

starb als Kataster-Director des Cantons Solothurn. Als Mitglied der schweizerischen geodätischen Commission haben wir Denzler's schon wiederholt zu erwähnen Gelegenheit gefunden. Der Präsident dieser Commission, Dr. R. Wolf, hat in den Verhandlungen der Schweizer naturforschenden Gesellschaft dem Freunde einen warmen Nachruf gewidmet 1875/76. Noch müssen wir den verehrten Namen von R. Wolf zum Schlusse wieder erwähnen, um seiner »Geschichte der Astronomie,« welche als 16. Band der Geschichte der Wissenschaften in Deutschland kürzlich erschienen ist. Wolf spricht mit Verehrung und treuer Anhänglichkeit von seinem Lehrer Josef Johann v. Littrow, an dessen Seite er die schönsten seiner Studienjahre ausgiebig zugebracht hat. Seite 754–756 zeugen von der Wärme dieser Stimmung. Schon ist Wolf wieder thätig und wir gewärtigen in naher Zeit die Fortsetzung der »Geschichte der Schweizerkarte, wovon die I. Abtheilung erschienen ist und die III. in dem grossen Werke Dufour's den Abschluss bringen wird.

Zur Frage der Meeresströmungen.

Von Prof. Dr. H. Schmick.

Es wird erzählt, dass, als einst Friedrich Wilhelm IV. von Preussen mit Alexander von Humboldt im Schlossgarten von Sans-souci spazierte, der König zufällig eine auf einem niedrigen Postamente stehende Glaskugel anfühlte und dieselbe zu seiner grossen Verwunderung an der zur Sonne gekehrten Seite kühl, an der von ihr adgewendeten warm fand. Er machte Humboldt auf diesen auffallenden Umstand aufmerksam und erbat sich von ihm eine wissenschaftliche Erklärung desselben. Der grosse Naturforscher ging eben daran, aus allerlei möglichen Gründen, die etwa herangezogen werden konnten, aus eigenthümlichem Reflexe der Wärmestrahlen im gläsernen Hohlkörper, verschiedener Ausstrahlung je nach local verschiedener Glasdichte oder -Spannung etc. etc. eine Deutung des Phänomens zu versuchen (welche ihm für den Augenblick wohl gelungen sein würde), als der Schlossgärtner vorbeikam, den der König auch auf die Merkwürdigkeit aufmerksam machte. Er überhob ohne weiteres Humboldt der

mühsamen Herbeischaffung von physischen Gründen durch die Aussage: Ich habe die Kugel vor einigen Minuten umgedreht.

Eine gleich unerwartete und einfache Hebung von Schwierigkeiten dürfte in mehr als einem Falle bei Naturerscheinungen durch die Auffindung eines noch ganz unbekanntes Agens oder Gesetzes geboten werden. So lange es noch nicht bekannt ist, wird man auch schon Gründe für irgend ein Naturgeschehen zusammenbringen können, die mehr oder minder grosse Wahrscheinlichkeit für sich haben, die aber alle auch mit andern, entgegenstehenden, ebenso wahrscheinlichen Gründen bekämpft werden können.

Einen solchen Fall bilden die beständigen Meeresströmungen. Man sah in ihnen einen Vorgang, der bei dem offenbar im Grossen stattfindenden Gleichgewichte der terrestrischen Wasserhülle ein Räthsel war. Trotzdem dass von Anfang aller Wasserbedeckung an dieselbe ein der Attraction und Rotation entsprechendes Niveau bilden musste und so nur hätte in Ruhe sein sollen, sah man sie local in sehr lebhafter Bewegung und sicher nicht im Gleichgewichte. Wie sollte man sich das zusammenreimen? Man griff, wie Humboldt bei der Glaskugel, nacheinander zu Ursächlichkeiten, die von vornherein alle etwas für sich zu haben schienen, bei näherem Zusehen aber in irgend einer Art sich nicht als stichhaltig erweisen wollten, und da keine der Gegendemonstrationen mit besseren Waffen focht, als sie dem Bekämpften zu Gebote standen, so führte das mitunter zu aufgeregten Auseinandersetzungen. Der Streit würde noch wer weiss wie lange haben andauern können, wenn nicht auch hier plötzlich ein völlig ungeahnter Aufschluss gegeben worden wäre. Es war der: Die Attraction und Rotation der Erde suchen allerdings stetig das vollkommenste Gleichgewicht des Meerwassers herzustellen, erreichen diess aber nie, weil es andauernd von aussen her durch einen (erst jetzt erkannten) Einfluss gestört wird.

So leicht und vollständig beruhigt, wie Friedrich Wilhelm und Humboldt durch die Erklärung des Gärtners, werden aber die älteren Interpreten der Meeresströmungen nicht sein, denn erstens sind ihnen ihre mühsam aufgefütterten Kindlein, die älteren Theorien, lieb; zweitens scheint jedem das seinige denn doch sicher lebensfähig zu sein; drittens soll die neue Erklärung, obschon sie nunmehr den höheren Charakter eines Naturgesetzes sich vindiciren darf, noch immer eine blossc Theorie bilden, also bestritten werden können.

So wird es denn wohl als zweckmässig erachtet werden dürfen, die älteren Theorien der Reihe nach noch einmal zu beleuchten, um nachzusehen, ob denn eine einzige von ihnen als Erklärerin der gedachten Naturerscheinung wirklich zu gebrauchen sei und noch länger dem neuesten Aufschlusse im Wege zu stehen ein Recht habe. Die hier gegen die einzelnen Erklärungsweisen aufgeführten Gründe sind zum Theile die von den sich befehdenden Urhebern vorgebrachten, zum Theile neue. Da es sich nicht um Namen handelt, so werden dieselben unterdrückt bleiben.

Am ersten von allen stetigen Fliessbewegungen des Meerwassers wurde die nördliche atlantische Aequatorialströmung beobachtet, und bei ihr wurde zuerst die für den Augenschein wohl nächstliegende Erklärung gegeben, dass das Meerwasser gegen die Rotation der Erde zurückbleibe. Einiges reiflichere Nachdenken hätte sich dieser Idee allerdings gleich widersetzen müssen, da das Vorhandensein des Festlandes Afrika wenigstens schon bekannt war, und erst recht nach der Feststellung des ununterbrochenen nordsüdlichen Zuges des amerikanischen Continentes hätte man von diesem Grunde abkommen sollen. Es ist aber nicht geschehen, und noch in allerneuester Zeit hat sich eine Strömungs-Theorie auf ihn namentlich gestützt. Bei ihrer Auseinandersetzung hat man sich auf folgendes Experiment als Bestätigung berufen: Man setze ein kreisrundes flaches Gefäss mit glatten Wandungen, welches mit Wasser gefüllt und um einen genau centralen Pivot drehbar sei, in Rotation, so wird man das Wasser wohl allmählig durch Reibung an der Drehung theilnehmen, nie aber die Geschwindigkeit des festen Gefässes erreichen sehen. Das ist sicher ganz richtig und wahr. Das Experiment kann sogar in eine Form gebracht werden, die sich dem zu illustirenden Naturvorgange scheinbar noch mehr nähert. Man lasse sich aus glattem Weissbleche eine kreisrunde Rinne herstellen, die man auf eine runde Scheibe gleichen Durchmessers befestigen und mit der Scheibe um einen centralen Zapfen drehbar machen könne. Diese Rinne fülle man mit Wasser und lasse das Ganze völlig gleichmässig rotiren. Trotzdem dass jetzt Boden und beide Seitenwände der Rinne am Wasser reiben würden, käme dasselbe doch nie und nimmer zu derselben Geschwindigkeit, wie das Gefäss. Gegen irgend einen festen Punkt des letzteren, den man sich markiren

könnte, würde stets ein Zurückbleiben, also scheinbares Zurückfließen, eine der Rotation entgegengesetzte Strömung stattfinden. Ganz ebenso müsste es bei dem Meere der rotirenden Erde sein, wenn dasselbe die Kugel als ununterbrochener Mantel bedeckte. Zwischen den Wendekreisen würde man alsdann, wäre der feste Erdboden ganz eben, eine ungefähr gleichstarke Strömung aller Meerestiefen nach Westen hin bemerken, die bis zum Aequator hin sich unerheblich steigerte, polwärts aber abnähme wie die Cosinus der Breitenwinkel, am Pole selbst Null betrüge. Setzte man aber in die Blechrinne auch nur eine Querwand ein, die den Strömungszug vollkommen unterbräche, so würde derselbe alsbald aufhören, und die Flüssigkeit würde rasch die volle Geschwindigkeit der festen Rinne annehmen. Das Trägheitsmoment des Wassers würde bald seinen Ausdruck in einer Stauung vor der Querwand, in einer entsprechenden Verseichung hinter ihr finden, und von nun an würde kein weiteres Fließen der Rotation entgegen an der Marke beobachtet werden. Setzten wir gleich statt einer mehrere Querwände ein, so würde eine kleinere Stauung vor jeder stattfinden, eine geringere Verseichung hinter jeder eintreten, das Wasser in Bezug auf die sich drehende Rinne in vollkommener Ruhe sein oder mit ihr gleiche Rotations-Geschwindigkeit haben. Sähe der Physiker in jedem Rinnen-Compartiment das Wasser wie vorher strömen und also durch Zurücklauf nothwendig einen gestreckten Wirbel bilden, so würde er es mit Höllenspuk, aber mit keinen Naturgesetzen zu thun zu haben glauben müssen. Die thatsächliche Wasservertheilung auf Erden stellt nun eine Blechrinne mit zwei Querwänden dar für den ganzen Bereich zwischen den Wendekreisen, so wie für den bis zum Nordpole, und lässt die Bedingung der freien Blechrinne nur gelten für einen schmalen Meeresring zwischen etwa 55 und 65° südlicher Breite. Also können die thatsächlichen Aequatorial-Strömungen des Atlantischen und Pacifischen Oceans nicht durch Zurückbleiben des Meerwassers gegen die Erdrotation erklärt werden, was freilich auch aus ihrem schmalzonigen Auftreten allein schon hinreichend hätte einleuchten können.

Mit der allmählig immer weiter ausgebildeten Kenntniss der physischen Eigenschaften und Gesetze des Meeres schienen sich andere Gründe für die local ziemlich starke Bewegung seiner

Gewässer zu ergeben, welche Gründe nun der Reihe nach zu betreffenden Theorien führten. Obenan stand als auffälligster Anhalt die verschiedene Erwärmung der See durch die Sonne in Aequatorial- und Polar-Gegenden. Man sagte theoretisch ganz richtig: Dem Meere wird unter dem Aequator viel stärker und viel längere Zeit hindurch Wärme zugestrahlt als an den Polen. Das intertropische Meerwasser muss also, soweit die Sonnenwärme eindringt, sich stärker ausdehnen, einen grösseren Raum einnehmen als das polare, folglich muss sich das Niveau des ersteren erhöhen und an der Oberfläche nach den Polen hin abfliessen. Dadurch wird die äquatoriale Wassersäule leichter, das Gleichgewicht gegen eine gleiche polare wird gestört, und in Folge dessen muss von den Polen her kaltes, schwereres Tiefenwasser dem Aequator zugeschoben werden, um die Störung auszugleichen. Diese durch die Sonnenwärme erregte Bewegung ist also eine Vertical-Circulation, welche sich durch die Rotation in die bekannten Oberflächen-Strömungen verwandelt.

Sehen wir dieser Begründung der Meeresströmungen schärfer in's Auge, so ergibt sie sich als leeres Phantasiegebilde. Es ist nämlich erstens sehr einfach, festzustellen, dass Strömungen, welche auf besagte Weise entständen, einen zum thatsächlichen gerade entgegengesetzten Verlauf nehmen würden, zweitens aber, dass so gar keine entstehen können.

1. Wären die Meeresströmungen der Oberfläche, welche einzig unter unsere Beobachtung fallen, eine Folge des Ausgleiches und polwärts gerichteten Abflusses überwärmten und über das normale Niveau emporgedrückten äquatorialen oberen Seewassers, so könnte dieser Ausgleich und Abfluss zwischen den Wendekreisen und noch eine geraume Strecke über dieselben hinaus nur derart langsam sein, dass wir beiderlei nicht bemerken würden. Die Erhöhung des Meeres-Niveaus über seinen normalen Stand wäre nämlich innerhalb dieses ganzen Bereiches nothwendigerweise nahezu dieselbe, weil die Erwärmung ebenso weit hin kaum differiren kann. Erst weit jenseits der Wendekreise nach den Polen zu würde ein merklicherer Abfall der Meeres-Temperatur und somit eine steilere Böschung herauskommen, die dort zu lebhafterer Strömung nach beiden Polen hin die Ursache bildete. Diese nothwendig der ganzen Meeresoberfläche gemeinsame Strömung würde je weiter nach Norden und Süden auch noch

ausserdem an Rapidität gewinnen in Meeresbecken, deren Ost- und Westküsten annähernd wie die Meridiane verliefen, und bei deren polwärts abnehmender Breite also die allgemeine Fließbewegung, auf stetig sich verschmälernden Raum zusammengedrängt, sowohl schneller als tiefer werden müsste. Derartiges würde demnach im Nordpazifischen Oceane wahrgenommen werden, auffälliger noch im Nordatlantischen, bei welchem die nordwärts ziehende Strömung schliesslich in mehrere schmale Canäle eingezwängt wäre. Dieser allgemeine Zug des oceanischen Oberflächenwassers nach den Polen hin würde wegen der Rotation der Erde auf beiden Halbkugeln eine Ablenkung nach Osten hin erfahren, also bald eine Richtung auf die Westufer der Continente hin annehmen, an diese ange drängt werden und ihnen entlang mit abermals gesteigerter Velocität fliessen, bis in den Polarmeeren das erkaltete Oberflächenwasser in den allgemeinen, langsamen Unterstrom dem Aequator zu überginge.

Wie stellen sich nun die thatsächlichen Strömungen zu dieser aus der ungleichen Sonnenerwärmung nach physikalischen Gesetzen construirten Schablone? Antwort: Sie sind das gerade Gegentheil derselben. Wir haben die lebhaftesten Strömungen gerade in der Zone, in welcher keine oder nur kaum merkliche sein sollten. Wir haben fast stillstehendes oder ganz anders strömendes Oberflächenwasser in mittleren Partien der durch den Aequator getheilten Ocean-Hälften, wo die polare Richtung sich gerade deutlicher aussprechen müsste. Wir haben nur sehr schwache Strömungen dieser Richtung in subpolaren Breiten, wo sehr starke sich finden sollten. Wir haben Andrängung der lebhaftest fließenden Meeresstreifen an die Ostufer der Continente, von denen sie nur durch oberflächliche, kalte Polarströmungen schliesslich abgedrängt und dabei theilweise zurückgebogen werden. Somit wird es schon aus diesem Grunde mit dem Ursprunge aller Strömungen aus Temperatur-Unterschieden rein gar nichts sein.

2. Herschel berechnet die intertropische, durch die Sonnenstrahlen erzeugte Niveau-Erhöhung gegen 56° der Breite auf 10 Fuss, wobei er eine Oberflächentemperatur des Wassers am Aequator von 84° F. (statt der thatsächlichen von 78° F.) annimmt, eine Wassersäule von 1200 Faden Höhe bis zu 39° F. Tiefenwärme hinunter in Rechnung zieht und den Ausdehnungs-

Coëfficienten des Süßwassers zu Grunde legt. J. Croll bringt auf Grund der besseren heutigen Kenntniss der Temperatur-Abstufung nach unten, des richtigen Ausdehnungs-Coëfficienten für Salzwasser und für dieselbe Wassersäule (von 78° F. bis zu 32° F. hinab) nur $4\frac{1}{2}$ Fuss Spiegelerhöhung des äquatorialen Niveaus über das polare heraus und weist damit schon nach, dass das so entstehende Gefälle unmöglich Oberflächen-Bewegungen der thatsächlichen Geschwindigkeit und eine grosse Rückströmung sämtlichen Tiefenwassers zum Aequator hin erzeugen könnte. Nun aber rechnen beide Herren mit Grössen, die uns nichts angehen. Wir haben es offenbar nicht mit schon ausgeglichenen Tiefenschichten, sondern nur mit derjenigen oberflächlichen Wasserschicht zu thun, welche von den Sonnenstrahlen direct afficirt wird, und diese ist nicht 1200 Faden mächtig, sondern höchstens 60, oder 20mal dünner. Bis zu 60 Faden Tiefe beobachtet man eben noch Spuren von Sonnenerwärmung, folglich wird diese Wasserdecke um $(0 + 1):2 = \frac{1}{2}$ mal so viel erwärmt und ausgedehnt als die Oberfläche, demnach $2.20 = 40$ mal so schwach als die 1200 Faden hohe Wassersäule, an ihrer Oberfläche somit nur um $(4\frac{1}{2}.12):40 = 1\frac{1}{3}$ Zoll stark erhöht. $1\frac{1}{3}$ Zoll Meerwasser fließen also polwärts ab und sollen die ganze, mindestens 200.000mal so grosse Untermasse des Seewassers zur Rückströmung nach dem Aequator hin zwingen. Die $1\frac{1}{3}$ Zoll stetig abfließenden Wassers werden nun überdies nie eine grosse Strecke zurücklegen, ehe sie reinauf verdunstet sind, wonach denn die intertropische Spiegelerhöhung durch Sonnenwärme gar nicht existirt, folglich jedes weitere Wort über diese Begründung der Meeresströmungen überflüssig erscheint.

An dritter Stelle zog man den verschiedenen Salzgehalt des Meerwassers am Aequator, in mittleren Breiten und an den Polen als Ursache der Meeresströmungen herbei. Man war lange zweifelhaft (und ist es noch heute, nach neuesten einschlägigen Publicationen), ob er unter dem Aequator oder in den Polarregionen das specifische Gewicht des Seewassers in einem Uebermasse erhöhe und so Strömungen verursache. Am Aequator hätte er offenbar den durch die Sonnenwärme vermeintlich erzeugten Bewegungen gerade entgegen gewirkt und sie seinerseits, hätten sie anders existiren können, rein aufgehoben. An den Polen dagegen würde ein auf diese Weise erhöhtes specifisches Gewicht des Meer-

wassers, dachte man, die Tiefenströmung zum Aequator hin unterstützen. Wenn nun auch die Untersuchungen den polaren Salzgehalt als den höheren ergeben zu haben scheinen, so ist es doch mit seiner präsumirten Strömungsbeförderung nichts, wie folgende kurze Betrachtung ergibt:

Gleichviel, wie der Salzgehalt des Meeres vertheilt sei, so ist er ein Gleichgewichtszustand, sonst würde er eben nicht so, sondern anders vertheilt sein, da der Ausgleichung keine Hindernisse im Wege stehen, noch je gestanden haben. Die jederzeit vorgehenden Veränderungen dieses Gleichgewichtszustandes aber, auf die allein es ankommen müsste, sind so unerheblich, dass die durch sie veranlassten Störungen gar nicht in Anschlag gebracht werden können. Eine dünne, gegen die Masse des unterliegenden Wassers verschwindende Oberflächenschicht der tropischen Meere verdunstet und lässt ihr Salz zurück. Eine vielleicht genau gleich geringe, höchstens um einen noch mehr verschwindenden Betrag ungleiche oberste Wasserhaut gefriert an den Polen zu Süswassereis und gibt ihr Salz ab. An beiderlei Stellen der Erde sind dazu noch Gegenwirkungen vorhanden, welche den unscheinbaren Belang der hier in Rede stehenden Leistungen ungemein verringern, am Ende ganz aufheben. Die Tropengegenden haben über Land und See gerade die profusesten Niederschläge an Süswasser, und fast alles Polareis schmilzt wieder an Ort und Stelle. Beiderlei Vorgänge der Verdunstung und des Gefrierens finden dazu nicht plötzlich, sondern mit der grössten Allmähigkeit statt, folglich auch die so erfordernten Gleichgewichts-Correctionen. Meeresströmungen der bekannten Grösse und Massenhaftigkeit auf letztere zurückführen zu wollen, ist somit ein völlig sinnloses Beginnen.

Was aber hat man nicht alles aus den beiden besprochenen Ursachen, der ungleichen Temperaturhöhe und Salzhaltigkeit, unter dem Einflusse der Gravitation, machen wollen! Der eine sagte, die Oberflächenströmung nach den Polen zu würde das Tropenwasser „verbrühend heiss“ nach mittleren, noch „lauwarm“ nach polaren Breiten schaffen, wenn nicht die (lediglich in der Einbildung existirende) äquatoriale höhere Sättigung mit Salz fast ebenso mächtig entgegenwirkte. Der andere liess die ganze äquatoriale Wassersäule unter dem „stetig wachsenden“ Drucke der

kalten Tiefenströmung von den Polen her emporsteigen, die Wasserteilchen derselben, wie sie so hintereinander in immer grössere Rotationskreise geriethen, nach Westen zurückbleiben und die Ost-West-Strömungen herstellen. Ein dritter hielt den höheren Salzgehalt der Polarmeere ganz allein für hinreichend eine Vertical-Circulation in's Werk zu setzen, welche unter dem Aequator durch die vis inertiae in eine Ost-West-Strömung übergehe. —

In der Ueberzeugung von der Nichtigkeit oder (nach ihrer Meinung) mindestens völligen Unzulänglichkeit aller vorgedachten Begründungen wollten vierte die Winde, entweder die Passate allein, oder sie mit dem ganzen „Wind-Systeme“ der Erde zusammen, als die Motoren der strömenden Meergewässer angesehen wissen. Aus einer, nur sehr flüchtigen Zügen nach, bestehenden Uebereinstimmung der stehenden oder vorherrschenden Bewegungen in beiden Flüssigkeitshüllen der Erde sollte hervorgehen, dass die leichter bewegliche, die Luft, die schwerer zu verschiebende, das Meerwasser, in Strömung versetze.

Die Grundlosigkeit dieser Annahme ergibt sich ohne alle Schwierigkeit. Eine Luftströmung gewinnt beim Wasser Angriffspunkte durch die Eigenschaft des letzteren, bei local ungleichem Stosse eine rauhe (gewellte) Oberfläche zu bilden, deren dem Winde entgegenstehende Böschungen dessen Anprall eine günstigere Druckfläche darbieten. Die Passate, die einzigen in einer und derselben Richtung ziehenden Luftströmungen, können so höchstens, wenn auch kaum wahrscheinlicher Weise, eine oberste Wasserdecke von 5 Faden Stärke in eine ostwestliche Bewegung von durchschnittlich 0,2 Fuss per Secunde setzen, wir das S. 130 in des Verfassers Schrift »Sonne und Mond etc.« nachgewiesen ist. Sie müssen demnach an einer Strömungsschicht von vielen Hunderten von Fussen Mächtigkeit und von bedeutend grösserer Velocität ganz unschuldig sein. Diese Unschuld wird schlagender dadurch bewiesen, dass auf breiten Zonenflächen das Meerwasser unter den Passaten vollkommen ruhig bleibt, dagegen unter den Calmenstrichen heftig fortströmt, noch handgreiflicher aber zur Evidenz gebracht durch den Umstand, dass die Meeresströmungen zwischen mehr als doppelter und weniger als halber Geschwindigkeit an denselben Stellen variiren, trotz dessen dass die Passate gleichmässig stark wehen. Was aber

von beständigen Luftbewegungen gilt, muss sicher erst recht von allen variablen des sogenannten »terrestrischen Wind-systemes« gelten.

Restirt noch eine fünfte Auffassung, welche, nach der Meinung ihres Urhebers die von den anderweitigen Theorien versagten Dienste leisten sollte. Man schrieb die ostwestlichen Aequatorial- und ihre übrigen Folgeströmungen auf Rechnung der Gezeiten. Die täglich von Osten nach Westen die Erde scheinbar umkreisenden Bereiche der Hebung des Meerwassers durch Mond und Sonne sollten dasselbe in einen gleichgerichteten Zug des Fliessens versetzen. Der Zufluss des Wassers, um die Flut zu bilden, die sogenannte »Flutströmung«, sagte man, gehe nach Westen, die nachfolgende Wasserbewegung, um das Ebbethal wieder zu füllen, die »Ebbeströmung«, sei dagegen nach Osten gerichtet. Die Flutströmung, nahm man ferner aus einem stützlosen Grunde an, sei stärker als die Ebbeströmung, überwiege letztere in der Nähe des Aequators und verursache so den dort stetigen Ost-West-Zug der Meergewässer. Weiter nach Norden und Süden, um 60° der Breiten, behalte dagegen die Ebbeströmung die Oberhand und verursache den Strömungslauf nach Osten.

Es ist zunächst zu bemerken, dass solcherlei Folgerscheinungen der Gezeiten nur auf eine jetzt veraltete Idee über deren Verlauf aufgebaut werden konnten, auf die Whewell'sche nämlich, dass die Declination der beiden fluterregenden Gestirne von keinem namhaften Einflusse [sei. Dieser Grund, so wie ein ganz neuer mathematischer Nachweis der Unmöglichkeit dieses Zusammenhanges der West- und Ostströmungen (von Herrn Emil Witte herrührend) macht jede weitere Auslassung über dieselbe unnöthig, und es soll hier nur gezeigt werden, dass die bestehenden Erscheinungen durch diese Hypothese keine Erklärung finden. Statt einer bis weit über beide Wendekreise hinausreichenden Strömung in demselben Sinne, wie sie nothwendig sich auf gedachte Weise ergeben würde, haben wir deren innerhalb dieses Bereiches theils drei, zwei nach Westen und eine zwischenliegende nach Osten, theils zwei mit einer völlig ruhigen Zone mitten inne.

Statt eines halbmonatlichen Breitenwechsels der stärkeren Mondwirkung dieser Art von 37 bis 57 Breitengraden haben wir die Strömungen stetig fast an derselben Stelle, wenn wir von

einer halbjährigen geringen Verschiebung, je nach der Mehrerwärmung beider Erdhalbkugeln, absehen. Dass hier, wie auch bei den andern Theorien, von sogenannten »Compensations- oder Aspirations-Strömungen« geredet wird, welche im Uebermasse weggeführtes Wasser ersetzen und den zwischen den Westströmungen liegenden Zug nach Osten oder die ruhige Zone erklären sollen, das kann nichts retten, denn solcherlei Ersatz ist ein Unding bei Ausgleichungen durch die Attraction, welche keinen Tropfen Wassers mehr fliessen machen kann, als eben auszugleichen ist.

Wenn man noch eine sechste Erklärungsweise darin sehen wollte, dass verschiedentlich mehrere der erwähnten Theorien verbunden worden sind, um durch ihr Zusammen den gewünschten Effect herstellen zu lassen, so muss auch dieser Versuch als unnütz erscheinen, denn Unmöglichkeiten oder Effecte Null zusammenaddirt liefern immer nur Null.

Schliesslich muss noch namentlich benachdruckt werden, dass alle gedachten Strömungs-Theorien Erscheinungen gänzlich unerklärt lassen müssen, die theils erst in der jüngsten Neuzeit überhaupt zur Kenntniss der Forscher gelangt, theils in grösserer Klarheit festgestellt worden sind. Die eine dieser Erscheinungen ist das längs des Aequators und der Ostküsten zu seinen beiden Seiten hoch emporgedrängte kalte und schwere Grundwasser der See, die andere der nach Mond- und Sonnenstand über den Halbkugeln auf das doppelte beschleunigte oder um die Hälfte verzögerte Fluss der Strömungen.

Wie schon gesagt, ist die thatsächlich stattfindende Vertheilung schwereren und leichteren Wassers auf bestimmte Breiten oder nach bestimmten Tiefen ein Gleichgewichtszustand, an welchem die bekannten rein terrestrischen Ursachen wenig ändern können. Wenn wir also längs des Aequators eine ziemlich plötzlich ansteigende und mit gleichmässig hoher Firste verlaufende Aufbauschung des kalten und schweren Grundwassers antreffen, so muss sich für diesen Sachverhalt als Gleichgewichtszustand ein Gegengewicht oder ein Gegendruck vorfinden.

Wenn die Strömungs-Geschwindigkeit nach Mond- und Sonnenstand über den Halbkugeln in so bedeutendem Maasse wechselt, so müssen Mond- und Sonnen-Anziehung etwas sehr Wesentliches bei den Strömungen zu thun haben.

War bis vor wenigen Jahren nichts vorhanden, als die hier kurz beleuchteten Erklärungsweisen der Seewasser-Bewegungen, welche sich aber allesammt in Bezug auf letztgenannte Sachverhalte erst recht ohnmächtig erwiesen, so konnte endlich die auf hierhin gar nicht gerichtetem Sucherwege gemachte neue Entdeckung einer Wirkung der allgemeinen Attraction bezüglich einer continuirlich gestörten Niveauhöhe der Erdmeere die Rolle des Potsdamer Hofgärtners übernehmen und ungeahnten Aufschluss geben.

Wie das geschehe, ist in mehr skizzenhafter Weise dargestellt worden in einem Aufsätze der Wiener »Geographischen Mittheilungen«, Jahrgang 1876, 12. Heft, ausführlich dagegen in des Verfassers neuester Schrift, »Sonne und Mond etc.« Gegen die Skizze ist lebhafter Widerspruch erhoben worden von einer Seite, von welcher er am wenigsten erwartet werden konnte, da dort die neue erklärende, nunmehr als Naturgesetz erwiesene Theorie sich vollen Verständnisses zu erfreuen schien und somit anzunehmen war, es werde der sich so mit Gewalt aufdrängende Zusammenhang der Strömungserscheinungen gerade von dieser Seite sofort erkannt werden. Möglicherweise wurde das nur durch ein Missverständniß der genannten kurzen Auseinandersetzung verhindert, wie das ganz bestimmt der Fall gewesen ist bei Herrn Emil Witte (s. dessen neueste Abhandlung), welcher der Meinung ist, die mit den Lagen von Perigäum und Perihel, mit Zenith- und Nadirfluthen alternirend stärkere Wasserversetzung zu einem Pole hin solle die Strömungen erklären. Ob die ausführlichere Darstellung in genanntem Buche gleicher Opposition begegne oder besseres Verständniß finde, steht noch dahin. Jedenfalls erschien es zweckentsprechend, in diesen Blättern gerade dem Widerspruche in Heft 2, Jahrgang 1878 der »Geographischen Mittheilungen« sachlich zu begegnen durch eine kurze Darlegung der totalen Werthlosigkeit aller entgegenstehenden Theorien.

Die neue und schliesslich unfehlbar sieghafte Erklärungsweise aller Meeresströmungen aber sei hier kurz noch einmal zusammengefasst, wie folgt: Mond und Sonne unterhalten ununterbrochen über beiden Erdpolen zugleich eine überschüssige Wassercalotte, die ebenso ununterbrochen in sich zusammensinkt und sämmtliches Meerwasser, so weit dasselbe nicht in Mulden des Seebodens liegt, in eine langsame gleichmässige Bewegung

zum Aequator hin versetzen muss. Diese Bewegung muss wegen ihrer Langsamkeit (860 Fuss im Tage) und auf so langer Strecke (1350 geographische Meilen) die Aufsummierung einer grossen Anzahl ($37\frac{1}{2}$ tausend) Tages-Effecte sein, als Summe eine gewaltige Kraft repräsentiren, deren Ausdruck die ungeheure bewegte Masse, schliesslich aber sowohl eine Aufstauung kalten Grundwassers längs des Aequators, als auch ein stetiger Abfluss warmen Oberflächenwassers ist, welcher Abfluss nur eine westliche (in etwa nordwestliche) Richtung annehmen kann. (In der vorhin gedachten Skizze in den »Geographischen Mittheilungen« war der Ausdruck »Gefälle« von Norden und Süden her nicht gut gewählt, denn er kennzeichnete nicht die wirklich erzeugte und in Action tretende Kraft; dazu war auch ihre Erzeugung durch Summierung nicht hervorgehoben. Beide Mängel trugen wahrscheinlich zu dem erwähnten Missverständnisse bei.) Da der Abfluss des äquatorialen Oberflächen-Wassers zum Theile aber auch von der rasch verpflanzten Wellen-Ausgleichung der beiden polaren überschüssigen Calotten herrührt, und die Druckhöhen letzterer von lunaren und solaren Declinationen abhängen, so muss ersterer mit diesen Declinationen an Velocität variiren, wie das die Beobachtung festgestellt hat.

Die Projecte zur Durchstechung des amerikanischen Isthmus.

Von **Bela Gerster**, Ingenieur.

(Mit einer Karte, Siehe Taf. V.)

Die im Jahre 1875 auf dem internationalen geographischen Congresse zu Paris über die Durchstechung des amerikanischen Isthmus geführte Debatte, lenkte neuerdings die Aufmerksamkeit massgebender Kreise auf den Gegenstand, in Folge dessen, auf Anregung des Generals Türr, eine grosse internationale Gesellschaft, behufs Exploration und Durchstechung des Isthmus gebildet wurde. Die Gesellschaft entsandte im Jahre 1876 eine aus Ingenieuren verschiedener Nationalität bestehende Commission nach dem Isthmus,