Der liparische Einbruch vertieft sich, ohne dass sein äusserster Randkeil mit verworfen wird, d. h. die Senkung vollzieht sich längs des westlichen Cocuzzo-Bruches und greift nicht ins Festland ein.
2. Der Randkeil wird allein verworfen; der Meeresgrund bleibt in dem alten Niveau.
3. Die Verwerfung des Randkeiles bleibt hinter der durch die Gesamtsenkung des Bruchfeldes bewirkten Depression des Meeresspiegels zurück.²⁾

¹⁾ Antlitz der Erde. I. 114.

²⁾ Da es sich wegen des Mangels an Beobachtungen zunächst nur um eine akademische Erörterung des Beispiels handelt, betrachte ich das tyrrhenische Meer vorläufig ohne Rücksicht auf das mittelländische Meer und den atlantischen Ocean und setze überdies voraus, dass die Randspalten des Beckens gegenwärtig nur an der calabrischen und sicilischen Küste ins Festland eingreifen, an den nordwärts folgenden Gestaden aber unter der Strandlinie verlaufen.

4. Der Randbruch hält der Depression des Meeresspiegels die Wage.

5. Der Randbruch übertrifft die Depression.

Im ersten Falle wird die Strandlinie an der sicilisch-calabrischen Küste dieselbe negative Verschiebung erleiden wie an den übrigen tyrrhenischen Gestaden.

Im zweiten Falle wird die Strandlinie positiv verschoben, während sie an den benachbarten Küsten unverändert bleibt.

Im dritten Falle wird die Strandlinie negativ verschoben — doch in einem geringeren Betrage als an den anstossenden Gestaden.

Im vierten Falle bleibt die Strandlinie in ihrer Lage, während sie an anderen Stellen ebenso sinkt wie im vorhergehenden Falle.

Im fünften Falle endlich wird die Strandlinie an dem niedergebrochenen Beckenrande sogar steigen, während sich das Meer von den übrigen Küstenstrichen zurückzieht.

Alle diese fünf Fälle lassen sich durch die in den Senkungsfeldern des Festlandes gesammelten Erfahrungen theoretisch begründen; sie stimmen aber auch mit den Erscheinungen, die an schwankenden Küsten beobachtet wurden, vollkommen überein. Wer die weitläufige Litteratur unseres Problems zu Rathe zieht, kann zahlreiche Belege sammeln. Ich will nur zwei Beispiele herausgreifen: Der Gegensatz zwischen der sinkenden dalmatinischen und der steigenden italienischen Küste der Adria, oder der Gegensatz zwischen der Senkung des lykischen Gestades und der Hebung der übrigen kleinasiatischen Küstenstriche lässt sich ohne weiteres erklären, wenn man ihn unter jenen Gesichtspunkt rückt, der im Falle 5 angegeben wurde.

Es ist nun meine Aufgabe, den eben vorgetragenen Erklärungsversuch von zwei willkürlichen Voraussetzungen zu reinigen. Das tyrrhenische Meer füllt kein selbständiges, abgeschlossenes Becken, und seine Randspalten greifen nicht allein an der sicilischen und calabrischen Küste sondern auch weiter im Norden in das Festland ein.

Die zweite Thatsache kann uns nicht stören, denn an den bogenförmigen Bruchlinien, welche zwischen Genua und

Sorrent in den Apennin einschneiden, finden jetzt keine nachweisbaren Verwerfungen statt. Die verticale Rindenbewegung kann zwar ebenso wie im Great Basin jederzeit wieder auf diese älteren Spalten zurückspringen — gegenwärtig aber liegen ihre Angriffspunkte in der peripherischen Stosslinie, welche Calabrien und den nordöstlichen Theil von Sicilien durchzieht. Dieses Wandern der Einbrüche von einer Spalte zur andern darf nicht ausser Acht gelassen werden. Nicht die tektonischen Störungslinien an sich sondern die jeweilig an einer oder einigen von ihnen erfolgenden Verwerfungen bestimmen das Verhalten der Küste. Wenn sich längs des calabrischen Bruches eine Senkung vollzieht, während die nordwärts folgenden Brüche latent bleiben, so hat das dieselbe Wirkung als wenn dort überhaupt gar keine Verwerfungsspalten vorhanden wären.

Nun zur zweiten Voraussetzung. In den Fällen 1, 3, 4, 5 müssten die angegebenen Wirkungen ohne Frage eintreten, wenn das tyrrhenische Meer in sich abgeschlossen wäre. Soll mein Erklärungsversuch gelingen, so muss sich diese Bedingung durch eine andere ersetzen lassen. Dieser Ersatz aber ist leicht zu finden. Wie die Senkung des Rothen Meeres nicht durch den fortgesetzten Einbruch des erythräischen Grabens sondern nur durch die Senkung des Hauptmeeres, des indischen Oceans eingeleitet wurde, so ist auch das Aufsteigen der Mittelmeerküsten durch ausgedehnte Senkungen irgend einer vom Weltmeere eingenommenen Bruchregion bedingt. Dass aber die grossen oceanischen Becken Einbrüche darstellen, deren Sohle immer tiefer hinabsinkt, wird heutzutage wohl Niemand mehr bezweifeln.¹⁾

So erscheinen denn die negativen und auch die positiven Verschiebungen der Strandlinie als Folgen eines und desselben Processes: des fortgesetzten Einbruches der Meeresräume. Dass sich die geographischen Wirkungen dieses Vorganges in so widerspruchsvolle Einzelheiten zersplittern, ist dem örtlichen Eingreifen der Randspalten in das Festland zuzuschreiben. Nur dadurch lässt sich erklären, warum ein bestimmter Küstenstrich noch in den Bereich eines pelagischen

¹⁾ Vergl. Suess, Antlitz der Erde. II. 778.

Einbruches fällt, während seine unmittelbare Fortsetzung einem festländischen Horste angehört. Solange man diesen Umstand ausser Acht liess, solange man nicht die äusserste Randspalte sondern die Strandlinie, nicht die tektonische sondern die geographische Grenze zwischen Meer und Festland in's Auge fasste, war an eine Lösung des Problems der Küstenschwankungen gar nicht zu denken — ein schlagender Beweis für die Unfruchtbarkeit der geographischen Betrachtungsweise in morphologischen Fragen.

Zum Schlusse noch einige Worte über die Verschiebungen der Strandlinie an Inselküsten. Die Inseln sind wohl zumeist Horste. Selbst unter den submarinen Vulcanen dürften in der Regel nur jene bis zum Meeresspiegel emporwachsen, welche auf wenig verworfenen Schollen der oceanischen Bruchfelder aufgebaut wurden. Die älteren Felsarten, welche auf zahlreichen vulcanischen Eilanden im Liegenden der Laven, Schlacken und Tuffe zu Tage treten, bekräftigen diese Vermuthung.

Da die Senkungen in dem Spaltenetze eines Bruchfeldes bald hier bald dort Angriffspunkte finden, können die Horste nicht immer Horste bleiben. Derselbe Gebirgskeil, welcher heute seine Nachbarn überragt, wird in einer späteren Phase des Einbruches vielleicht am tiefsten versenkt. Nur unter diesem Gesichtspunkte lassen sich die Schwankungen der Inselküsten erklären.

Die meisten Inselgruppen des indischen Oceans versinken unter den Augen ihrer Bewohner: sie gehören daher Schollen an, deren Verwerfung die durch die Gesamtsenkung des pelagischen Bruchfeldes bewirkte Depression des Meeresspiegels übertrifft.

An den Küsten der Andamanen erleidet die Strandlinie gegenwärtig keine merkliche Verschiebung, während sie an dem gegenüberliegenden Gestade von Hinterindien mit ungewöhnlicher Schnelligkeit sinkt: die Verwerfung der Andamanenscholle hält also mit der Senkung des Meeresspiegels, d. h. mit der Resultirenden der verschiedenen Einbrüche, gleichen Schritt.

Die ostasiatische Inselwelt ist, mit geringfügigen Ausnahmen, im Steigen. Wir müssen daraus schliessen, dass sie

Gebirgskeilen angehört, die gegenwärtig entweder ganz ruhen oder deren Senkung zum mindesten hinter der Depression des Meeresspiegels beträchtlich zurückbleibt. Da ruhende, langsam niederschwebende und rasch versinkende Schollen unmittelbar neben einander liegen können, ist es erklärlich, dass benachbarte Inselgruppen zuweilen eine ungleichmässige, ja sogar entgegengesetzte Verschiebung der Strandlinie aufweisen.

Die Küsten grosser Inseln erinnern nicht selten durch die Verknüpfung steigender und sinkender Striche an die Ränder der Continente. Das lehrreichste Beispiel liefert die Südinsel von Neuseeland. An ihrer Ostküste weicht das Meer zurück, an ihrer Westküste aber dringt es unaufhaltsam vor — ein Widerspruch, der nur durch die Annahme zu lösen ist, dass die Neuseeländischen Alpen auf der Westseite längs grosser peripherischer Verwerfungsspalten niedergebroschen werden.

