

## Zur Frage der Meeres-Circulation.

Von Prof. Dr. Heinr. Schmick in Köln.

Nachstehende Betrachtungen, welche ich der hochverehrlichen k. k. geographischen Gesellschaft in Wien und dem geschätzten Leserkreise der „Mittheilungen“ derselben vorlege, sind angeregt worden durch einen Vortrag, den kürzlich Herr F. J. Evans zur Eröffnung der Sitzungen der geographischen Section der britischen Naturforscherversammlung zu Glasgow gehalten hat.

Herr Evans gibt in dieser Rede, die ein Gesamtbild dessen liefern sollte, was in den neuesten Zeiten betreffs der Erforschung der Meere geleistet worden, einige so bedeutsame Winke und bringt einige so wichtig erscheinende Thatfachen zur Kenntniss, dass mir deren Besprechung gerade an dieser Stelle als durchaus angezeigt erscheinen musste.

Nicht etwa deren absolute Neuheit war es, welche mich frappirte, denn diese ging Winken wie Thatfachen, wenigstens deutschen Lesern gegenüber, ab; sondern es war das genaue Zusammenfallen des Angedeuteten und Beigebrachten mit Anschauungen und Nachweisen, deren erstere ich selbst in den letzten Jahren verfochten, deren letztere ich geliefert habe. Ebenso wenig haben die Auffassungsweisen und Darstellungen des Herrn Evans schon eine so feste Gestalt gewonnen wie die Resultate meiner Untersuchungen, sind vielmehr noch nicht über eine embryonale Gestalt hinausgekommen, aber auch in dieser müssen sie bewillkommt werden von Seiten jemandes, der in ihnen Keime erblickt, deren spätere Entfaltungen zusammenwachsen werden mit der Pflanze seiner eigenen Pflege.

Es handelt sich um den Kreislauf des Meerwassers und um die Agentien, welche denselben hervorrufen.

Das von Herrn Evans Hervorgehobene ist erstens Folgendes: Unter den Strömungsbewegungen des Meerwassers nehmen bei weitem die beiden in den zwei Polargebieten, welche das dort gebildete Eis äquatorwärts zu schieben vermögen, den ersten Rang ein.

Diese Bewegung ist um den Südpol so stark, dass sie riesige, flache Eisfelder von der ungeheuren gefrorenen Fläche abzubrechen

und in Trümmern rings um den Pol bis zu Breiten von  $50^{\circ}$  (pacif. Ozean),  $45^{\circ}$  (ind. Ozean) und  $40^{\circ}$  (südatlant. Ozean) zu schwimmen im Stande ist. Vom Nordpole südwärts fördert ein gleichartiges Treiben Eisfelder und Gletschertrümmer bis zu ähnlichen Breiten ( $50^{\circ}$ ), und die Stetigkeit dieser Bewegung wird amschlagendsten illustriert durch die Flössung der Schiffe *Resolute*, *Fox*, *Advance* und eines Theiles der Mannschaft der *Polaris* durch die Davisstrasse hinunter, die Schwemmung eines Theiles der deutschen Nordpolexpedition über eine sehr lange Strecke an der Ostseite Grönlands entlang.

• Herr Evans ist zweitens der festen Meinung, dass dieses doppelte Eistreiben, also die dasselbe verursachende Wasserbewegung, im Zusammenhang stehe mit dem Umstande, dass der mittlere Meeresspiegel über Nord- und Südhemisphäre nicht immer gleich hoch liege, sondern nach Jahresperioden abwechselnd bald im Norden, bald im Süden ein höheres Niveau darstelle. Aus gleich anzuführenden Beobachtungen will er die Regel ableiten, der mittlere Seespiegel stehe stets über derjenigen Halbkugel höher, über welcher die Sonne gerade ihre niedrigsten Tagesbogen ziehe, die also Winter habe.

Die diesem vermeintlichen Gesetze zu Grunde liegenden Beobachtungen sind:

Bei Liverpool und Ramsgate (an der Nordsee) haben sich kürzlich jährliche Veränderungen der mittleren Seespiegelhöhe von einigen Fussen erkennen lassen, welche ihren höchsten Werth in den späteren Monaten des Jahres erreichten:

Durch Prüfung einiger jüngst angestellter Flut-Beobachtungen nahe an der Mündung des Swan-Flusses in Westaustralien scheint es Herrn Evans erwiesen, dass an diesem, den weiten südlichen Meeren offenen Orte der Seespiegel sich während des Jahres merklich ändert. Die grösste tägliche Gezeiten-Amplitude ist daselbst in irgend einem Monate selten grösser als 3 Fuss; die Wassermarken von Flut und Ebbe schwanken aber ebendort während des Jahres um 5 Fuss, und der höhere Spiegel, welcher in den Juni fällt, übertrifft den niedrigeren des November um mehr als einen Fuss.

Bei Esquimalt auf der Vancouver-Insel, welche Localität gegen den nördlichen pacifischen Ocean hin offen ist, sind Anzeichen vorhanden, dass der Meeresspiegel im Januar höher ist als im Juni.

Capitän Beechy hat bei Holyhead (irische See) beobachtet, dass ein entschiedener Ueberschuss des mittleren Seespiegels um mehrere Zoll im December und Januar über den Stand in den Sommermonaten stattfindet.

Schwankungen des Seespiegels sind besonders in mittlern Theilen des rothen Meeres beobachtet worden, wo das Niveau, wie an den Korallenriffen zu ersehen, volle 2 Fuss niedriger sein soll in den Sommermonaten als im Winter.

Rennell bemerkt in seiner »Untersuchung der Strömungen des atlantischen Océans«, dass an der afrikanischen Guinea-Küste der Spiegel des Meeres um mindestens 6 Fuss in senkrechter Richtung höher steht zur Jahreszeit der starken südwestlichen und südlichen Winde (April bis September), als während des mehr heiteren Wetters der entgegengesetzten Jahreszeit, welcher letztere Umstand auch nach Herrn Evans allerdings wohl theils auf Rechnung des Windes geschrieben werden darf.

Diese mehrfachen Thatsachen betreffs der Schwankungen des Meeresniveaus erklärt Herr Evans mit Recht für interessant und sagt von ihnen aus, dass sie auf neue Gebiete der Beobachtung und Untersuchung deuten, welch' letzteren er sich zuzuwenden verspricht.

Wenn Herr Evans, gleich einer Mehrzahl seiner britischen Collegen, nicht die Mühe gescheut hätte, sich festländische Idiome, wenigstens das deutsche, anzueignen, um auf diese Weise nicht warten zu müssen, bis ihm die wissenschaftlichen Leistungen anderer Nationen durch oft späte Uebersetzungen zugänglich werden, so würde er zu bestimmteren Darlegungen seinen britischen Hörern gegenüber haben schreiten können. Er würde dann wissen, dass ein gutes Stück des Forschungsweges, welchen er zu beschreiten vor hat, schon von anderer Seite zurückgelegt ist, und dass ein Gesetz von weit bestimmterer Gestalt als das seinige aus dem Wirrwarr der Meeresbewegungen schon herausgeklärt vorliegt und nur noch des letzten Ausbaues durch Vermannigfaltigung einschlägiger Thatsachen, gleich den von ihm beigebrachten, entgegenharrt.

Meine Untersuchungen in den Schriften »Das Flutphänomen etc.« (Leipzig 1874, ausgegeben im September 1873) und die Gezeiten etc.« (Leipzig 1876) niedergelegt, Untersuchungen, welche die Bewegungen des allgemeinen mittleren Meeresspiegels

während des Jahres 1871 auf beiden Hemisphären, und während 64 Jahren auf der nördlichen Halbkugel begleiten, haben, wie deutschen Lesern bekannt ist, folgende vollkommen zuverlässige Resultate geliefert:

Der Meeresspiegel schwankt jährlich um die durchschnittliche Weite von etwa 2 Fuss auf der Nord- und Südhemisphäre zugleich und er vollzieht diese Bewegung conform mit den Stellungen und wirklichen wie scheinbaren Bewegungen des Mondes und der Sonne.

Diese Conformität will besagen: das Niveau des Meeres steigt während jeder Halblunation, von einer Aequatorpassage des Mondes bis zur anderen, an beiden Polen der Erde zugleich auf Kosten der äquatorialen Niveauhöhe und senkt sich jedesmal wieder zu Gunsten des äquatorialen Spiegelstandes zur Zeit eben des Ueberganges zur anderen Hemisphäre. Diese Doppelbewegung ist aber nicht völlig gleich auf beiden Halbkugeln (an beiden Polen) der Erde. Das Steigen des Seespiegels ist erstens stetig grösser über derjenigen Hemisphäre, über welcher die Mondnähe liegt; die Senkung erfolgt zweitens langsamer als die Hebung, und es bleibt somit der unter dem Einflusse des Perigäums liegenden Halbkugel ein bedeutenderer Ueberschuss von Spiegelhebung, welcher sich erst nach etwa Jahresfrist, ein kleinerer, welcher sich erst nach Ablauf der halben Periode des Perigäums ausgleicht. So liegt also jeder der polaren Meeresspiegel, schon durch den Einfluss des Mondes allein, continuirlich etwas höher als er nach Gesetzen des blossen terrestrischen Gleichgewichtes es thun würde. Der Seespiegel des einen Poles liegt ferner während etwa eines Jahres beständig wesentlich höher als der des anderen. Derselbe Spiegel liegt um ein Geringeres (etwa 180 Millimeter) höher als der des anderen Poles gegen  $4\frac{1}{4}$  Jahre lang. Ein nachweisbarer, noch länger dauernder einseitiger Einfluss des Mondes mag hier übergangen werden.

Analog dem Monde erzeugt die Sonne eine jährlich zweifache polare Hebung des Meerniveaus, welche im März und September, oder um ein Geringes später, jedesmal wieder zurückgesunken ist, die aber auch auf derjenigen Halbkugel eine merklich grössere Höhe erreicht, über welcher sich das Perihel befindet. Von weiteren Folgeerscheinungen ist ebenfalls bei vorliegender Betrachtung abzusehen.

Das sind die Seespiegelschwankungen kürzerer Dauer, welche thatsächlich stattfinden, und mit denen Herrn Evan's Entwurf nur eine flüchtige Aehnlichkeit hat.

Ziehen wir nun die Consequenzen aus denselben für die Meeresströmungen, und sehen wir uns das gleich an, was Herr Evans sich jetzt (vermeintlicher Weise zuerst) zu suchen anschicken will. (Ich habe schon vor zwei Jahren mit wenigen Worten zwar, aber ausdrücklich auf diesen Zusammenhang der Meeresströmungen hingewiesen, gelegentlich der Besprechung von Baron v. Schilling's Schrift „Die beständigen Strömungen in der Luft und im Meere“ in der Zeitschrift „Gaea“, 10. Jahrg. 7. Heft.)

Wir werden sehen, dass den Mängeln der bisherigen Theorien über continuirliche Meeresströmungen abgeholfen ist, Mängeln, welche darin bestanden, dass alle vermeintlichen Ursachen, Temperaturs-Ausgleichung, verschiedenes specifisches Gewicht, Centrifugalkraft, stetige Winde, sich entweder als zu geringfügig oder als irrig angenommen herausstellten.

Es ist, wie nach Vorstehendem offenbar, gewissermassen ein gewaltiges Pumpwerk unausgesetzt in Thätigkeit, um die Circulation des Gesamt-Meerwassers im Gange zu erhalten. Da, wie ich in der Schrift „Die Gezeiten etc.“ ausführlicher nachgewiesen, die Seespiegelschwankungen bedeutend langsamer erfolgen als die Hebungen durch Wasserversetzung, da ferner die von der Sonne hervorgerufenen Bewegungen nicht zusammenfallen mit denen des Mondes, so resultirt ein stetig höheres Niveau an beiden Erdpolen, wenn auch die Beträge seiner Steigerung wechseln. Ununterbrochen arbeiten Mond und Sonne daran, das flüssige Hohlsphäroid der terrestrischen Wasserhülle nach beiden Polen hin zu verlängern, dessen Abplattung zu vermindern, wodurch demnach ein stetiges Gefälle gegen den Aequator hin entsteht.

Dieses Gefälle nun bemisst sich nicht etwa nach den Niveau-Unterschieden, die wir durch Berechnung halbmonatlicher monatlicher, halbjähriger, jähriger und längere Zeiten umfassender Durchschnitte finden, sondern nach einem viel höheren Maasse, da nämlich wegen der stetig fortgehenden Ausgleichung der Gewässer wir immer nur den Ueberschuss der Spiegelhebung über dieselbe im Durchschnitte vor Augen haben, das Gefälle und sein Impetus demnach in kurzen Perioden (Tages- und Viertellunationen) viel bedeutender sein muss. Welchen Anstoss

oder Druck zur Bewegung äquatorwärts aber die Gewässer auch in den kürzesten Zeiträumen erfahren, der verbleibt ihnen und erleidet nur die Verminderung durch Reibung, welche allen Bewegungen entgegenwirkt.

Welcher Naturforscher, der die unwiderstehliche Gewalt auch anscheinend schwacher Naturkräfte kennt, möchte es wohl bezweifeln, dass die polare Hebung und Senkung des Seespiegels um ein paar Zoll nur, geschweige um so viele Fuss, im Stande sei, die dicksten Eisdecken zu zerbrechen? Wer vermöchte es zu behaupten, dass das gedachte continuirliche Gefälle nicht im Stande sei, abgerissene Eisschollen von irgend welcher Grösse langsam mit sich fortzuführen und das bis zu Meeresgegenden hin, wo das Eis zerfliessen muss. Wer wird nicht zugeben wollen, dass wir in dieser kosmisch erzeugten Bewegung der Meeresgewässer die primäre Ursache aller Strömungen derselben zu erblicken haben, und dass letztere, welcher Art auch immer, nur Secundär-Wirkungen sind.

Ein ganz richtiges Gefühl hat also Herrn Evans zu der Aeusserung geführt, die polare Eistrift sei für ihn die „merkwürdigste“ aller Bewegungen der oceanischen Gewässer.

Wir wollen nun die Wirkungen des kosmischen Pumpwerkes weiter verfolgen und zusehen, ob sie sich mit bestehenden Erscheinungen gut und am Ende etwa viel besser vertragen, als die bisherigen Theorien.

Wie die polaren Seespiegelhebungen durch die Gezeiten eine Bewegung der ganzen oceanischen Wassermasse bis zum Meeresboden sind, gleich den Gezeiten selbst, so sind es natürlich auch deren nachfolgende Ausgleichungen. Die polaren höheren Aufwölbungen suchen in sich zusammenzusinken und drücken dabei nach allen Seiten. Dieser Druck pflanzt sich ringförmig fort und schiebt die ganze Wassermasse bis zu allen Tiefen um ein Gewisses äquatorwärts weiter. Am Aequator selbst kommt diese Verschiebung zu einem Halte, denn dort begegnet ihr die gleiche vom entgegengesetzten Pole her. Was wird eine nothwendige Folge dieser Bewegung sein? Antwort: Es muss eine Art Aufstauung stattfinden, d. h. gleichschwere Schichten Wassers von unten nach oben müssen sich um ein Bestimmtes verdicken, also erhöhen, und die oberen leichtesten müssen durch Abfliessen das Niveau beglichen.

Das stimmt schon gleich vollkommen mit den Ergebnissen der Temperaturmessungen der Tiefen, welche unter dem Aequator und nur für eine verhältnissmässig geringe Breite zu beiden Seiten desselben das eisig kalte Wasser der Tiefschichten in viel höherem Niveau als sonstwo in der heissen wie in jeder gemässigten Zone nachweisen.

Wird man noch zögern, die bisherigen näher besehen ganz unhaltbaren Annahmen betreffs der Ursächlichkeit dieses Umstandes bei Seite zu setzen? Wird man noch länger zu behaupten Lust haben, es existire am Aequator ein aufsteigender Strom kalten, schweren Wassers? Warum soll den dort das kalte Wasser steigen, welches sonst allenthalben sinkt? Einige sagen wegen der Ausgleichung der Temperatur von den Polen her. Diese ist aber anerkanntermassen so langsam, dass sie nicht eine unterseeische Steigerung von solcher Beträchtlichkeit erzeugen könnte, von der so noch obendrein unerklärten geringen Breite des Kaltwasserrückens ganz zu schweigen. Andere sagen, wegen der Centrifugalkraft. Warum sollte diese denn aber, gesetzt, sie k ö n n e so wirken es nur so stark gerade unter dem Aequator und nicht fast gleich beträchtlich bis weit über die Wendekreise hinaus thun, bis zu welchen Breiten sie nur unmerklich abnimmt?

Fahren wir fort in unserer Betrachtung. Gesetzt, die Erde wäre mit einem u n u n t e r b r o c h e n e n Wassermantel bekleidet, wie würden dann die kosmisch erregten polaren Niveausteigerungen wirken? Die durch das Gefälle äquatorwärts erzeugte Wasserverschiebung würde bei der Erdrotation eine stetige Drehungsbewegung des ganzen Wassermantels nach Westen hervorrufen. Die von beiden Polen herkommende Druckwirkung zum Gleicher hin würde je näher diesem zu Breiten von je grösserer Rotationsgeschwindigkeit nach Osten gelangen, also stetig um die angetroffenen Geschwindigkeits-Unterschiede nach Westen zurückzubleiben, demnach westwärts zu gehen scheinen und sich thatsächlich in der Diagonale der südlichen und westlichen, nördlichen und westlichen Richtung, also auf der Nordhalbkugel nach Südwesten, auf der Südhalbkugel nach Nordwesten fortpflanzen. Das müsste am Aequator, wo sich beide Bewegungen treffen, durch theilweise gegenseitige Paralisirung derselben wegen halb entgegengesetzter Richtung, nothwendig zu einer genau westlichen Strömung führen. Bei u n t e r b r o c h e n e r Seefläche, wie sie in

Wirklichkeit besteht, wird die gleiche Erscheinung auf hinlänglich langen und passend gelegenen Strecken eintreten müssen, durch die ganzen Oceane sowohl, als auch am Aequator.

Verhält sich die Sache nun so? Antwort: So weit wir wissen, ja. Die südwestliche Allgemeinbewegung im nordatlantischen Ocean spricht sich sehr deutlich aus in der Aufstauung des schweren, kalten Wassers der südamerikanischen Nordostküste entlang bis zu den kleinen Antillen hin, in den kalten Meeresströmungen längs Labrador und Ost-Grönland. Im südatlantischen Becken zeigt sich die Nordwestverschiebung in der kalten patagonischen Strömung und, so viel darüber bekannt, in einer Stauung kalten Wassers gegen die brasilianischen Südostufer. Als handgreiflichsten Beleg für die südwestliche Allgemeinverschiebung des nordhemisphärischen Meerwassers tritt aber ein Umstand im pacifischen Oceane hervor, der nämlich, dass dort die nördliche äquatoriale Westströmung nicht eher beginnt, als bis von den nordamerikanischen Westufern her hinlänglicher Raum gegeben ist für eine Entwicklung der Südwestverschiebung. Die gedachte Westströmung fängt erst an sich zu zeigen unter  $105^{\circ}$  westlicher Länge von Ferro, 2700 Seemeilen von der amerikanischen Westküste entfernt. Als vollkommene Parallelerscheinung zu dieser haben wir, wenn auch in kleinerem Maassstabe, wegen der kleineren aber gleichen Verhältnisse des Uferverlaufes, die sogenannte Guinea-Strömung aufzufassen, bei welcher ebenfalls die eigentliche nördliche Aequatorialströmung erst in beträchtlichem Abstände von der afrikanischen Küste beginnt, dichter an letzterer aber von einem westlichen umbiegenden Zweige der nordafrikanischen Uferströmung ersetzt wird.

Die Südwestverschiebung des nordatlantischen Beckens breitet sich an der Südwestecke des westlichen afrikanischen Landflügels fächerartig aus, wie eine jede Flussströmung an Einbiegungen des Ufers, und geht theils in eine östliche Richtung zum Guinea-Busen hinüber, welche Umbiegung nach Osten durch die gleiche, fächerartige Ausbreitung der südatlantischen allgemeinen Nordwesteinschiebung an derselben Stelle verschärft und mitgemacht wird. Kleinere periodische Wirbel am Ufer verhindern nicht, diesen Zusammenhang des Grundvorganges deutlich genug zu erkennen. (Dass der Guinea-Strömung nebenbei noch ein Wasserausgleich zu Grunde liegt, wird augenscheinlich, wenn man



bedenkt, dass dort, ausser der engen Beringstrasse, die einzige Stelle ist, wo die dem nordatlantischen und arktischen Becken durch die südliche Aequatorialströmung beständig zugeführten Gewässer wieder abfließen können.)

Ein directer Beweis schliesslich dafür, dass alle Strömungen unmittel- oder mittelbar von der stetigen, polwärts gerichteten Wasserversetzung durch Mond und Sonne herrühren, liegt in Folgendem:

Herr Dr. Krümmel hat uns kürzlich in seiner in mehrfacher Richtung verdienstvollen Schrift: »Die äquatorialen Meeresströmungen des Atlantischen Oceans und das allgemeine System der Meerescirculation«, Leipzig 1876, auf Seite 27, nach den umfassenden einschlägigen Arbeiten des Herrn Capitän Koldewey, eine Tafel gegeben, welche die durch langjährige Beobachtungen der Engländer und Deutschen festgestellten Stromstärken der beiden äquatorialen Strömungen wie derjenigen in den Guinea-Busen hinein, zwischen  $10^{\circ}$  nördlicher und  $10^{\circ}$  südlicher Breite, nach Zonen von  $2^{\circ}$  Breite geordnet, für alle einzelnen Monate des Jahres übersichtlich darstellt, indem die Geschwindigkeit in Seemeilen für den Tag ausgedrückt wird. Verwandelt man, der besseren Uebersicht willen, die monatlichen Durchschnittsbeträge der Geschwindigkeit für eine jede Zone und für das ganze Jahr in eine einzige Kurve, so ergibt sich in jedem einzelnen Falle eine Gestalt derselben, welche derjenigen Jahres-Wasserversetzungskurve entspricht, die ich aus den graphischen Flutbildern der beiden selbstregierenden Flutzeiger zu Sydney (Australien) und San Francisco (Californien) für das Jahr 1871 gewonnen und auf Tafel III, Nr. 9 meiner Schrift: »Die Gezeiten etc.« mitgetheilt habe. Diese 1871er Wasserversetzungs-Kurve aber ist in ihren Hauptzügen als Schablone für die lunare und solare Versetzungswirkung anzusehen, denn wenn auch je nach der Lage des Perigäums die Jahreskurve als Ganzes, statt gegen den Jahreschluss hin zu steigen, wie 1871, entweder durchschnittlich gleich hoch verläuft oder gegen das Jahresende abfällt, wie das die 30 baltischen Jahreskurven Berghaus (Flutphänomen, Tafel II) darthun, so bleibt die Hauptgestaltung stets dieselbe. Die Versetzungswülste der Sonne bauen sich immer in gleicher Weise auf die Mondkurve auf, und Maxima, wenn auch von ungleicher absoluter Höhe und vielleicht hie und da einmal durch den

gleichzeitig abfallenden Verlauf der Mondkurve verdeckt, fallen unveränderlich auf Juni-Juli, December-Januar. Die Gestalt der nach Herrn Dr. Krümmel's Tafel construirten Kurven ist nun in allen 10 Zonen seiner Eintheilung so frappant nach gedachter Schablone gebaut, dass es rein unmöglich wird, hier den beiderseits gleichen Ursprung der Bildung zu verkennen. Dazu kommt aber noch als zweiter Grund für eine solche Ueberzeugung der Umstand, dass auch die Kurvenstücke für die einzelnen Monate genau das flache Zickzack zu einander bilden, welches sich bei den Flutkurven für die monatlichen Mittelspiegel ergibt, und wären die mittleren Strömungsstärken nach Halblunationen bestimmt worden, wie die Spiegelstände, so würden wir in den aus ihnen zusammengesetzten Jahreskurven die treuen Spiegelbilder des von mir gelieferten Jahresverlaufes der mittleren Niveauhöhen für beide Hemisphären erblicken.

Wir sehen also, dass die Stromstärken der beiden Aequatorial-Strömungen, daher auch der Guinea-Strömung, die unmittelbaren Folgen der jeweiligen Gefälle von den Polen her sind. (Die bisherigen Theorien hatten keine Spur von Erklärung für die auch von Herrn Koldewey nachdrücklich hervorgehobenen monatlichen Verschiedenheiten gedachter Bewegungen.)

Ein stehender Unterschied zwischen beiderlei Kurven ergibt sich allerdings doch, dessen Erklärung aber unschwer zu geben ist. Es ist der, dass bei den Stromstärken-Kurven das höhere Jahres-Maximum stets auf die mittleren Monate des Jahres fällt nicht auch auf die ersten oder letzten, wie das bei den Spiegelstand-Kurven wechselweise der Fall.

Das kann nämlich gar nicht anders sein. Jede strömende Bewegung eines Flüssigen hängt nach ihrer Geschwindigkeit nicht nur ab von der treibenden Kraft, sondern auch von der Masse des Strömenden und von der Weite der Oeffnung, durch welche sie zu erfolgen hat. Bei zunehmender Menge des Fliessenden und grösserer Enge des zu passirenden Kanales wird die Bewegung, ohne Vergrösserung der treibenden Gewalt, rascher. In den mittleren Monaten des Jahres nun wird fast die ganze südliche oberflächliche Aequatorialströmung, annähernd ohne den zu andern Zeiten erheblichen Verlust durch den von Kap San Roque nach Süden abgelenkten Zweig, also mit grösserer Masse des Wassers, nach Norden gedrängt durch die grössere Enge zwischen der ame-

rikanischen Küste und dem mittlerweile gewachsenen Bereiche der Guinea-Strömung, wogegen sie in den Anfangs- und Endmonaten des Jahres nicht nur auf gedachte Art weniger Wasser nach Norden fördert, sondern auch auf erheblich breiterer Fläche verläuft, daher alsdann nur eine geringere Beschleunigung durch die stärkere solare Wasserversetzung allein erfährt.

Dass vorstehender wichtiger Beweis betreffs der wahren Grundursache der Meerescirculation hier möglich gewesen, verdanken wir in erster Linie Herrn Koldewey, in zweiter der Mühe- waltung des Herrn Krümmel, der des ersteren Arbeiten so klar und einfach zusammenzufassen gewusst hat.

Mit dem ganzen Nachweise aber ist der rechte Name und das Wesen jener Kraft gefunden, welche Herr Dr. Krümmel seiner Centrifugalkraft als geheimnissvolle »westlich wirkende« zuzufügen sich genöthigt sah, um den Effect der Aequatorialströmungen zu erreichen. Dabei ist zugleich noch zu bemerken, dass er die herausgerechnete Leistung der Flichkraft auf alle Fälle viel zu hoch ansetzt mit 13 Seemeilen pro Tag, denn er bringt gar nicht den Umstand in Anschlag, dass die vermeintlich emporsteigenden Wassertheilchen, indem sie fortwährend rascher rotirenden höheren begegnen, durch Reibung an diesen eben deren raschere Rotationsgeschwindigkeit wenigstens zum Theil annehmen müssten, und ihnen so schliesslich an der Meeresoberfläche höchstens ein kleiner Rest übrig bleiben könnte. Auch ist es mir auffallend gewesen, wie Herr Dr. Krümmel bei Besprechung resp. Berechnung der sogenannten perpendicularen Circulation ein auf eine blos willkürliche Annahme gestütztes Resultat ein »befriedigendes« nennen kann, um so mehr, als er auch hier ausser Acht lässt, wie die angebliche stetige »Beschleunigung« einem ebenso stetig wachsenden Widerstande durch Reibung begegnen müsste, wenn wir diesen Widerstand auch einstweilen noch nicht in Zahlen auszudrücken wissen.

Das von Herrn Dr. Krümmel angenommene doppelte Aufsteigen des Wassers nördlich und südlich des Aequators dagegen findet wirklich und nur anders statt, als er es motivirt. Die ununterbrochene Doppelbewegung der Meeresgewässer von den Polen her ergibt solches mit Nothwendigkeit. Die geringere Schwankung der äquatorialen Westströmungen in der Tiefe, je nach dem Stande der Sonne, folgt von selbst aus der in allen Jahreszeiten bestehenden und bleibenden Gleichheit der sich von den Polen

her ausgleichenden Wassermassen, und die dauernd grössere Energie der südlichen Aequatorialströmung begründet sich dabei ganz einfach schon durch die grössere Wucht der viel mächtigeren südlichen Gewässer, wobei letztere Bewegung stetig allein die Enge zwischen den beiden atlantischen Becken zu passiren hat. Nur die oberflächliche Ausgleichung schwankt im nördlichen Sommer nach Norden, wohin sich also die Ebene des äquatorialen Zusammentreffens der beiden grossen Wasserverschiebungen wegen der alsdann stattfindenden grösseren Erwärmung des nordatlantischen Beckens neigt. Nach Süden hin kann diese Neigung im südlichen Sommer nur gering sein, da die südlichen Meere als Gesamtheit schon allein wegen ihrer Grösse alsdann nicht entsprechend mehr erwärmt werden können.

Die von Sir Wyville Thompson angenommene Ueberführung von antarktischem schwersten und kältesten Wasser als unterster Schicht in den südlichen Theil des nordatlantischen und nordpazifischen Meeres ist dabei sehr wohl anzunehmen, wenn auch nur als stabiler Sachverhalt und nur aus Gründen des specifischen Gewichtes.

Was die warmen Oberflächen-Strömungen betrifft, die im Ganzen und Grossen den Polen zustreben, so bleibt die bisher geltende Entwicklung derselben natürlich bei meiner Darlegung der Grundursache aller Strömungen vollkommen bestehen. Ich habe nur die letztere klarer stellen und dieses den englischen Fachmännern gegenüber documentiren wollen.

## **Die neueste Entdeckungsreise des Mr. Ernest Giles in West-Australien.**

Von Henry Greffrath.

Unter den Australien-Reisenden unserer Zeit hat der Name Ernest Giles einen besonders guten Klang. Es ist jetzt die fünfte grosse Reise, die er im August 1876 vollendete und welche, wie auch die früheren, die Erforschung des grossen Westens von Australien betraf. Auf der vierten Reise war es ihm endlich gelungen, von Central-Australien aus, zwischen dem 29° und 30° südlichen Breitengrade entlang, die Westküste zu erreichen. Die Kosten der dritten und vierten Reise hatte der um die