

570

**Sammlung
gemeinverständlicher
wissenschaftlicher Vorträge,**

herausgegeben von

Rud. Virchow und Fr. v. Holzkendorff.

VII. Serie.

(Heft 145 — 168 umfassend.)

Heft 153.

Ueber

die Wellen des Meeres

und ihre geologische Bedeutung.

Von

R. v. Seebach.

Berlin, 1872.

C. G. Lüdert'sche Verlagsbuchhandlung.

Carl Habel.

Im Abonnement auf die ganze Serie (Heft 145 — 168) dieser Sammlung
ist der Preis eines jeden Heftes **nur 5 Sgr.**

Es wird gebeten, die andern Seiten des Umschlages zu beachten.

In demselben Verlage erscheint:

QUARTERLY GERMAN MAGAZINE,

A SERIES OF

POPULAR ESSAYS

ON

SCIENCE, HISTORY AND ART.

Jährlich 4 Vierteljahrshefte. Im Abonnement jedes Heft
nur 25 Sgr. — Einzelne Hefte 1 Thlr.

1872. Heft I. enthält:

Albert Dürer, by H. Grimm; Ludwig van Beethoven, by E. Naumann; The Right of Conquest, by Fr. v. Holtzendorff.

Wie die **Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge** wird obiges **englische** Werk von den Herren Professor Rud. Virchow und Professor Dr. Franz von Holtzendorff redigirt und soll vornehmlich solche aus der Sammlung ausgewählte Vorträge bringen, welche für ein englisch lesendes Publicum besonderes Interesse darbieten, ausserdem ev. Originalbeiträge. Vierteljährlich wird ein Heft von ca. 8—9 Bogen in 8°, auf starkem, engl. Papier, erscheinen, und zwar wird abwechselnd das eine Vierteljahrsheft Aufsätze naturwissenschaftlichen Inhaltes, das andere solche aus dem Gebiete der Geschichte, Kunst und Wissenschaft enthalten. Abbildungen werden auch dieser Vierteljahrschrift, soweit solche zum besseren Verständniss erforderlich sind, beigegeben. Wie die Tauchnitz-Edition, so hoffen wir, wird auch dies gediegene Unternehmen als willkommene Erscheinung begrüsst werden, und umsomehr, als kein ähnliches englisches Unternehmen zu einem so billigen Preise erscheint. Der Subscriptionspreis für den completen Jahrgang (4 Vierteljahrshefte) ist auf 10 Shilling = 3 Thlr. 10 Sgr. festgesetzt. Die Vierteljahrshefte sind auch einzeln käuflich zum Preise von 3 Shilling = 1 Thlr. — Die Seiten dieser Vierteljahrschrift haben eine doppelte Paginirung: oben die Seitenzahl der einzelnen Essays, unten — und zwar eingeklammert — die fortlaufende Seitenzahl des Jahrgangs.

Jede Buchhandlung nimmt Bestellungen an.

Dieser Vierteljahrschrift werden Inserate beigegeben. Preis pro gespaltene Zeile 5 Sgr.

~~~~~

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen wird vorbehalten.

Es giebt wohl kaum einen Naturgegenstand, der gleichmäßig in so hohem Grade sowohl das Interesse aller Gebildeten als das Studium der Naturforscher in Anspruch nimmt wie das Meer. Wer es noch nicht kennt, ist begierig es zu sehen und zu vergleichen, ob das Bild seiner Phantasie der Natur entspricht; und die es kennen, tauschen gern die vielfachen Eindrücke aus, die das bewegte Element ihnen einprägt.

Der Eine hat das Meer zuerst von den flachen Ufern unserer norddeutschen Küsten gesehen, wo die allmählig ersterbende Welle nur leise an dem Gestade herauf zuckt und die langweilige Fläche sich endlich in dem eintönigen Grau aufsteigender Dämpfe mit dem Himmel zu vermischen scheint. Dem Anderen war es vergönnt zuerst die felsige Küste des Mittelmeers oder der nordischen Länder zu besuchen, vielleicht gerade nach einem Sturm, wenn die Felsen in regelmäßigen Pausen unter dem gewaltigen Anprall dröhnen, in unruhiger Hast sich die schäumenden Wellenköpfe überstürzen und die Möven und Sturmvoegel zu überschütten drohen, die in unstetem Fluge krächzend die tiefen Wellenthäler dahin eilen.

Wie verschieden werden nicht Beide von demselben Meere berichten! Wird nicht der Eine dasselbe eben so trostlos eintönig finden, wie es dem Anderen großartig und erhaben erscheint?

Und wenn wir nun prüfen, welche Momente diesen Wechsel des Charakters bedingen, so zeigt sich, daß die Größe und Gewalt der Wellen und die Verschiedenheit der Küste es sind, die jenen Abstand bewirken.

Die Frage nach dem Wesen der Wellen und ihrer Entstehungsart ist nicht so leicht zu beantworten, wie dies auf den ersten Anblick scheinen mag. Die Wellenbewegung ist in der That ein sehr complicirtes Phänomen. Das Verwickelte der Wellenbewegung beruht nämlich darin, daß die Wellenform zwar schnell sich fortbewegt, daß aber das Wasser, welches die Welle bildet, diese schnelle Fortbewegung nicht mit erfährt, sondern in fast kreisförmigen Schwingungen, die es in vertikalen Ebenen ausführt, seinen ursprünglichen Platz so wenig verläßt, daß es in der That nur auf- und abzuschnauken scheint. Ein Beispiel wird dies veranschaulichen. Wenn wir an den Ufern eines Teiches oder der See stehen, auf welchen ein Blatt oder ein Ballen schwimmt, so ist leicht zu bemerken, daß die schnell weiter eilenden Wellen diesen schwimmenden Körper nicht mit fortreißen, sondern daß derselbe zwar in dem Moment, in dem er auf der Höhe des Wellenbergs schwimmt, einen heftigen Impuls nach vorwärts erhält, aber unmittelbar nachher auf seinem Platz verweilt und nur ganz unmerklich sich vorwärts bewegt hat, während er doch offenbar von der Wellenbewegung mit fortgetrieben werden mußte, wenn die Wassertheilchen, welche ihn tragen, mit den Wellen weiter eilten. Bei einem Fluß erscheint dies natürlich anders, aber auch hier ist es nicht die Wellenbewegung, welche das Wasser fortbewegt, sondern ganz unabhängig hiervon die Strömung. Wir sehen also, daß die Wellenbewegung nicht das Wasser selbst fortbewegt, sondern daß sie nur eine flüchtige Form ist, welche die rasch nacheinander in nur geringer Fortbewegung auf- und abschnaukenden Wassertheilchen

bilden. Diese Wellen werden bedingt durch eine Störung des Gleichgewichts in der Wassermasse. Dazu bedarf es allerdings zuerst bewegender Kräfte. Treten diese ein, so stauen sich die bewegten Wassertheilchen gegen die ruhenden oder weniger bewegten und werden nun an diesen empor so lange zu einem kleinen Wellenberge aufgethürmt, bis der Wasserhügel, indem er selbst in sich zusammenstürzt, durch den Druck, den er auf die benachbarten Wassertheilchen ausgeübt, diese nöthigt ihrerseits sich zu kleinen Wellenbergen zu erheben. Diese veranlassen dann bei ihrem Einsturz wieder neue Wellenberge und so geht das Spiel immer fort.

Solcher Störer des Gleichgewichts auf der See giebt es nun aber drei, die Meeresströmungen, Ebbe und Fluth, und die Winde.

Die Strömung der Flüsse entsteht bekanntlich dadurch, daß der Boden ihres Flußbetts geneigt ist und nach dem Gesez der Schwere das Wasser stets die tiefste Lage einzunehmen sich bestreben muß. So gleitet es hinab über die schiefe Fläche nach dem Meere und muß natürlich um so schneller fließen, je steiler sein Bett abfällt, je bedeutender, wie man sich ausdrückt, sein Gefälle ist. Hierbei fließen jedoch nicht alle Wassertheilchen des Flusses gleich schnell. In dem oberen Flußlaufe, in den schäumenden Gebirgswässern ist stets eine stärkere Strömung als in dem Unterlaufe, und schon hierdurch entstehen Stauungen. Aber auch in der Mitte eines Flusses kann, wie Jedermann weiß, oft eine reißende Strömung herrschen, welche jeden Durchgang verhindert, während am Ufer, wo die Wassermasse am Boden durch Reibung aufgehalten wird, das Wasser nur langsam weiter schleicht. Auch diese verschiedene Geschwindigkeit der Fortbewegung stört aber das Gleichgewicht; die mittleren Wassertheilchen werden durch die Strömung auf die seitlichen hinaufgeschoben, und so

entstehen wiederum Wellen. Diese letztere Entstehungsweise ist nun auch diejenige, welche den Wellen zukommt, die durch die Meeresströmungen bewirkt werden, die aber selbst, wie bekannt, anderen Ursachen ihren Ursprung verdanken, wie die der Flüsse.

Das System der Meeresströmungen entspricht durchaus dem der Winde. Auch seine erste Ursache ist nur zu suchen in dem durch die ungleich vertheilte Sonnenwärme gestörten Gleichgewicht der Wassermassen und in der Umdrehung der Erde. Bestände die Erde eine gleichmäßige Wasserbedeckung so würden die Meeresströmungen äußerst einfach und regelmäßig sein, allein die ungleichmäßige Vertheilung von Wasser und Land muß in ihrer Anordnung noch größere Verwickelungen und Störungen hervorbringen als in dem System der Winde.

Da die Erde eine an den Polen abgeplattete Kugel ist, die in 24 Stunden um ihre Ase sich dreht, so ist es offenbar, daß jeder einzelne Punkt am Aequator in einer gegebenen Zeit eine weit größere Strecke zurücklegen muß als am Pole und daß Jemand, der gerade auf dem Pole stände, sich gar nicht fortbewegte, sondern nur sich herumdrehen würde, während derjenige, welcher frei im Raume über dem Aequator schweben könnte, unter sich die Gegenstände in wilder Flucht dahin brausen sähe von West nach Ost. Vermöge der Beweglichkeit seiner Theile stellt das Meer sich nun dem Umschwung der Erde entgegen und sucht an seinem absoluten Platz zu verharren. So entsteht noch begünstigt durch stets wehende ost=westliche Passate unter dem Aequator eine Strömung von Ost nach West. Diese äquatoriale Rotationsströmung findet sich im Indischen Ocean wie im Atlantischen und wie in der weiten Fläche der Südsee. Sie bricht sich, um bei dem Atlantischen Ocean stehen zu bleiben, an dem amerikanischen Continent, und wird an dem weit vorspringenden Cap Rocque im nördlichen Brasilien abgelenkt und

genöthigt, zum kleineren Theil nach Süden, zum größeren nach Norden der amerikanischen Küste entlang zu fließen. Der größere nördliche Arm durchbricht die vulkanische Inselkette der kleinen Antillen und wird endlich in dem Mexikanischen Golfe sogar gezwungen sich rückwärts nach Nordost zu wenden. Nun erhält er den Namen Golfstrom; wie ein gewaltiger Fluß im Wasser eilt er dahin zwischen Florida und den Bahama-Inseln, vorüber an Nord-Amerika geradezu auf Europa und wenigstens theilweise längs seiner Westküsten durch das Nordmeer bis in den arktischen Eisocean. Sein Wasser, das aus der heißen Zone Afrikas und Amerikas stammt, ist natürlich wärmer als das der umgebenden wenig bewegten Meeresstheile, und indem er seine Wärme allmählig abgiebt an die Luft, ist er eine wichtige Mitursache zu dem milden Klima in Europa, das um so vieles glücklicher ist als dasjenige der gleichen Breite in Nordamerika.

Während nun aber die Gewässer des äquatorialen Afrika nach Amerika strömen, fließen die kalten und darum schwereren Wassermassen des nördlichen und südlichen Eisoceans von den Polen ab nach dem Aequator hin, erst unterseeisch, dann mit zunehmender Erwärmung aufsteigend zur Oberfläche des Meeres. Sie suchen die an dem Ursprung der Aequatorialströmung entstehende Lücke auszufüllen und bilden längs der Westküste des alten Continents gerade umgekehrt wie an der Ostküste Amerikas zwei vom Pol zum Aequator eilende Strömungen kälteren Wassers. In diese wendet sich nördlich bei den Azoren der südliche Theil des Golfstroms und trifft dann an der Stelle von der er ausging seinen südlichen Zwilling Bruder, mit dem er sich nun wieder vereinigt, um von Neuem den Kreislauf zu beginnen.

Das ist das Paradigma der Meereströmungen, welches auch in der Südsee wiederkehrt, aber hier weit größere Dimensionen

annimmt. Auch hier begegnen wir außer dem äquatorialen Rotationsströme einem nördlichen und einem südlichen polaren Ströme kälteren Wassers, die theils aus den Eismeeren kommen, theils unmittelbar durch Umdrehung des Rotationsstromes entstanden sind. Von ihnen ist am bekanntesten der südliche längs der Westküste Südamerikas herabfließende, der von Alexander von Humboldt entdeckt wurde und jetzt bald als Peruanischer Küstenstrom, bald als Humboldtströmung bezeichnet wird. Diese Strömungen besitzen natürlich eine sehr verschiedene, während ihres Laufes vielfach wechselnde Geschwindigkeit. So legt der Golfstrom im Mittel während 24 Stunden 56 Seemeilen zurück, während die größte in ihm beobachtete Geschwindigkeit 120 Seemeilen in 24 Stunden betrug. Das macht 9 Fuß in einer Secunde aus. Rechnet man aber hinzu, daß natürlich die Grenzen der Meeresströmungen wiederum nur bewegliche Wassermassen sind, so ist es leicht begreiflich, daß auch eine solche Strömung nur unbedeutende kleine Wellen hervorzubringen vermag. Dennoch sind dieselben schon in dem weiten Becken des Caraïbenmeeres auffällig genug, um bereits von Columbus besonders hervorgehoben zu werden, und in der That wird die kurzweilig fließende Bewegung keinem entgehen, der sie einmal gesehen hat. —

Viel wichtiger sind schon die Wellen, welche Ebbe und Fluth bedingen.

Wie sich Ebbe und Fluth äußern, was sie sind, ist bekannt. Zweimal in 24 Stunden hebt und senkt sich die Seefläche. So lange sie steigt sagen wir es sei Fluth, während wir die Zeit des Sinkens als Ebbe bezeichnen. Aber die Stunde des Hochwassers kehrt nicht genau nach zwölf Stunden wieder, sondern sie verspätet sich jedesmal um 25 Minuten (also täglich um 50 Minuten) und tritt nur bei Neumond und Vollmond

wieder um dieselbe Zeit ein. Schon diese Erscheinung, verbunden mit dem Umstande, daß auch der Mond täglich um ca. 50 Minuten später aufgeht und daher auch 50 Minuten später seine höchste Höhe über uns erreicht oder, wie die Astronomen dies nennen, unsern Meridian passirt, läßt in dem Monde die Ursache von Ebbe und Fluth vermuthen. Und so ist es auch in der That. Wie alle Körper sich gegenseitig anziehen, so zieht der Mond die Erde an. Diese Anziehung nimmt aber mit Zunahme der Entfernung schnell ab, so schnell, daß bei doppelter Entfernung die Anziehung um das Vierfache kleiner ist und bei vierfacher Entfernung die Anziehung 16 mal kleiner wird, oder wissenschaftlich ausgedrückt: die Anziehungskraft ist dem Quadrat der Entfernung umgekehrt proportional. Bei so schneller Abnahme der Anziehungskraft ist es nun aber auch einleuchtend, daß die dem Monde zugewendete Seefläche stärker angezogen wird als der Mittelpunkt der Erde. Andererseits wird aber wiederum der Erdf Kern und somit die ganze feste Erdmasse mehr angezogen, als die dem Monde gerade entgegengesetzte Region des Meerespiegels. Und so muß denn in der Theorie an jedem Orte in dem Augenblicke Fluth herrschen, in welchem der Mond gerade in dem Meridian oder in der Nord-südlinie steht; wobei es aber gleichgültig ist, ob der Mond über ihm oder gegenüber im Zenith der Antipoden sich befindet. Unter dem Meridian, welcher rechtwinklig zu diesem steht, muß dagegen gleichzeitig — wie leicht einzusehen — Ebbe, niedrig Wasser sein. Allein neben dem Monde muß trotz ihrer großen Entfernung auch die Sonne wegen ihrer gewaltigen Masse eine ähnliche Anziehung ausüben. Da nun, wie gesagt, der Sonnentag um 50 Minuten kürzer ist als ein Mondtag, so kann auch die durch die Sonne bewirkte Ebbe und Fluth nicht dauernd zeitlich mit derjenigen zusammenfallen, welche der Mond bewirkt. Es kann vielmehr eine solche Gleichzeitigkeit beider Fluthbewe-

gungen nur dann eintreten, wenn Sonne und Mond gleichzeitig durch unseren Meridian gehen oder, da es, wie wir gesehen haben, gleichgültig ist, ob der anziehende Körper im Zenith oder Nadir steht, wenn Sonne und Mond in Beziehung zur Erde hinter einander oder einander gegenüber stehen. Die Zeiten, in denen dies Beides eintritt, nennen wir aber bekanntlich einmal Neumond und das andere Mal Vollmond. Während Vollmond und Neumond vereinigen sich also Sonne und Mond, äußern gleichzeitig ihre Anziehungskraft und bewirken hierdurch höhere Fluthen als sonst, die Springfluthen. Umgekehrt wirken die Anziehungskraft von Sonne und Mond, wenn sie unter einem rechten Winkel zu einander erscheinen, also im ersten und im letzten Viertel einander entgegen. Wären sie daher gleich stark, so würde die eine die andere aufheben und es würde um diese Zeit gar keine Ebbe und Fluth geben können. Das ist aber bekanntlich nicht der Fall, die Fluth ist um diese Zeit nur kleiner als sonst. Da diese Nippfluthen der Culmination des Mondes und nicht der Sonne folgen, so muß die Anziehung des Mondes die der Sonne überwiegen, und schon aus der Abnahme der Nippfluth im Vergleich zur Springfluth läßt sich annähernd erkennen, daß die Anziehungskraft des Mondes  $\frac{2}{3}$  mal so groß ist als die der Sonne. Andere Beziehungen verwickeln die Verhältnisse der Ebbe und Fluth noch mehr. Beide müssen natürlich einmal größer sein, wenn der anziehende Körper, also besonders der Mond, in der Erdnähe ist. Das andere Mal ist auch von Wichtigkeit, ob Sonne und Mond im Aequator stehen oder nicht; und es müssen daher die Springfluthen der Frühlings- und Herbst-Tag- und Nachtgleiche größer sein als diejenigen der Sommerwende und des Wintersolstitiums.

Die mittlere Größe von Ebbe und Fluth ist bekanntlich an verschiedenen Orten sehr verschieden. Sie ist erster Linie ab-

hängig von der Größe des Druckes, welchen die sämtlichen übrigen Wassermassen auf die von Mond und Sonne angezogene Fluthwelle ausüben. In kleinen Seebecken ist daher überhaupt eine Ebbe und Fluth nicht wahrnehmbar. In der Ostsee erreicht dieselbe nur 8 Centimeter und wird daher ohne besondere Vorkehrungen und längere Beobachtungsreihen nicht erkannt. Im Mittelmeere fehlen Ebbe und Fluth nicht. Ihr Wechsel veranlaßt die von Homer besungenen Strudel der Scylla und Charybdis und den Strudel im Euripus, aber sie sind selbst hier nur unbedeutend. Im griechischen Archipel entziehen sie sich der gewöhnlichen Wahrnehmung und werden völlig verhüllt durch den Einfluß der Winde und Strömungen, und nur in den Syrten sollen sie die Größe von zwei bis drei Meter erreichen.

Im Ocean und in offenen Meeren sind jedoch Ebbe und Fluth an verschiedenen Orten auch von sehr verschiedener Größe. Sie ist nur gering an kleinen Inseln in der Mitte der Oceane. Im Atlantischen Meere beträgt sie bei den Azoren 1,5 bis 2 Meter, bei Ascension 0,6 Meter, bei St. Helena 1 Meter und erreicht nur bei Tristan d'Alcunha 2,5 Meter; im Indischen Ocean ist bei der Insel Amsterdam 1 Meter beobachtet worden und in der Südsee zeigt Tahiti nur 0,3 Meter, Tongatabu 1,3 Meter und zu Honolulu auf Oahu beträgt sie 0,6 Meter. Sehr verschieden und zuweilen zu außerordentlicher Größe anschwellend ist die Differenz des Unterschieds zwischen Tief- und Hochwasser längs der Küsten der Continente. So beträgt derselbe bei Acapulco an der Westküste von Mexico nur 0,5 Meter und erreicht in der Tiefe der Fundybay zwischen Neu-Braunschweig und Neu-Schottland die gewaltige Höhe von 21 Meter. Vor der Elbe ist die mittlere Größe von Ebbe und Fluth 3,6 und bei den London-docks 14 bis 19 englische Fuß.

Wohl das auffälligste Beispiel für einen starken Unterschied in der Größe von Ebbe und Fluth in geringen Abständen ist der Isthmus von Panamá, er kann auch einem flüchtigen Besucher dieser schönen Landbrücke nicht entgehen. Bei Panama legt die Südsee, welche bei Hochwasser bis an die alten spanischen Bastionen hinausschlägt, bei der Ebbe das weite Felsriff zu ihren Füßen bis zu 7 Meter Tiefe trocken. In seinen Spalten hält der reisende Naturforscher die reichlichste Ausbeute an schönen Seethieren, während in nur 34 Seemeilen Abstand bei Aspinwall das Cariben- Meer kaum über 0,5 Meter auf- und abschwankt und der Sammler sich hier mit den Corallenbruchstücken und Echinidenschalen begnügen muß, welche die brandenden Wellen an den sandigen Strand spülen.

Wäre die Erde gleichmäßig von einer gleich tiefen Wasserbedeckung umhüllt, so würde das Hochwasser oder die Fluthwelle regelmäßig dem Monde folgend in der Richtung des Meridians von Ost nach West um die Erde gehen; sie würde am Aequator regelmäßig in der Stunde 872 Seemeilen zurücklegen und stets die nämliche Größe haben. Die Küsten des Festlandes und die wechselnde Tiefe des Meeres treten aber einer solchen Regelmäßigkeit entgegen und vernichten sie. Nur auf den großen Seeflächen in der Nähe des Südpols findet eine Annäherung an dieses normale Verhältniß Statt, und hier liegt nach der Theorie von Whewell die Wiege von Ebbe und Fluth. Zwischen den Continenten soll überall eine Ablenkung stattfinden, die Fluthwelle soll am Cap der guten Hoffnung erst nach Nord-Westen sich abwenden und dann bald rein nördlich durch das breite Thal des Atlantischen Oceans dahin eilen. Nun steht die Geschwindigkeit, mit welcher eine Welle sich fortpflanzt, in einem directen Verhältniß zu ihrer Länge (oder Breite) und zu der Tiefe des Wassers, durch welches sie hindurchgeht. Wo das

Meer daher schmaler ist, wird die Fluth in der tieferen Mitte sich weit schneller fortpflanzen als längs der flacheren Gestade. Die Fluthwelle durchläuft den Atlantischen Ocean daher nicht in einer geraden Linie sondern in einer nach vorn stark ausgehogenen Curve und so trifft dieselbe schließlich auf die Küsten des westlichen Europas aus Westsüdwesten, fast entgegengesetzt ihrer ursprünglichen Richtung. Da die Fluthwelle aber von einer gewaltigen Länge ist, neben der ihre Höhe völlig verschwindet, so legt sie immer noch einen erstaunlich großen Weg in einer gegebenen Zeit zurück und soll nur 15 Stunden gebrauchen um vom Cap der guten Hoffnung bis an den Anfang des Canals zu gelangen. Mit völliger Sicherheit aber läßt sich erkennen, daß die Fluthwelle  $1\frac{1}{2}$  Tage braucht um von der Wiege ihrer Entstehung bis nach Brest zu kommen, denn um so viel später folgt die Springfluth in Brest dem Durchgange des Vollmondes durch den Meridian. Vor den Großbritannischen Inseln theilt sich die Fluthwelle. Verlangsamte durch die sich immer mehr verengenden und verflachenden Küsten des Canals braucht die directe Welle 12 Stunden um Dover zu passiren und vor der Mündung der Themse auf eine indirecte Welle zu stoßen, welche um 12 Stunden älter in 24 Stunden um Irland und Großbritannien herumliet. Wenn, wie hier, zwei verschiedene Fluthwellen auf einander stoßen und sich durchkreuzen, müssen natürlich die mannigfaltigsten Unregelmäßigkeiten entstehen. Die See ist in solchen Gegenden in steter Bewegung, wie nicht seegewohnte Reisende besonders auf der Fahrt von Ostende nach Dover in unangenehmer Weise zu erfahren pflegen. Tritt nun in beiden Fluthwellen das Hochwasser gleichzeitig ein, so wird die Größe der Fluth auch längs einer wenig gekrümmten Küste eine ungewöhnliche sein müssen; ebbt hingegen die eine Welle, während die andere fluthet, d. h. also wenn die Zeiten der Hoch-

Wasser beider 6 Stunden auseinander liegen, so werden sie sich gegenseitig verringern und nahezu aufheben; treffen sie sich endlich in Zeiten die zwischen 0,6 und 12 Stunden liegen, so entstehen derartige complicirte Phaenomene, wie bei Poole und Weymouth an der Englischen Südküste, wo binnen 24 Stunden mehr als zweimal Fluth ist.

Den bedeutendsten Einfluß auf die Größe der Ebbe und Fluth übt aber die Form der Küstenlinien aus. In Baien, engen Canälen und Flußmündungen, in denen die Wellen der Fluth durch ihre abnehmende Schnelligkeit einander näher rücken und an den Küsten sich stauen, wächst mit zunehmender Gleichgewichtsstörung auch die Größe der Fluthen. Es tritt hier gewissermaßen ein Branden der Fluthwelle ein, während nahe bei, an auspringenden Cap's die Größe eine mittlere bleiben wird. Dies ist die Ursache der Fluthgröße bei den Londondocks, ohne welche London aufhören müßte die Metropole der Schifffahrt zu sein; dies ist der Grund der ungewöhnlichen Fluth in dem Golfe von Panama, und nur die Form ihrer Küsten steigert in der Fundybay die Fluth, welche an ihrer Oeffnung nur 2,7 Meter beträgt, in ihrer Tiefe bis zu der kaum glaublichen Höhe von 21 Meter steigt.

Das sind die Ursachen welche zusammen wirken in jeder einzelnen Ebbe und Fluth. Sie sind alle bekannt und genau läßt sich bestimmen, wie sie einander verstärken und verringern müssen. So vermag die Wissenschaft zum Heile der Küstenbewohner, und vor allen zum Heile der braven Anwohner unserer Nordseeküsten auf Jahre hinaus den Tag und die Stunde vorauszuberechnen, in der sie ihre Deiche schützen müssen vor dem feindlichen Anprall besonders gewaltiger Springfluthen. —

Bei weitem am auffälligsten sind aber die Wellen, welche durch die Winde erregt werden und im Orkan eine Alles ver-

nichtende Kraft erlangen. Der Wind reibt sich an den vorher fast glatten Fluthen und kräuselt sie zu kleinen Wellchen; diese Wellchen vereinigen sich bald zu größeren, immer von neuem gestoßen von der Strömung der Luft, wachsen sie immer gewaltiger an, und schnell sich fortpflanzend, verkünden sie bald in gewaltiger Brandung der Küste den herannahenden Sturm.

Weht der Sturmwind nur über eine kleine Fläche und nur eine kurze Zeitdauer, so vermag er trotz aller Stärke die See nur wenig und nur vorübergehend aufzuregen. Das zeigen klar die in den Tropen so häufigen und schon von Dampier so trefflich als nur lokale Gewitterstürme erkannten Tornadoes. Längs der Küste von Panamá bis Mexico sind sie in unseren Sommermonaten sehr häufig und wohl bekannt unter dem Namen Chubasco. Sie kommen meist aus Westnordwest, wo zuerst weiße Wolken an dem blauen Tropenhimmel aufziehen. Aber schon binnen einer halben Stunde hat ein tief graues Gewölk den ganzen Horizont verdunkelt, der Wind weht mit der Stärke des Orkans, heulend und pfeifend fährt er durch Rahen und Tafelwerk, die ihm kaum widerstehen können, und würde auch das kleinste Stück Segel zerreißen, welches Unvorsichtigkeit ihm darzubieten vermöchte. Eine elektrische Entladung folgt der anderen, secundenlang erleuchtet ihr grelles Licht die ganze Landschaft und das Rollen des Donners kennt kaum eine Unterbrechung. Ein schwerer Regen, wie er in unseren Breiten wohl nie vorkommt, stellt sich ein. Die Südsee ist unruhig geworden, ihre Wellen werden kürzer und höher, und auf den Wellbergen tanzen weiße Schaumkronen. Aber schnell, wie der Chubasco kommt, vergeht er auch, meist hört er schon innerhalb einer Stunde wieder auf. Der Himmel hellt sich so schnell wieder auf wie er sich umzog, bald schwankt die Seefläche in nur noch sanftem Schwellen auf und nieder und wirft das Licht des Mon-

des hell wie geschmolzenes Metall in so regelmäßiger Wiederkehr zurück, daß man von einem Sturme nur geträumt zu haben glauben möchte.

Weht der Sturm länger und über größere Flächen, so wird die See auch mächtig und dauernd aufgereggt. Bis zu welcher Höhe dies geschehen kann, weiß nur der, dem es beschieden war selbst einmal einen jener Stürme zu erleben, die ja leider nicht selten um die Herbst=Tag- und Nachtgleiche unsere Meere heimsuchen. Dann wird das Schiff umhergeschleudert, daß in der Kajüte Alles polternd hin und her fährt und man sich kaum noch in seiner Coje festzuhalten vermag. Immer gewaltiger schlagen die Wogen auf, bald haben sie Alles auf dem Deck zertrümmert und mit fortgespült. Dann steigt Wasser wohl fußhoch in der Kajüte und jeden Augenblick muß man fürchten, daß es das Feuer der Maschine auslöschen wird, die jetzt gerade auch zum Pumpen so unentbehrlich ist und ohne welche das Schiff bald ein hüßloser Spielball von Wind und Wellen sein würde.

Ist ein Meer nur klein und von geringer Tiefe, so sind die Wellen kurz, stoßend und folgen rasch auf einander. Aber im Ocean, wo der Orkan sich tief einwühlen kann, wo über die unermessliche Fläche Welle mit Welle sich vereinigen kann zu immer breiteren und höheren, entstehen jene viel bewunderten majestätisch langgezogenen Wogen, die alle Kunst vergeblich nachzubilden sucht. Dann dauert auch nach dem Sturme und weit über sein Gebiet hinaus das Schwellen fort. Zwischen Cap Finisterre und den Azoren wällt der Ocean, wohl auch ohne daß Sturm empfunden wird, in regelmäßigem Schwellen so gewaltig auf und nieder, daß selbst ein großer transatlantischer Postdampfer hinauf und hinabfährt als wäre es nur eine Fischerkuff. Trotzdem ergibt die Messung die unerwartet geringe Höhe von 4 Meter. Das ist in der That fast das gewöhnliche Maximum,

welches die Wellen im Ocean erreichen. Die größte gemessene Höhe wurde von Sir James Clark Ross zu 36 engl. Fuß bestimmt.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Wellen sich fortpflanzen, steht, wie erwähnt, in einem directen Verhältniß zu ihrer Größe und zur Tiefe der Wassermasse, welche sie durchheilen. Der oben erwähnte zwischen den Azoren und dem Busen von Biscaya beobachtete schwere Seegang legte in der Stunde 20 Seemeilen zurück, das ist ungefähr die mittlere Schnelligkeit eines Personenzuges. An der Küste von Yorkshire will man nach Beobachtungen, die vom Lande aus gemacht wurden, sogar eine dreifach größere Schnelligkeit, 60 Seemeilen in der Stunde gefunden haben. So verbreiten sich die Wellen concentrisch von dem Ursprung des Sturms und verkünden in donnernder Brandung denselben an der Küste, wo noch Windstille, ja vielleicht noch Gegenwind herrscht.

Während man aber die Größe der Wellen überschätzt, pflegt die Tiefe, bis zu welcher hinab sie sich erstrecken, ebenso sehr unterschätzt zu werden. Directe Beobachtungen haben die Wirkungen der Wogen bis in eine Tiefe von 300—400 Fuß, ja bei St. Gilles nach einem heftigen Sturme bis zu 580 Fuß Tiefe erkennen lassen. Nach den Experimenten von G. H. und W. Weber ist die Tiefe, bis zu welcher eine Welle sich fortpflanzt, 350 mal größer als ihre Höhe. Danach würde eine Welle von der Größe wie diejenige, welche Sir James Cl. Ross beobachtete, noch in einer Tiefe von über 1000 Faden Schwingungen erregen, also ungefähr so tief hinabreichen, als das Grimfjelhospiz aufragt über die Seefläche.

Wenn wir uns nun den Wirkungen der Wellen zuwenden, so müssen wir auf die schon vorhin erwähnte Thatsache zurückkommen, daß die einzelnen Wassertheilchen der Oberfläche in

der Wellenbewegung nicht einfach senkrecht auf und ab schwanken, sondern eine nahezu kreisförmige Schwingungsbahn durchlaufen und also in dem Moment, in dem sie sich auf der Höhe einer Welle befinden, sich nach vorn bewegen. Diese Vorwärtsbewegung wächst mit der Größe der Wellen und wird noch erhöht durch den Wind, der sich an der Oberfläche des Wassers reibt und so die obersten Wassertheilchen mit in Bewegung versetzt. Er stürzt sich in die hohen Wellenberge wie in die Segel eines Schiffes und schleudert die schaumgekrönten Gipfel mit unglaublicher Gewalt vorwärts. So entstehen auf offenem Meere die Sturzseen. Sie sind bekanntlich außerordentlich gefährlich für die Schiffe, indem sie eine Kraft besitzen, von deren furchtbarer Gewalt man kaum eine Vorstellung gewinnen kann. So zersplittern sie dicke eichene Bohlen wie Glas und in unzähligen Fällen haben sie selbst die starken Masten größerer Schiffe geknickt.

Was diese selteneren Sturzseen auf dem Meere sind, das zeigt uns die Brandung täglich an der Küste. Der Ausdruck „Brandung“ bezeichnet eben gerade eine nicht wieder in sich zusammenfallende Welle und das Wort „branden“ ist gleichbezeichnend mit „überstürzen“. Aber die Brandung bedarf nicht des orkanartigen Windes, ohne welchen die Sturzsee undenkbar ist. Denn auch bei völliger Windstille branden in leisem Rauschen die Wellchen an dem flachen Strande. Eine Brandung entsteht immer, wenn größere Wellen, zu deren Bildung eine tiefere Wasserschicht nöthig war, auf flacheres Terrain kommen oder das Ufer hinauf laufen. Immer kürzer und steiler werden dann die Vorderseiten die Wellenberge, bis sich die Wellen nicht mehr halten können und, indem sie sich überstürzen, wie eine Reihe Wasserfälle den Strand heraufeilen. Je größer daher die Wellen sind, desto eher werden sie branden, und so ist gerade.

im Sturme die schäumende Brandung des Seemanns Freund, die schon von weitem ihn warnt vor der Gefahr drohenden Untiefe.

In kleineren Meeren auf flach ansteigendem Strande ist die Brandung bei nur geringem Winde unbedeutend und schwach, wie jeder erfahren hat, dem sie im Seebad über den Kopf gerauscht ist, aber an steilen Felsküsten, wo sie durch den Rückprall der anschlagenden Wellen verstärkt wird, oder bei Sturm übertrifft sie an Gewalt noch die Sturzsee und gewährt den großartigsten Anblick. Selbst die Ostsee kann man bei stürmischem Südwestwind an den steilen Granitklippen Bornholms gegen 50 Fuß hinauffpringen sehen, und den mächtigen Kielbalken gestrandeter Schiffe zertrümmern noch ehe er die Felsen selbst erreicht. Bei solcher Höhe besigt die Brandung eine ganz unglaubliche Kraft. Schon bei ruhigem Wetter hat sie an den Küsten des Atlantischen Ozeans Steine von 1200 Centner fortbewegt und während der schweren Stürme 1829 wurde einmal unweit Plymouth ein Stück Mauerwerk von 153 Centner Gewicht, das noch 16 Fuß über der Marke einer 18 Fuß hohen Springfluth, also im Ganzen 34 Fuß über dem Ebbestand lag, 150 Fuß weit fortgerückt. Solche außerordentlichen Wirkungen zeigt die Brandung in den gemäßigten Breiten nur während der Stürme, die unsere Küsten in den Aequinoctien heimsuchen. Aber unter den Tropen herrscht eine schwere Brandung, — wie es scheint in Folge des in ununterbrochener Regelmäßigkeit über den Ozean hinströmenden Passats — Jahr aus Jahr ein in außerordentlichster Stärke. Vielfach beschrieben worden ist die Brandung auf der Rhede von Madras. Weniger bekannt ist die gewaltige Brandung, welche auch bei andauernd heiterem Wetter an der Südseeküste von Central-Amerika herrscht. Sie erreicht in der nach 3 bis 4 kleineren Wasserfällen wiederkehrenden

Hauptwelle, welche die Eingeborenen *la capitana* nennen, 15 bis 18 Fuß Höhe. In den Häfen *La Libertad* und *S. José de Guatemala*, die in Wahrheit nur eine offene Rhyde ohne jeden Hafendamm darbieten, müssen die Reisenden in besonders hierzu gebauten walbootartigen Böten, welche an einem Tau über zwei Blöcke eingeholt werden, durch die Brandung hindurch fahren. Es ist das stets eine ziemlich unangenehme Passage, bei der man in der Regel naß wird, und doch muß man froh sein wenn sie überhaupt möglich ist. Denn wenn die Brandung auch nur unbedeutend anschwillt, ist jeder Versuch ein Boot vom Lande abzubringen vergeblich, es schlägt sofort um und der Reisende muß bekümmert vorüberziehen an dem nahen Ziele seiner Reise.

Von den großartigen Zerstörungen, welche diese Ufer erfahren, können wir uns nur ein Bild entwerfen, indem wir die Verwüstungen ins Auge fassen, welche die zäheren Fluthen unserer Zone bewirken.

Dieselben hängen aber vor Allem ab von der Steilheit der Küste und von der Beschaffenheit ihres Materials. Wo die Küsten steil ansteigen, da ist ihre Wirkung am auffälligsten. Aber auch dann noch macht die Festigkeit des Gesteins, aus dem sie bestehen, einen großen Unterschied aus. Noch heute stehen die Ruinen der stolzen Feste *Hammerhuus* auf den Granitklippen *Bornholms* sicher und fest wie in verschollenen Jahrhunderten, aber von dem einstigen *Sandfootcastle* in *Dorsetshire* im südlichen England, das noch 1579 — wie der Chronist erzählt — mitten im Feld lag und von einem Wallgraben umgeben war, sind jetzt nur noch die Ueberreste eines alten Thurmes erhalten. Auch er war im Herbst des Jahres 1862 schon geborsten und ein Theil seines Fundaments von den Wellen unterwaschen, so daß er vielleicht schon heute versunken ist in den Fluthen. Da-

für bestehen die Klippen in Dorset aber auch nur aus einem Wechsel von Thon- und sandigen Kalkschichten, in die sich die Brandung leicht einwühlt, bis endlich die darüber liegenden Massen sich nicht mehr zu halten vermögen und die ganze Felsmasse hinabstürzt und von den Fluthen begraben wird. Welche Zerstörungen bei einer so ungünstigen Beschaffenheit des Gesteins das Meer veranlaßt, das zeigt weiter westlich von der eben erwähnten Ruine an der Grenze von Devonshire der große Erdsturz zwischen Armouth und Lyme regis, der gewiß eine Oberfläche von einer Quadratmeile umfaßt. Diese ganze Masse kam in Folge der Unterwaschungen des Meeres und der außergewöhnlichen Feuchtigkeit im Jahre 1839 am 24. December auf der sanft gegen das Meer geneigten Schichtfläche ins Gleiten und bildete so die wild zerrissene Landschaft, die man noch heute sieht und in der man eine 240 Fuß breite und 150 Fuß tiefe Erdspalte wohl an eine halbe Stunde weit verfolgen kann. Auch die Ostküste von England wird fortwährend zerstört. Wer hätte nicht von dem einst so blühenden Städtchen Dunwich in Suffolke gehört, in welchem die See 1740 schon bis zu dem Kirchhof vorgeedrungen war, so daß die Bewohner die Gebeine ihrer Altvorderen eine Beute der Wellen werden sahen? An der Küste von Dorsetshire greift das Meer jährlich ( $2\frac{1}{2}$  yard) 7 Fuß in das Land ein, so daß seit der Einnahme des alten Eboracum durch die Römer bis zu den heutigen Tagen des modernen York schon ein zwei Meilen breiter Landstrich in das Meer versunken ist. Ueberall verliert das Land an Fläche, und fast könnte man schon die Zeiten berechnen, in denen von dem einstmal's stolzen England nur noch eine Reihe kleiner Inseln übrig sein wird. Aber wir brauchen ja leider nicht ins Ausland zu gehen um uns die Verwüstungen des Meeres zu veranschaulichen. Wer gedächte hier nicht des Meereseinbruchs nach Nord-

Friesland im Jahre 1240, nach diesem einst wohl angebauten und bevölkerten, 10 Meilen langen und 7 Meilen breiten Landstrich, von dem jetzt in Folge wiederholter Zertrümmerung nur noch die kleinen Inseln Pelworm, Nordstrand und Lütjemoor übrig geblieben sind? Wer erinnerte sich nicht des Einbruchs in den Zuyder-See, der noch zur Zeit der Römer ein Binnengewässer war, und der Entstehung des Dollarts, an dessen Stelle bis Weihnachten 1277 das fruchtbare Reiderland lag mit reichen Ortschaften und fruchtbaren Feldern? Zeigen sich doch hier überall die Verwüstungen, welche die Brandung der Nord-See angerichtet, in furchtbarster Weise! Selbst die binnenseearartige Ostsee ist nicht ohne zahlreiche Spuren der Verheerung, und schon längst würde der waldgekrönte Kreideseffen der Stubbenkammer auf Rügen in die Fluthen versunken sein, wenn nicht die Wellen aus den herabstürzenden Feuersteinknollen und Granitblöcken einen breiten Strand gebildet und sich so selbst einen Damm gesetzt hätten, an dem die Gewalt der Brandung erlischt noch ehe sie die steilen Klippen erreicht.

Denn nicht überall wirkt das Meer zerstörend. Wo die Ufer niedrig sind, wo die Brandung schon weit vom Ufer beginnt, da schlägt seine Thätigkeit in das gerade Gegentheil um. Wie die menschliche Gesellschaft, der langweilige Firniß der Cultur zwar das Niedere emporhebt, aber das große herabzieht, so ist auch die Thätigkeit des Meeres nur eine nivellirende, und absolute Gleichheit des Niveaus ist das Endziel aller Thätigkeit des feuchten Elements.

Fortwährend benagen auch auf dem Festlande die fließenden Gewässer, unterstützt von Regen, Wind und Frost, die Gebirge und vermindern ihre Höhe. Alljährlich führen die Flüsse dem Meere eine Menge von schwebenden Theilen zu, deren Größe

selbst die kühnsten Schätzungen der Phantasie noch übertrifft. Schon in dem kleineren Rhein schwimmen jährlich Tausende von Kubikfuß schwebender Theilchen vorüber. Aber was ist diese Masse neben den 3,700,000,000 Kubikfuß fester Substanzen, welche der Mississippi jährlich bei Neu-Orleans vorbeiführt, oder neben den 6,368,000,000 Kubikfuß, welche der Ganges jährlich in den Busen von Bengalen hinabwälzt. Würden doch die schwebenden Theilchen, welche der Ganges in einem Jahre in das Meer ergießt, hinreichen, um das Fürstenthum Lichtenstein  $3\frac{1}{2}$  Fuß hoch damit zu bedecken. Ja, von dem gelben Meere hat man schon jetzt berechnen wollen, daß der Detritus des Hoangho dasselbe in 24,000 Jahren vollständig ausgefüllt haben wird. Eine entsprechende Menge fester Theilchen führen nun alle Flüsse ins Meer, das seinerseits dieselben noch durch die zertrümmerten Theile des Meeresufers vermehrt und die ganze Masse zu neuen Abfällen verwendet. Diese Neubildung ist nun aber bald nur eine unterseeische, bald erreicht und überschreitet sie die Seefläche. Für die letzte Art ist ja gerade unsere Nordseefüste ein lehrreiches Beispiel. Die weite Fläche des Watt, welche bei Fluth unter dem Meere verborgen bleibt, aber bei der Ebbe trocken liegt, wird bei jeder neuen Fluth durch neu hinzugeführte Schlammtheile ein wenig erhöht, bis endlich die erste Pflanze, der Krüdfuß (*Salicornia herbacea*), hervorsproßt. Aber allmählich wird dieser verdrängt durch die schöne blaue Seeaster (*Aster tripodium*). Zwischen ihren Pflanzen bleibt nun immer mehr Schlamm zurück, bis endlich die gewöhnliche Fluth nicht mehr die Fläche zu überdecken vermag. Nun erscheinen wieder andere Gräser und Kräuter (besonders *Glyceria maritima* und *Plantago maritima*) und bilden jetzt ein festes Vorland, den Kelter, der schon als Weide benützt wird und bald, durch Ein-

bedeckung völlig vor dem Meere geschützt, als Polder, ein reiches fruchtbares Ackerland liefert.

Ungleich großartiger und wichtiger für die ganze Entwicklung unserer Erde sind freilich die Neubildungen, die unter dem Spiegel des Meeres abgesetzt werden.

Zunächst sortiren die Wellen die einzelnen Bestandtheile, die sie abspülen, nach ihrer Größe. Die größten bleiben im Niveau der Seefläche der zerstörenden Wirkung der Brandung noch weiter ausgesetzt, die kleineren werden mit fortgewaschen in die Tiefe und die am feinsten zermahlenden Theilchen können oft erst in einer nicht unbeträchtlichen Entfernung von der Seeküste zur Ablagerung kommen. Je bedeutender die zerstörende Thätigkeit der See ist, desto breiter wird natürlich auch der Gürtel sandiger Trümmergesteine sein, der unter der Region des heftigen Wellenschlags das Ufer begleitet, während an Stellen, an denen dieselbe ganz fehlt, in stillen Bufen und an den Ausflüssen der großen Ströme die sandigen Lager von Schlamm vertreten werden. Allein nirgends können solche Neubildungen in der Tiefe ganz fehlen. Langsam aber sicher erhöht so das Meer sein Bett. Ganze Generationen werden mit begraben. Friedlich liegen die Gebeine und Muscheln an den ruhigeren Stellen, welche nur selten die Wellen verstören, während näher dem Strande die Muscheln zertrümmert, die Knochen zerstreut werden und nur Bruchstücke endlich von einer neuen Sandschicht bedeckt werden. Immer mächtiger werden die neuen Absätze. Die jüngeren Schichten pressen allmählig aus den älteren das Wasser aus und machen sie schon unter dem Meerespiegel erhärten und fähig, sich zu erhalten im Wechsel der Zeiten. Während so das Meer einerseits die Küsten immer weiter zurückschiebt und unterstützt von den Atmosphärrillen die Masse des über seinen Spiegel

erhabenen Landes immer mehr verringert, erhöht es andererseits kontinuierlich seinen Boden, und mit Sicherheit müßte, wenn auch in ferner Zukunft, einmal die Zeit kommen, in welcher die Wasserfläche gleichmäßig unsern Planeten bedeckte, wenn nicht durch die inneren Kräfte der Erde bald in säcularer steter Hebung, bald in gewaltigen Rucken plötzlich immer neuer Grund und Boden über der Seefläche gewonnen und alter Meeresgrund junges Festland würde. So ist gerade die innere Thätigkeit der Erde, deren gewöhnlichster Ausdruck in Vulkanen und weit verbreiteten Erdbeben bei oberflächlicher Betrachtung der Menschheit größter Feind zu sein scheint, ihr wahrer Freund, der ihr allein die Möglichkeit einer dauernden Existenz auf unserer Erde sichert. Was früher in des Meeres Tiefe verborgen lag, bringen sie an das warme Sonnenlicht. Der alte Meeres Schlamm erscheint nun als ein festes geschichtetes Gestein, das die Bewohner der Vergangenheit noch in Versteinerungen enthält. Wohl die Hälfte alles festen Landes ist so allmählig vom Boden des Meeres erhoben worden. Die sarmatische Tiefebene war einst ein Tummelplatz von Muscheln und Fischen, und die gewaltig aufragenden Zacken unserer Kalkalpen lagen einst verborgen im Schooße des Meeres, vielleicht eben so tief hinabgesenkt als sie jetzt empor sich thürmen. Der größte Theil von Deutschland ist ein alter Meeresgrund, und fast das ganze nördliche Deutschland ist nur eine emporgehobene Gabe der unfruchtbaren Salzfluth.

Aber wie viel neues Land die inneren Kräfte der Erde emporheben mögen, rastlos arbeitet der Wellenschlag weiter an ihrer Vernichtung. Selbst zertrümmert er seine früheren Schöpfungen, und nach schwer ausdenkbaren Zeiten kann derselbe Wassertropfen dasselbe Stäubchen wieder ablösen von dem Felsen, das er dereinst erst gebettet auf den Grund des Meeres.

So folgt dem Dasein Zerstörung und aus der Vernichtung entsteht ein neues Werden. So ist die Natur stets neu verjüngt und frisch, und doch stets gleich und beständig; ewig wechselnd in Form und Gestalt, und ewig gleich in Gesetz und Wesen.

---