

keine Vegetation mehr vor, in den Felsengebirgen jedoch ist das Klima so mild, dass man auf 11.000 Fuss Höhe noch blumenbesäete, üppige Hutweiden findet. Tannenwälder ziehen sich an den Bergwänden bis auf 12.000 Fuss Höhe empor, und Insecten, besonders Heuschrecken und Schmetterlinge umflattern uns selbst in der Höhe von über 14.000 Fuss.

Nach mehrstündiger Rast begannen wir den noch gefahr- volleren Abstieg und wurden dabei ebenso sehr vom Glücke begünstigt. Bei hereinbrechender Dämmerung waren wir auf unserem alten Lagerplatz angelangt. Von bleierner Müdigkeit überwältigt, brachten wir hier die Nacht zu und erreichten um Mittag des nächsten Tages wieder unser Absteigquartier im Estes-Park. Nach mehrtägiger Rast in diesem Bergparadiese machten wir uns auf den Rückweg nach Denver.

Zur Frage der Meeresströmungen.

Von Dr. Conrad Jarz.

Naturwissenschaftliche Arbeiten, die sich auf Grundlage der Erfahrung aufbauen müssen, werden in seltenen Fällen an der Hand dieser auch durchgeführt werden können, weil eben unsere Erkenntniss und Erfahrung mangelhaft sind. Dem Forscher in diesen Wissenszweigen wird daher die Mehrheit gleichartiger Erscheinungen maassgebend sein, er wird also nur mittelst Induction ein allgemeines, diese Erscheinungen beherrschendes Gesetz aufstellen können. Weil er aber dabei über den Inhalt der Erfahrung hinaus auf die Totalität der Erscheinungen schliesst, so wird er sich des Oefteren gezwungen sehen, das Feld der Hypothesen zu betreten. Eine Hypothese hat aber nur dann einen wissenschaftlichen Werth daher Existenzberechtigung, wenn sie folgenden Anforderungen entspricht:

1. Sie muss Erscheinungen zu erklären suchen, die sich aus anderen Ursachen nicht befriedigend erklären lassen;
2. sie muss frei von Widersprüchen sein;
3. mit den bekannten und anerkannten Naturgesetzen im Einklang stehen und

4. müssen sich aus ihr alle Erscheinungen, um deren willen sie aufgestellt wurde, mit ihren Eigenthümlichkeiten leicht und ungezwungen erklären lassen.

Diese Grundsätze hielt ich mir stets vor Augen, als ich meine Studie: »Die Strömungen im nordatlantischen Ocean etc.«¹⁾ zu Papier brachte. Sie bildet den ersten Theil der Arbeit: »Die Luft- und Meeresströmungen« und sollte, wie Herr Dr. Benoni in seinem Referat²⁾ ganz richtig bemerkt, durch ausschliessliche Berücksichtigung des besser bekannten Materiales meiner Theorie eine höhere Grundlage gewinnen

Aufgabe dieser Zeilen soll es daher sein, zu zeigen, ob die in jüngster Zeit aufgestellten Theorien den vorerwähnten Anforderungen nachkommen oder nicht, ob ich in meiner bereits publicirten Arbeit diese Anforderungen erfüllt habe, und besonders ob meine Theorie auch die Strömungen in den übrigen Meeren und in der Luft zu erklären im Stande ist.

Die Theorie, dass Winde, und besonders die Passate, die Meeresströmungen erzeugten, gegenwärtig noch von Croll Laughton und Lommel vertreten, ist schon hinlänglich widerlegt worden, und sie müsste schon aus dem einzigen Grunde fallen weil sie Widersprüche enthält; denn die Erfahrung lehrt, dass Winde das Meer höchstens bis zu einer Tiefe von 5—6 Faden zu bewegen vermögen, die Meeresströmungen dagegen in grosser Mächtigkeit auftreten.

Mühry's Gravitationstheorie widerspricht den Gesetzen der Hydrostatik, was ich in meiner erwähnten Schrift (S. 30 u. 47) zu beweisen versuche.

Schilling's Theorie von den Gezeitenströmungen findet ihre ausführliche Widerlegung in meiner Schrift (p. 25—35) und ist schon desshalb nicht haltbar, weil sich aus ihr nicht alle Erscheinungen, um deren willen sie aufgestellt wurde, erklären lassen.

Eingehender sollen hier besprochen werden die Theorie Dr. Schmick's, nach welcher die Meeresströmungen aus dem Niveau-Unterschied zwischen den Polar- und Tropenmeeren entstünden, und die von Dr. Krümmel, welche auf dem nicht mehr neuen Standpunkt der thermischen Circulation basirt.

¹⁾ Wien 1877. Verlag von Eduard Hölzel.

²⁾ Mitth. d. Geogr. Ges. 1877, p. 283.

Professor Dr. Heinrich Schmick hat in einer Reihe von Schriften den Beweis erbracht, dass die Lehre von der Hebung und Senkung der Landmassen über und unter dem Meeresspiegel falsch sei, dass sich vielmehr der Seespiegel periodisch hebe und senke, oder dass sich die Wassermassen der südlichen Halbkugel auf die nördliche und umgekehrt verschieben. Aus dieser Theorie sucht Schmick nun auch die Meeresströmungen zu erklären.³⁾ Er sagt: Die Bewegungen des Seespiegels, hervorgerufen durch Sonne und Mond, bewirken ein stetig höheres Niveau an beiden Endpolen, mithin ein Gefälle gegen den Aequator. Der Anstoss oder Druck, den die Gewässer zur Bewegung äquatorwärts erhalten, verbleibt ihnen und erleidet nur eine Verminderung durch die Reibung. Die polaren höheren Aufwölbungen suchen in sich zusammenzusinken, üben nach allen Seiten einen Druck aus, der sich ringförmig fortpflanzt und die ganze Wassermasse bis zu allen Tiefen äquatorwärts treibt. Am Aequator treffen sich die von den entgegengesetzten Polen treibenden Wassermassen, prallen aneinander, stauen sich auf, d. h. sie erhöhen das Niveau, welches wieder dadurch beglichen werde, dass die oberen leichtesten Schichten abfließen.

Wie sehr ich von der Richtigkeit der Schmick'schen Theorie von der secularen Umsetzung der Wassermassen überzeugt bin,⁴⁾ so wenig bin ich es, dass nach dieser Theorie auch die Meeresströmungen erklärt werden können. Es ist allerdings richtig, dass eine unbedeutende Erhöhung des Niveau's die stärkste Eisdecke zu sprengen vermag, allein unrichtig ist es, dass eine verhältnissmässig so geringe Anschwellung der Wassermassen an den Polen fundamentale Strömungen zu erzeugen im Stande wäre, wie es die arktischen und antarktischen Kaltwasserströme sind.

Stimmten wir dieser Theorie bei, wären wir da nicht wieder auf dem Standpunkte angelangt, den Franklin eingenommen, der in dem um einige Fuss höheren Niveau der centralamerikanischen Binnenmeere gegenüber dem offenen Ocean die Ursache des Golfstromes suchte? Um eine solche Annahme zu stürzen, genügte der einfache Hinweis Maury's, dass eine derartige Niveauerhöhung, wenn sie auch wirklich existirte, nimmermehr im Stande sei, eine Wassermasse, wie sie der Golfstrom führt, über 60 Breitengrade

³⁾ Mitth. d. Geogr. Ges. 1876, p. 609 ff.; Gaea, 1877, p. 828 ff.

⁴⁾ Vergl. meine Besprechung in den Mitth. d. Geogr. Ges. 1877 p. 139 ff.

weit nach Norden zu treiben. Und in der That, erreichte auch die Anschwellung an den Polen die Höhe der höchsten bisher bekannten Erhebung des Festlandes von $1\frac{1}{6}$ g. M. — sie erreicht aber in Wirklichkeit nur einige Fuss — so würde dies nie Gefälle von etwas über 3' auf 1 g. Meile zur Folge haben, die Ausdehnung nur auf 60 Grade gerechnet.

Dieses einfache Rechenexempel mag darthun, dass durch eine Niveauerhöhung an den Polen die arktischen und antarktischen Ströme nimmermehr erzeugt werden können. Wenn aber Dr. Schmick die Ansicht ausspricht, dass die durch einen Impuls (Anstoss, Druck) in Bewegung gesetzte Wassermasse ihre Bewegungsintensität, vermöge dieses Impulses auf ihrem ganzen Wege beibehalte, so ist das irrig; denn wie die zahlreichen Schriften und Aufsätze Mühry's u. A. darthun, ist solches nicht einmal bei Luftströmungen, geschweige denn bei Meeresströmungen, die nach obigem Beispiel ein Gefälle von nur einigen Millimetern auf eine Meile hätten. Da würde diese Impulsivkraft durch den Reibungswiderstand wohl nicht nur vermindert, sondern bald gänzlich erlahmen.

Die Haltlosigkeit der Schmick'schen Theorie wird aber noch offenbarer, wenn man die Circulation selbst betrachtet, die durch die erwähnte Niveauerhöhung bewirkt werden soll. Ich will kurz sein. Die Erfahrung lehrt uns, dass alle fundamentalen Meeresströmungen wirklich Ströme sind, die innerhalb ihrer Ufer von relativ ruhigem Wasser mit wechselnder Geschwindigkeit dahinziehen. Dr. Schmick's Theorie widerspricht aber dieser Thatsache, da sie die Wassermassen ringförmig bis zum Aequator sich fortpflanzen lässt, etwa wie die Flutwelle über die weiten Gewässer dahin zieht. Nähert sich dadurch Dr. Schmick nicht auffallend der Strömungstheorie Schilling's, die er doch selbst verwirft?

Wie sich Dr. Schmick die Antipolarströmungen denkt, erklärt er in diesen Aufsätzen nicht, sie müssten aber nach dem Angeführten bergan, oder geologisch gesprochen, aus dem Liegenden in das Hangende treiben. Es scheint somit klar, dass durch diese Theorie den Mängeln der bisherigen Theorien über continüirliche Meeresströmungen nicht abgeholfen ist, wie Herr Dr. Schmick zu meinen sich berechtigt glaubt.

Dr. Otto Krümmel stellt zwar nur eine Theorie der Aequatorial-Strömungen auf, doch sind aus derselben auch die Ursachen ersichtlich, die er für die meridionalen Strömungen annimmt. Da Krümmel in allem Wesentlichen mit Mühry übereinstimmt und nur gegen diesen eine zweifache »Ascendenzströmung«, d. i. unter dem Aequator und nördlich desselben annimmt, die unter Mitwirkung der Centrifugalkraft und einer anderen namenlosen Kraft zu westlichen Strömungen werden, so kann ich mich auch hier kurz fassen, da ich gegen Mühry's Gravitations- und Ascendenz-Theorie in meiner erwähnten Schrift die Gegenbeweise bringe.

In Dr. Zarnke's Lit. Centralblatt Nr. 23 von 1877 glaubt der anonyme Referent über Krümmel's Theorie, dass diese auf einer solideren Basis ruhe, als die bisher über die Meeresströmungen vorgetragenen Meinungen, obwohl man ihre Urtheile noch nicht als abschliessend bezeichnen könne. In demselben Blatte Nr. 38 von 1877 bespricht ein anonymes Referent, vielleicht derselbe meine Theorie, von welcher er behauptet, dass Unterschiede der Verdunstung und des Salzgehaltes als Hauptursachen der meridionalen Strömungen keine Annahmen seien, die geeignet wären, meine Strömungstheorie zu fundiren. Ohne mit dem Herrn Anonymus rechten zu wollen, muss ich nur bemerken, dass ich die Unterschiede der Verdunstung niemals als Hauptursache der meridionalen Strömungen hinstellte, sondern denselben nur eine secundäre Wirkung beimesse, und dass die Basis, auf welcher Herr Dr. Krümmel seine Theorie aufbaut, leider keine so solide wie man es anzunehmen beliebt, ja dass man auf derselben niemals wird in der Lage sein, die fundamentalen Meeresströmungen erklären zu können; denn die Theorie von der Thermal- oder thermischen Circulation widerspricht der Erfahrung.

Nicht zu leugnen ist es, dass der Temperaturunterschied zwischen den Tropen- und Polarwässern Strömungen erzeugt, allein nur Oberflächen-Strömungen, nicht aber fundamentale, wie solche der Polar- und der Golfstrom sind, und zwar schon deshalb nicht, weil die Insolation erfahrungsgemäss höchstens 60—70 Faden tief reicht. Den weiteren Gegenbeweis kann ich mir hier erlassen, weil denselben bereits Maury in seiner physischen Geographie des Oceans, W. Thomson in diesen Mittheilungen (1871, p. 409 ff.),

Schilling in seinen Strömungen etc. (p. 12 ff.) und ich in meiner erwähnten Schrift (p. 59 u. a. O.) erbracht haben.

Hatte Dr. Mühry seine ursprüngliche Theorie von der Aequatorial-Strömung, dass diese in Folge des Nachbleibens des Wassers hinter der Erdrotation entstehe, durch die sogenannte Ascendenzströmung unter dem Aequator ersetzt, um sich daraus die Westrichtung des Aequatorialstromes erklären zu können, so geht Dr. Krümmel einen Schritt weiter und lässt die »überhitzten« Wasser nicht nur unter dem Aequator, sondern auch zwischen 6—10° n. B. aufsteigen und erklärt daraus die zwei äquatorialen West- und die von ihnen eingeschlossene Rückströmung.

Dr. Schmick, von der Richtigkeit seiner Strömungstheorie überzeugt, stellt die Frage:⁵⁾ »Wird man noch länger zu behaupten Lust haben, es existire am Aequator ein aufsteigender Strom kalten, schweren Wassers? Warum soll denn dort das kalte Wasser steigen, welches sonst allenthalben sinkt?«

Solche oder ähnliche Fragen mochten sich auch Dr. Krümmel aufgedrängt haben, wesshalb noch eine Kraft gesucht werden musste, welche im Stande sei, die dichten, mithin specifisch schwereren Wassertheilchen in die Höhe zu ziehen oder zu treiben. Aus »thermischen Gründen« allein kann solches nicht geschehen, es muss also die Hilfe der Centrifugalkraft in Anspruch genommen werden; aber noch immer sind diese vereinigten Kräfte nicht hinreichend, um den Effect der meridionalen und äquatorialen Strömungen zu erreichen; Dr. Krümmel lässt nun noch eine dritte geheimnissvolle Kraft hinzutreten, »von der wir zur Zeit nicht wissen, worin sie zu suchen ist,« eine Kraft, »welche noch nicht bei ihrem Namen benannt ist.«

Ich erlaube mir dagegen mit Dr. Schmick zu bemerken: »Es ist auffallend, wie Herr Dr. Krümmel bei Berechnung der sogenannten perpendicularen Circulation ein auf eine bloß willkürliche Annahme gestütztes Resultat ein »befriedigendes« nennen kann, um so mehr, als er auch hier ausser Acht lässt, wie die angebliche stetige »Beschleunigung« einen eben so stetig wachsenden Widerstand durch Reibung begegnen musste«, und füge noch die Frage bei, ob es überhaupt auch wissenschaftlich erlaubt ist, bei Erklärungen von Naturerscheinungen, um diese

⁵⁾ Mitth. d. Geogr. Ges. 1876, p. 615.

eben auf alle Fälle erklären zu wollen, Agentien heranzuziehen, deren Werth unbekannt, die namenlos sind, und deren Existenz in der willkürlichen Annahme derselben beruht?«

Ich will nun untersuchen, ob meine Theorie jenen vier Anforderungen entspricht, welchen jede Hypothese von wissenschaftlichem Werth genügen muss und ich meine, dass mit dem Gelingen eines solchen Nachweises auch die Haltbarkeit der Theorie selbst schon gegeben ist.

1. Dass das Phänomen der Meeresströmungen, bisher noch nicht befriedigend erklärt ist, beweisen eben die verschiedenen Theorien derselben, die bereits entstanden und noch entstehen, die aber auch noch meiner Hypothese Platz liessen.

2. Von Widersprüchen scheint meine Theorie frei zu sein, denn nicht nur dass ihr ein solcher bisher noch nicht zum Vorwurf gemacht wurde, dürfte sie schon aus dem Grunde solcher entbehren, weil sie vom erfahrungsmässig Gegebenen ausgeht und über dieses hinaus nach logischer Folge schliesst.

3. Ob meine Theorie auch der dritten Anforderung entspricht? Ich glaube, ja! Der Einwand, welcher dagegen erhoben werden könnte und auch wirklich erhoben wurde, ist, dass die Erdrotation nicht im Stande sei, selbstständig den Aequatorialstrom zu erzeugen, dass somit dort, wo ich ein Naturgesetz zu finden glaube, ein solches weder wirkt noch existirt.

Meine Theorie von dem Nachbleiben der leicht verschiebbaren Wassertheilchen hinter der Erdrotation ist nicht neu, denn schon Columbus erkannte und erfasste diese Erscheinung als in der Natur begründet, Kepler, Varenius und Kant erklärten »ein Nachschieben der Wasser« geradezu als Folge des Gesetzes der Trägheit, Mühry pflichtet dieser Ansicht bei, und wenn Schilling sagt, dass diese Ansicht jetzt die »weit vorherrschendere« sei, so ist solches gewiss wahr, wenn auch Dr. Krümmel diess nicht gefunden zu haben glaubt; denn ich meine, dass nur eine weit vorherrschende Ansicht in geographischen Hand- und Lehrbüchern Aufnahme finden kann.

Welche sind denn die Argumente, die man gegen dies Naturgesetz anführt? Das erste und letzte Argument ist: die Reibung, der Reibungswiderstand. Da heisst es z. B.: »Während der Jahrtausende, als die Erde sich um ihre Achse dreht, muss alles Flüssige vermöge des Reibungswiderstandes dieselbe Rotations-

geschwindigkeit der Erde angenommen haben.* In diesem Satz liegt also das Geständniss, dass ursprünglich Wasser und Luft allerdings der Rotationsgeschwindigkeit nicht folgen konnten, daher zurückbleiben mussten, allein da die Erfahrung uns lehrt, dass durch die Reibung jede Bewegung verzögert und endlich ganz aufgehoben wird, so muss solches auch in Luft und Meer der Fall sein, beide müssen daher schon längst die Rotationsgeschwindigkeit der Erde angenommen haben.

Diesen Einwand suchte ich eingehend in meinen »Strömungen« (p. 36—40) zu widerlegen, und ich füge hier nur noch bei, dass es *nir* ganz eigenthümlich vorkommt, wenn man einem Factor, dessen Wirkung in diesem Falle noch völlig unbekannt ist, daher auch nicht annäherungsweise, es geschehe denn willkürlich, durch Zahlen ausgedrückt werden kann, dass man einem solchen Factor, eben weil er existirt, eine *allgemeine* und so weit gehende Kraft vindicirt. Ich vermag keine Analogie zu finden zwischen einer auf der Ebene rollenden Kugel, oder einem auf den Schienen laufenden Wagen oder einem durch die Luft sausenden Projectil, deren Bewegung durch den Reibungswiderstand aufgehoben wird, und den Luft- und Meeresströmungen, ich müsste mich denn zur sogenannten »Propulsionstheorie« bekennen, deren Haltlosigkeit meines Erachtens hinlänglich von *M ü h r y u. A.* nachgewiesen worden ist.

Das Gesetz des Beharrungsvermögens ist ein Naturgesetz, das jeder Aggregatform immanent ist, das in jeder Aggregatform an und für sich in derselben Weise wirkt, daher seine Wirkungsäusserung in allen jenen Fällen, in welchen verschiedene Aggregatformen durch ein mechanisches Mittel verbunden sind, naturnothwendig verschieden sein muss.

Ich wende mich nun zu jenen Einwänden, welche dieses Naturgesetz aus seinen Consequenzen wiederlegen sollen. Herr *Dr. Benoni* hat in seiner freundlichen Anzeige meiner Schrift in diesen »Mittheilungen« (1877, p. 283 und 493 ff.) solche Consequenzen aufgezeigt, von welchen ich nur zwei hervorheben will, weil ich die übrigen bereits in diesen »Mittheilungen« (p. 409 ff.) besprochen habe.

Dr. Benoni sagt: »Im Falle der Giltigkeit dieser Theorie (gewiss Naturgesetzes) müsste die Aequatorial-Strömung mit riesiger Vehemenz die Ostküsten der Inseln und Continente treffen

und Zerstörungerscheinungen von nie geahnter Grösse hervorrufen.“

Gewiss, wenn diese Rückströmung eine der Erdrotation adäquate Geschwindigkeit hätte. Sie hat aber diese Geschwindigkeit nicht und kann sie gerade wegen des in Rede stehenden Naturgesetzes auch gar nicht haben. Denn wenn Tropfbarflüssiges und Festes, mechanisch miteinander verbunden, durch eine momentane Kraft in Bewegung gesetzt werden, so wird sich diese, beiden Aggregatformen miteinander und beide werden sich auch in derselben Richtung bewegen; allein das Tropfbarflüssige kann wegen des losen Zusammenhanges seiner Theilchen nicht dieselbe Geschwindigkeit einhalten, wie das Feste, es wird hinter diesem zurückbleiben, d. h. sich der Bewegungsrichtung entgegen aufstauen, aber niemals eine der Bewegung des Festen entgegengesetzte Bewegung von derselben Geschwindigkeit einschlagen können, weil es sich eben mit dem Festen mitbewegt. Die drei Experimente, welche ich in meiner Schrift (p. 37—39) anführe, beweisen dies ad oculos, aber leider scheint Herr Dr. Benoni auf Experimente keinen Werth zu legen.

Nehmen wir die Erde mit der Configuration, wie wir sie kennen, aber stillstehend an, und lassen wir sie durch eine momentane Kraft, die dann constant und continuirlich fortwirkt, in Bewegung setzen, so wird auch das Meer an dieser Bewegung theilnehmen, allein wegen des losen Zusammenhanges seiner Theilchen werden diese nicht insgesamt dieselbe Rotationsgeschwindigkeit einhalten können, sondern desto weiter hinter dieser zurückbleiben, je weiter sie von der Drehungsachse entfernt sind. Dieses Zurückbleiben wird sich in einem Aufstauen der Wassermassen nach Westen manifestiren, die aber auch eben dahin abfliessen müssen, weil der von ihnen im Osten verlassene Raum alsbald von benachbarten Wassermassen ausgefüllt wird, die nach den Gesetzen der Hydrostatik dorthin zu strömen gezwungen sind. Beträgt nun die Rotationsgeschwindigkeit der Erde unter dem Aequator 464 Meter in der Secunde und lehrt uns die Erfahrung, dass der Aequatorialstrom in 24 Stunden 24 nautische Meilen, also in der Secunde 0·53 Meter nach Westen treibt, so resultirt daraus eben nur, dass er nicht die volle Rotationsgeschwindigkeit der Erde erreichen kann, sondern hinter derselben um 0·53 Meter in der Secunde zurückbleibt. Es hat somit auch in diesem Falle der Satz Benoni's

seine volle Giltigkeit, »dass je grösser die Bewegungsgeschwindigkeit, desto intensiver die Rückströmung sein müsse.« — Die Bewegungsgeschwindigkeit der Rückströmung ist an der Oberfläche als von der Drehungsachse am entferntesten, auch am grössten und nimmt gegen die Tiefe zu immer mehr ab; ja noch mehr! Weil sich die Rückströmung dem Gesetze der »vis inertiae« so genau fügt, so nimmt ihre Geschwindigkeit nicht bloss gegen die Drehungsachse, sondern auch nördlich und südlich von dem grössten Drehungskreise, dem Gleicher ab. ⁶⁾ Daraus mag zur Genüge die Unmöglichkeit erhellen, dass das Zurückbleiben der Wasser hinter der Erdrotation in einer Strömung sich äussern könnte, deren Geschwindigkeit jener der Erdrotation gleichkäme, wesshalb auch die Sorge um jene immensen Zerstörungerscheinungen an den Ostküsten der Inseln und Continente wegfällt.

Der zweite Einwurf des Herrn Dr. Benoni, dass nämlich im Falle der Giltigkeit des eben besprochenen Naturgesetzes der Verlauf der Meeresströmungen ein von dem gegenwärtigen durchaus verschiedener, und die ostwestliche Richtung bis in hohe Breiten hinauf ganz allein vorherrschend wäre, führt mich zur Untersuchung, ob meine Theorie auch der vierten, im Eingange dieses Aufsatzes aufgestellten Forderung entspreche.

4. Welche sind die Erscheinungen und deren Eigenthümlichkeiten, die nach meiner Theorie erklärt werden sollen? Die regelmässigen Meeres- und Luftströmungen mit ihren Laufrichtungen und periodischen Schwankungen. Zu den ersteren zähle ich die meridionalen und äquatorialen Strömungen, natürlich in allen Oceanen, zu den letzteren die Passate, Monsune, Land- und Seewinde, Berg- und Thalwinde.

Die H a u p t u r s a c h e der meridionalen Strömungen ist nach meiner Theorie die Verschiedenheit des specifischen Gewichtes zwischen den Polar- und Tropenwassern, herbeigeführt durch die Verschiedenheit des S a l z g e h a l t e s dieser Wasser. Ich schliesse mich mit dieser Theorie nicht, wie Dr. Benoni irrthümlich meint, der Hauptsache nach Carpenter und Hann an; denn ersterer vertheidigt bekanntermassen noch heute die »thermische Circulation« und Professor Hann hat meines Wissens eine Theorie über Meeresströmungen nicht aufgestellt; die Grundlage derselben

⁶⁾ Vgl. die Tabelle in meinen »Strömungen« p. 42.

bildet vielmehr die Ansicht Maury's, »dass der Salzgehalt des Meeres ein sehr gewaltiges Agens des oceanischen Kreislaufes sei.« Hatte ich mir nach Maury's Ansicht Entstehung und Verlauf der meridionalen Meeresströmungen construirt, so bekam meine Theorie erst Form und Gestalt und ich die Ueberzeugung von der Richtigkeit derselben durch Dr. Hann's Forschungsergebnis: »Der Salzgehalt des Meerwassers nimmt mit der Tiefe und der geographischen Breite zu, und ist im Polarmeer erheblich grösser als unter den Tropen.« Hiermit waren die Untersuchungen Forchhammer's, die sich nur auf die Oberfläche des Meeres beschränkten, lahm gelegt und es ist geradezu merkwürdig, dass Dr. Krummel, der seine Theorie über die äquatorialen Meeresströmungen fast gleichzeitig ⁷⁾ mit meiner publicirten in derselben noch behaupten mag, »dem Salzgehalt der Meere könne keine Rolle in dem System einer allgemeinen Meerescirculation beigegeben werden.« (p. 36).

Temperaturunterschied, Verdunstung, Winde etc. werden immer nur im Stande sein, Oberflächenströmungen zu erzeugen, aber nimmermehr fundamentale. Solche kann nur der verschiedene Salzgehalt hervorrufen, der mit der Tiefe und geographischen Breite zunimmt. Den vollen Beweis hiefür erbringe ich in meinen »Strömungen« etc. (p. 64—67), hier mögen nur folgende schlagende Zahlen angeführt werden:

Dichte des Meerwassers:

	5° n. Br.	20° n. Br.	Polarmeer
An der Oberfläche	1·0229	1·0252	1·0278
In der Tiefe von 900 Fuss	1·0264	1·0275	1·0290

Ein Cubikmeter Polarwasser wiegt bei 0° C. und 3·5‰ Salzgehalt 1274·6 Kilogramm. Dasselbe Quantum Tropenwasser bei 28° C. und mit 3·3‰ Salzgehalt dagegen nur 841·9 Kilogramm, also um 432·7 Kilogramm weniger. An der Hand solcher Thatfachen musste ich zu dem Schlusse kommen: Schon diese Gewichts-differenz allein wäre im Stande, eine permanente und fundamentale Circulation in meridionaler Richtung einzuleiten, ohne die »variae causae«, wie Wärmedifferenz, Verdunstung, Winde etc.; da diese aber in Wirklichkeit bestehen und die meridionalen Strömungen mehr oder weniger unterstützen, so müssen wir sie als secundäre Ursachen ansehen, deren Wirkung gewiss nicht zu unter-

⁷⁾ Vergl. meine »Strömungen« p. 24, Anmerkung.

schätzen ist. Da die Function dieser Strömungen Compensation ist, so ist die Kraft, welche sie in Bewegung setzt, die Compensationskraft, die nur attractiv, oder nach Mü h r y »in fronte«, aber niemals impulsiv, oder »a tergo« wirken kann.

Dieselbe Function haben aber auch die Luftströmungen. Denn auch sie haben im Allgemeinen die Dichtigkeitsunterschiede in der Atmosphäre auszugleichen, mithin werden auch sie durch die Compensationskraft in Bewegung gesetzt, oder wie Mü h r y sagt, durch »Aspiration«, aber niemals durch »Pröpfung«. Die Ursachen der Dichtigkeits-Differenzen in der Luft sind entweder tellurische oder topische, doch beide äussern sich in gleicher Weise, d. i. durch Temperatur-, resp. Luftdruck-Differenz. Diese kurze Andeutung mag vorläufig genügen, um zu zeigen, dass sich nach meiner Theorie auch die Luftströmungen erklären lassen dürften, trotz des Stossseufzers des Herrn Anonymus im »Lit. Centralblatt«^{*)}, den ihm die Annahme einer solchen Attraction oder Aspiration erpresst.

Gehe ich nun zu den äquatorialen Strömungen über, so muss ich auch hier hervorheben, dass unter »Aequatorial-Strömungen,« oder »Aequatorial-Strom« nur jene Strömung zu verstehen ist, die einheitlich und ungetheilt zu beiden Seiten des Aequators nach Westen treibt, und sich weiter nach Süden als nach Norden erstreckt. Die sogenannte »Nordatlantische Aequatorial-Strömung« hat mit der oben bezeichneten sonst gar nichts als nur die Laufrichtung gemein, und kann am allerwenigsten eine Compensation des Aequatorialstromes sein.^{*)}

Ich nenne diese Strömung nach der Function, welche ihr die Natur angewiesen hat, äquatorialen Compensationsarm des Golfstromes und beweise die Thatsächlichkeit dieser Function p. 51—53 in meinen »Strömungen«. Dass dies auch mit der analogen Strömung im grossen Ocean der Fall ist, sowie dass der Aequatorialstrom im stillen Ocean nicht im Stande ist, den Kuro-Siwo zu erzeugen, werde ich erst im II. Theile meiner Schrift beweisen, wie ich es bereits aus der topischen Gestaltung des äquatorialen Beckens im atlantischen und der Wassermasse erwiesen zu haben glaube, dass der Aequatorialstrom den Florida- oder Golfstrom zu erzeugen nicht im Stande ist (»Strömungen« p. 68—71).

*) Nr. 38 von 1877, p. 1282.

*) Beweis hiefür in meinen »Strömungen« p. 41.

Dieser Compensationsarm des Golfstromes ist aber, wie die Messungen der »Challenger-Expedition« darthun, eine Oberflächenströmung, unter welcher die arktischen Wasser gegen den Aequator treiben; es fällt somit die Annahme Dr. Krümmel's weg, die sogenannte nordatlantische Aequatorialströmung sei auch ein Ascendenzstrom, wie der unter dem Aequator.

Die Guinea- oder die äquatoriale Gegenströmung im atlantischen Ocean folgt ebenfalls einer Compensationskraft, die am Ostende des Aequatorialstromes, d. i. im Meerbusen von Guinea ihren Sitz hat. Ihre Entstehungsursache, der Grund ihrer schwankenden Ausdehnung nach Westen, die dazwischen auftretenden stromlosen Gürtel, sowie die Heranziehung eines Theiles von der Compensationsströmung des Golfstromes, habe ich auf Grundlage der Arbeiten Koldewey's erklären können, und aus der Vergleichung der Bewegungsverhältnisse zwischen der Aequatorial- und Guineaströmung ¹⁰⁾ so überraschende Thatsachen gefunden, welche umzustossen, wohl vergeblich sein dürfte, die aber eben so sehr meine Theorie stützen. Es ist daher unrichtig, wenn Dr. Schmick noch im 12. Heft der Zeitschrift »Gaea« von 1877, p. 735 sagt: »Die bisherigen Theorien hatten keine Spur von Erklärung für die auch von Herrn Koldewey nachdrücklich hervorgehobenen monatlichen Verschiedenheiten gedachter Bewegungen«, — da ich, wenn nicht früher, so doch gleichzeitig mit Dr. Krümmel aus den Arbeiten Koldewey's nicht nur auf die monatliche Verschiedenheit der Stromlänge und Stromstärke hinweise, sondern sie geradezu aus meiner Strömungstheorie (p. 50) erkläre.

Analoge Verhältnisse herrschen auch zwischen dem Aequatorialstrom und der äquatorialen Rückströmung im grossen Ocean.

Es erübrigt mir nur noch über die Stromrichtung zu sprechen. Oft und von den Anhängern der verschiedensten Theorien wird das Beispiel gebraucht, dass, wenn die Erde mit einer gleich dicken ununterbrochenen Wasserhülle umgeben wäre, die Erdrotation eine Bewegung des Wassermantels in seiner ganzen Mächtigkeit nach Westen hervorrufen würde. Es wird somit eine allgemeine östwestliche Bewegung der Wasser in Folge der Erdrotation zugegeben, aber nur in der angeführten Voraussetzung. Ich schliesse nun so: Diese Voraussetzung trifft in Wirklichkeit

¹⁰⁾ Vergl. die Tabelle in meinen »Strömungen«, S. 49.

deshalb nicht zu, weil die allgemeine Westströmung durch Continente, Configuration des Meeresbodens, Winde, Temperatur-Unterschiede der Wasser, ungleiche Verdunstung und Differenz des Salzgehaltes etc. gestört wird, d. h. sie wird überall dort ihre ostwestliche Richtung aufzugeben gezwungen sein, wo ihr dergleichen Hindernisse entgegentreten, dort dagegen ihre ursprüngliche Richtung beibehalten, wo solche Hindernisse fehlen, oder wo sie solche zu überwinden im Stande ist. Alle Hindernisse können aber in zwei Gruppen getheilt werden: in primäre und secundäre. Zu ersteren rechne ich die Continente, grosse Inseln und Inselgruppen, gewaltige Erhebungen des Meeresbodens und den verschiedenen Salzgehalt der Meerwasser, zunehmend mit der Tiefe und geographischen Breite. Diese Hindernisse werden die Ostwestströmung in ihrer ganzen Mächtigkeit stets ablenken, und zwar das Feste in der Richtung seiner Conturen, die Differenz des Salzgehaltes dagegen dadurch, dass sie fundamentale Strömungen in Nord- und Südrichtung hervorruft.

Zu den secundären Hindernissen rechne ich unbedeutende Erhebungen des Meeresbodens, einzelne kleine Inseln oder weit zerstreute Inselgruppen, die Winde, Verdunstung, Temperatur-Differenz. Das Feste wird in diesem Falle die Ostwestrichtung nur wenig stören, die meteorologischen Erscheinungen dagegen nur eine oberflächliche Ablenkung zur Folge haben. In beiden Fällen jedoch, d. h. treten der Ostwestrichtung nur primäre oder secundäre Hindernisse entgegen, wird sich die ostwestliche Richtungstendenz offenbaren müssen, auf das Feste durch einen entsprechenden Druck auf alle meridionalen Strömungen durch ein Ablenkungsbestreben nach Westen.

Gegen die Richtigkeit dieser Schlussfolgerung dürfte sich kaum ein Zweifel erheben lassen. Und gerade diese Schlussfolgerung lehrt mich, dass der Verlauf der Meeresströmungen kein von dem gegenwärtigen verschiedener zu sein braucht und dass das ostwestliche Ablenkungsbestreben sich in der That bis in hohe Breiten bemerkbar macht, aber durchaus nicht »ganz allein vorherrschend« sein kann.

Werfen wir einen Blick auf die Strömungskarte, so werden wir alsbald bemerken, dass jede meridionale Strömung eine solche Tendenz durch Ausbiegung nach Westen zeigt, dass also nicht nur die von den Polen zum Aequator treibenden Wasser gegen Westen

ausweichen, sondern dass auch der Kuro-Siwo und der Golfstrom bis in die höchsten Breiten nach Westen auszuweichen streben und es auch immer thun, wenn ihnen keine Hindernisse entgegentreten, dass ferner der Brasil- und Mozambiquestrom, trotzdem sie aus Breiten mit grösserer in solche mit kleinerer Umdrehungsgeschwindigkeit treiben, nach Westen ablenken und nicht nach Osten »voreilen.« Ich muss deshalb auch hier den Satz aussprechen: Hätte die Erdrotation wirklich auf die vom Aequator zu den Polen treibenden Strömungen einen nach Osten ablenkenden Einfluss, so müsste sie ihn wohl dort am ersten geltend machen, wo sie nichts daran hindert; geschieht diess nun nicht, was thatsächlich beim Golfstrom der Fall ist, wie ich zur Evidenz für jeden einzelnen Fall desselben nachgewiesen (p. 74—84), so liegt meines Erachtens doch wohl eine Nöthigung vor, einen derartigen Einfluss als nicht existent zu betrachten. Analog muss die Achsendrehung der Erde auch auf die Luftbewegungen wirken, wobei jedoch die Aggregatform des Bewegten wieder besonders zu erwägen sein wird.

Soll meine Theorie der Anforderung im 4. Punkte ganz entsprechen, so müssen sich nach ihr auch die sogenannten Sargasso-Meer erklären lassen und sie muss den Grund angeben, warum die Strömungen in der Regel an den Rändern der Oeane ihren Lauf nehmen.

Diese Erscheinungen können aus den physikalischen Gesetzen erklärt werden, auf welche meine Theorie sich stützt. Wenn es richtig ist, dass jene meridionalen Strömungen, deren Hauptzweck im Ausgleich des verschiedenen Salzgehaltes zwischen den Tropen- und Polarwassern besteht, fundamentale sein müssen, so muss auch jede dieser Strömungen dort am intensivsten sein, wo der sie einleitende Factor: Verdunstung und die diese bewirkende Temperatur im geraden Gegensatze zum Salzgehalt stehen, weil eben dort die Störung des Gleichgewichtes am grössten ist; dagegen wird dort die Intensität der Strömungen geringer werden, wo sich auch dieser Gegensatz vermindert oder abschwächt und es ist nach physikalischen Gesetzen eine Zone zulässig, ja wahrscheinlich, wo die Differenzen im Salzgehalte die Differenzen in den Temperaturen aufwiegen in der Weise, dass Wasser verschiedener Temperaturen und verschiedenen Salzgehaltes neben- und übereinander im Gleichgewicht, d. h. in relativer Ruhe sein kann.

Solche Zonen relativ ruhigen Wassers sind die Sargassomeere. Tiefseemessungen haben gezeigt, dass die Sargassosee im nordatlantischen Ocean arktisches Grundwasser hat und dass dieses ebenso relativ ruhig ist, wie die darüber liegenden Schichten warmen oder durchwärmten Wassers. Dieser Grundstock relativ ruhigen Wassers, oder die Sargassomeere verhindern nun, dass die nach Nord und Süd und umgekehrt fließenden Wasser nicht auf dem kürzesten Weg an ihr Ziel gelangen können, wie es allerdings das physikalische Gesetz verlangt; es steht ihnen eben die kürzeste Bahn nicht offen, oder wie Maury sagt, es »erlaubt ihnen die Natur nicht«, den kürzesten Weg einzuschlagen. Sie drängen sich daher, indem sie dieses Hinderniss umgehen, an die Ränder der Oceane und ziehen diesen entlang, um ihre Compensationsaufgabe zu erfüllen. Die Sargassomeere sind aber ebenso die beengenden Ufer für die äquatorialen Strömungen, deren Lauf-richtung sie wesentlich modificiren. Wo solche Zonen relativ ruhigen Wassers fehlen, dort muss der Kaltwasserstrom schon deshalb westlich von dem warmes Wasser führenden verlaufen weil sein specifisch schwereres Wasser vermöge des ablenkenden Einflusses der Erdrotation einen stärkeren Druck nach Westen ausübt, als die Strömung mit warmem, also specifisch leichterm Wasser.

Wenn Dr. Benoni den Wunsch ausspricht, dass ich meine unhaltbare Theorie um so eher fallen lassen möge, da ich dieselbe als »Versuch« in die Oeffentlichkeit geschickt, so soll dies für mich vielmehr ein Sporn sein, sie weiter auszubauen, und zwar nach jenen wissenschaftlichen Forderungen, die ich am Anfang dieses Aufsatzes aufgestellt und im Verlauf desselben besprochen habe.

Notizen.

Die Colonie Neu-Süd-Wales von Henry Graffrath. — Die Colonie Neu-Süd-Wales wurde als Verbrecher-Colonie am 26. Januar 1788 auf dem sogenannten Macquarie-Platze in der jetzigen City of Sydney proclamirt. Ihr erster Gouverneur bis zum 10. December 1792 war Capitän Arthur Phillip. Die Bevölkerung bestand an diesem Tage aus 1044 Personen, von denen 696 Sträflinge waren, meistens junge Leute aus den Agricultur-Districten Gross-