

Die Tiefsee-Untersuchungen und ihre wichtigsten Resultate.

Von Prof. Dr. Franz Toula.

(Mit Tafel und Karte.)

(Fortsetzung.)

Unzählige Sondirungen setzen uns in den Stand, Schichtenlinien (Linien gleicher Meerestiefen) zu verzeichnen und uns in grossen Zügen ein Bild von der Oberflächen-Gestaltung zu entwerfen. (Siehe die Karte.) Vor Allem geht aber aus ihnen hervor, dass die Tiefen nicht so gross sind, wie man bis vor Kurzem anzunehmen geneigt war. Die mittlere Tiefe des Nordatlantischen Oceans beträgt aber trotzdem noch immer etwas über 12000 Fuss oder circa 3800 Meter; eine Tiefe, welche gleich ist der Höhe des höchsten Tafellandes von Asien!

Das atlantische Becken ist eine ungeheure Längenfurche, welche in nordsüdlicher Richtung in der festen Erdkruste eingegraben ist und sich von einem Pol zum anderen erstreckt, eine uralte Depression, die im mittleren und südlichen Theile vielleicht seit der Jura-Formation ununterbrochen von den Fluthen des Weltmeeres erfüllt ist.

In der arktischen See fanden die schwedischen Forscher Torell und Otter (1861 und 1868) im Westen und Südwesten von Spitzbergen Tiefen über 2000 Faden*). Südlich davon erhebt sich ein weites Plateau, circa 500 Faden (900 Meter) unter dem Meeresspiegel gelegen, durch welches Spitzbergen, Island, die Faröer-, Shetland-, Orkney- und die britischen Inseln mit Norwegen und Frankreich verbunden werden**). Von Irland westwärts sinkt der Meeresboden im allgemeinen bis zu 2000 Faden (3660 Meter), einer Tiefe, welche nach Westen hin bis Neufundland anhält und nur an wenigen Stellen übertroffen wird. Es ist dies das sogenannte Telegraphen-Plateau***). Ein circa 1000 Kilometer weites und 4600 Meter tiefes Thal zieht sich, nahe an der Südwestküste von Irland beginnend, längs der Küste von Europa und Afrika bis gegen die Cap Verdischen Inseln, wo es mit einem, aus dem südatlantischen Becken nach Norden streichenden viel breiteren Thale zusammentrifft. Das letztere, den ganzen nördlichen und äquatorialen Theil der Kolossalfurche erfüllend, wendet sich nach Norden, zieht sich in einem ungeheuren Bogen an der amerikanischen Küste hin, erreicht hier

*) Die grösste von Torell 1861 sondirte Tiefe betrug circa 1400 Faden, im Jahre 1868 wurde die Tiefe von 2650 Faden gelothet.

***) Mac. Clin tock untersuchte im Jahre 1860 auf I. M. S. „Buldog“ die Linie Faröer-Island-Grönland-Labrador behufs der Legung eines Telegraphen-Cabels.

****) Die Untersuchung der Linie Neu-Fundland-Valentia wurde von Berry mann (mit Brooke und Massey) an Bord d. U. St. Steamers „Arctic“ im Jahre 1856 vorgenommen.

Die Linie Neufundland-Azoren-England sondirte Daymann 1857.

nördlich von den Inseln Sombrero und St. Thomas (den nördlichsten von den kleinen Antillen), die grösste bis nun sicher sondirte Tiefe von 3875 Faden (7091 Meter *)), und lässt sich bis nach Grönland hin verfolgen. Hier tritt eine Gabelung ein, ein Ast dringt in die Baffins-Bai nur wenig ein, der andere, immer noch mit Tiefen bis 1500 Faden, zieht sich an der Ostküste von Grönland in das arctische Becken. Zwischen diesen beiden Abgründen erhebt sich ein weiter, fast ebener, von 25° n. Br. bis in die Breite von Irland reichender, submariner Rücken, der fast überall 1500 Faden (2700 Meter) unter der Meeresoberfläche liegt. Seine Culmination bildet die Vulkangruppe der Azoren, deren höchster Berg, der Pico, 2405 Meter hoch in die Wolken ragt. (Die Spitze circa 5000 Meter über die Plateaufläche.) Unmittelbar südlich von den Azoren befindet sich ein mächtiger Einsturz, der wohl vulkanischen Ursprunges sein dürfte. — Ob auch im südlichen Theile des atlantischen Ocean die beiden durch eine mittlere Erhebung geschiedenen Längsmulden vorkommen, ist durch Sondirungen bisher nicht sichergestellt, da die Challengerroute von Insel zu Insel ging und kein Querprofil ergab. Die später zu besprechenden Temperaturvertheilungen in den Tiefen des Oceans machen es wahrscheinlich, dass sich vom St. Paul-Felsen eine zusammenhängende Bodenerhebung bis Ascension und St. Helena ausdehnt**).

Viel spärlicher sind die Mittheilungen über Sondirungen im indischen, antarktischen und pacifischen Ocean.

Eine Anzahl höchst werthvoller Angaben aus dem südlichsten Theile des indischen Oceans bis an die Eisgrenze verdanken wir dem „Challenger“. Es sind verhältnissmässig nur geringe Tiefen gefunden worden (von 2400 bis gegen 3700 Meter). Diese Thatsache ist besonders aus dem Grunde von Bedeutsamkeit, weil sie die Annahme von ganz aussergewöhnlichen Meerestiefen, auf die schon vielfach bei mannigfaltigen Hypothesen geschlossen wurde, auf ein bescheidenes Maass zurückführen würde. Das Plus an Wasser auf der südlichen Hemisphäre bleibt unberührt, wird aber auf die ausserordentliche Weite der Meeresbecken

*) Im ganzen nordatlantischen Becken sind bis jetzt nur wenige sichere Sondirungen über 3000 Faden (5500 Meter) bekannt geworden, vier davon verdanken wir der Challenger-Expedition. Dieselben beweisen die Richtigkeit der im Jahre 1870 von John Irwing (von der amerikanischen Marine) vorgenommenen Tiefsee-Untersuchungen.

**) Aus dem südatlantischen Ocean liegen vom Challenger folgende Tiefenangaben vor. Von St. Salvator (Bahia) nach Tristan d'Acunha:

2150, 2350 (rother Thon), 2275, 2050, 1900, 2025 (Globigerinen-Schlamm).
Von Tristan d'Acunha, zum Cap der guten Hoffnung:

2100, 2550, 2650 (rother Thon), 2325, 1250 (Grauer Schlamm).

beschränkt, in Bezug auf die Tiefe der Meere dürften sich beide Hemisphären ziemlich gleich verhalten, ja allem Anscheine nach die grösseren, freilich mehr localisirten Meerestiefen sogar auf die nördliche Erdhälfte fallen.

Erwähnenswerth ist, dass auf der untersuchten Linie die Tiefen mit der Annäherung an Australien auffallend grösser wurden; sie nehmen von der Eisgrenze (circa 65° südl. Breite) bis in die Nähe von Tasmanien stetig zu, von 3300 Met. bis auf 4755 Meter *).

Nach einer der neuesten Meldungen über die Arbeiten des „Challenger“ zwischen Australien und Neu-Seeland (Petermann's geogr. Mitth. 1874, pag. 467) geht hervor: 1. „dass Australien an seiner Südostküste sehr schnell abfällt; 2. dass es von Neu-Seeland durch eine 2600 Faden tiefe Rinne getrennt ist, und 3. dass das letztere sehr allmählig aus dem Meere emporsteigt.“

Auch dem pacifischen Ocean rückt man in jüngster Zeit näher auf den Leib. Ausser einigen älteren Tiefenangaben, zwischen 2000 und 2700 Faden (3660 und 4940 Meter) liegen nun schon mehrere Sondirungsreisen vor und sind im nächsten Jahre neue Untersuchungen durch den „Challenger“ zu erwarten.

Im vorigen Jahre bewilligte der Congress der vereinigten Staaten die nöthigen Mittel für die Vorarbeiten zur Legung eines unterseeischen Kabels zwischen Nord-America und Japan. Der V. St. Dampfer „Tuscarora“ wurde zu den nothwendigen Tiefenmessungen beordert. Man fand in

*) Von Capstadt nach Melbourne.

	Südl. Breite.	Oestl. L. v. Gr.	Meter.	Bodenbeschaffenheit.
1		Bei Capstadt	179	Sand
2	35.04	19.24	274	„
3	36.48	18.37	3475	Glob. Schlamm
4	45.57	34.39	2871	„
5	46.46	45.31	2515	„
6	46.16	48.27	2926	„
7	46.57	50.52	1097	„
8	46.47	51.37	384	steinig
9	46.53	51.52	1005	„
10	52.04	71.22	274	Kies
11	60.52	80.20	2305	Diatomeen-Schlamm.
12	65.43	79.49	3063	Schlamm,
13	64.37	85.49	3292	„
14	64.18	94.47	2377	„
15	62.26	95.44	3612	„
16	53.55	108.35	3566	Diatomeen-Schlamm.
17	50.01	123.04	3292	Glob.-Schlamm.
18	47.25	130.22	3932	„
19	42.42	134.10	4755	Rother Thon

der Nähe von Vancouver's-Insel einen nach Westen sich allmählig senkenden Meeresgrund, welcher sich in jeder Beziehung zur Kabellegung eignet. Man sondirte Tiefen von 2000 bis über 4500 Meter und entdeckte auch einige steil aufragende unterseeische Berge. Der eine liegt mit seinem Gipfel 1842 Meter unter dem Niveau des Meeres ($51^{\circ} 40'$ N. Br. $137^{\circ} 32'$ westl. Länge), der zweite 1821 Meter tief, über einer Fläche von 2926 bis 3110 Meter Tiefe*). Da wir uns hier in einem ausgesprochen vulkanischen Terrain befinden, liegt wohl der Schluss nahe, dass wir es hier mit alten Vulkan-Ruinen zu thun haben. Die Sondirungen erstreckten sich bis zur Insel Unalashka (Ounálaschka), einer der Aleuten, an deren Nordwestrande das seichte Plateau der Beringsee beginnt, wo im vorigen Jahre von Dall nur 110 Meter gelothet wurden. Die Aleuten stünden demnach, was schon aus ihrer durchaus vulkanischen Natur hervorgeht auf einer grossen Absturzlinie, einer ungeheueren Verwerfungsspalte.

Dasselbe Unternehmen wurde in diesem Jahre durch Capitán G. E. Belknap fortgesetzt und lieferte einige ganz überraschende Resultate. So fand man kaum 100 Seemeilen östlich von der japanischen Küste 3427 Faden (6271 Meter) Tiefe, ja nicht fern davon erreichte man selbst bei 4643 Faden (8570 Met.) noch keinen Grund. Aehnliche Tiefen fand man nahe an der Ostküste der Insel Jeso, wo 3307, 3493, 3587, 4340 und 4555 Faden (= 6052, 6392, 6564, 7942 und 8519 Met.) sondirt wurden. Wenn hiebei nicht etwa der Kuro-Siwo oder schwarze Strom, der dem Golfstrom des Atlantic analoge grosse japanische Strom störend beim Sondiren eingewirkt hat, so haben wir es hier mit der grössten mit einiger Sicherheit bekannten Depression der Erde zu thun. Bezeichnend ist dabei die Thatsache, dass dieselbe wieder nördlich vom Aequator und nahe der Ostküste eines Continent's gelegen ist, wie dies ganz ähnlich so in dem nordatlantischen Ocean der Fall ist. Auch hier liegt sie in der Nähe eines ausgezeichnet vulkanischen Gebietes, so dass man ver-

*) Nach den hydrographischen Mittheilungen: II. Jahrg. 45:

Die Tiefe bei 100 Seemeilen	Entfernung vom Cap	Flattery	732 Meter
" 150	"	"	1829 "
" 170	"	"	2561 "
" 200	"	"	1829 "
" 300	"	"	2926 "
" 400	"	"	3475 "
" 600	"	"	3657 "
" 800	"	"	4023 "
" 1000	"	"	4389 "
" 1100	"	"	4527 "

sucht wird, an ungeheuerere Einstürze in Folge der Thätigkeit der unterirdischen Kräfte zu denken.

Man gab sich nicht zufrieden damit, die Tiefen der Oeane zu bestimmen und die Ablagerungen vom Meeresgrunde in kleinen Proben zu Tage zu befördern, man wollte noch viel mehr erfahren. Da eine Untersuchung der Bodenproben sehr bald ergab, dass auch in jenen so lange für unergründlich gehaltenen Tiefen das Leben nicht völlig erloschen sei, sondern stellenweise sogar in eigengearteter Ueppigkeit bestehe, ging das Bestreben der Forscher dahin, möglichst viel davon an's Licht zu bringen. Zu diesem Zwecke versuchte man das von den Naturforschern für geringere Tiefen längst mit Vortheil angewandte Schleppnetz oder Scharnetz, auch *Dragge*, *Dredge* oder *Dredsche* genannt, auch in grösseren Tiefen in Verwendung zu bringen, welche Versuche mit den schönsten Erfolgen gekrönt wurden. Der erste, welcher das Schleppnetz des Fischers zu wissenschaftlichen Untersuchungen anwendete war *Edward Forbes*, er musste dabei sein eigener Lehrer sein, besass nur die einfachsten Instrumente und war niemals in der Lage, seine Untersuchungen auf grössere Tiefen als 550 Meter auszu dehnen. Das Schleppnetz ist ein einfaches Gerüste aus Eisenstangen, welches an dem einen Ende mit einem Seile, am anderen aber mit einem eisernen Rahmen verbunden sind, dessen Leisten in scharfschneidige Scharwerkzeuge umgewandelt sind, die beim Hinziehen über den Boden diesen abkratzen und alles bunt durcheinander in einen aus grober Leinwand, starkem Schnurnetz oder aus einem feinmaschigen, innen mit Stoff ausgefüllten Drahtnetz angefertigten Sack befördern. Für grosse Tiefen muss das Schleppnetz entsprechend beschwert werden. Auf dem „*Porcupine*“ waren Seile von 5500 Meter Länge in Anwendung. Da bei dem wirren Durcheinander im Schleppnetze zartere Thiere in der Regel zerquetscht wurden schlug *Capitän Calver* vor, an dem unteren Ende des Netzes eine lange Stange, und an dieser eine Anzahl von Hanfbündeln zu befestigen, welche Vorrichtung (Fig. 1) sich auf das Vorzüglichste bewährte und bei allen weiteren Kreuzungen in Anwendung gebracht wurde. Seeigel, Seesterne und Seelilien, Spongien, Krebse und dergl. verwickeln sich in den Fasern und werden gut erhalten heraufgebracht.

„Die Plünderung des Meeresbodens mit dem Schleppnetz (sagt *Häckel*) ist ein Jagdvergnügen von ganz eigenem Reize, wenn auch oft Geduld und Kräfte stark auf die Probe gestellt werden. Die neugierige Spannung, was wohl für kostbare Schätze aus der verborgenen Tiefe heraufgebracht werden würden, ist gross, sie wächst mit den Anstrengungen, welche die schwere Arbeit des Dredscheus erfordert. Die Aufregung und der Eifer des dredschehenden Zoologen sind nicht geringer als die eines Goldgräbers.“

Dabei wird manchmal die Erwartung bitter getäuscht. Dies ist schon für geringe Tiefen nicht erfreulich, bei grossen Tiefen, wo die Arbeit stundenlang andauert, aber um so unangenehmer. Ich will in Kürze den Vorgang und die Einrichtungen bei einer Tiefseedredschung schildern. Auf dem Challenger wird die Dredschung von der grossen Raa (Maingard) aus, vorgenommen. An diesem ist eine Rolle befestigt, über welche ein starkes Ziehseil läuft, das an dem einen Ende die für das Schleppnetzseil bestimmte Rolle trägt, an dem anderen Ende aber mit einem Apparate in Verbindung steht, welcher der Ansammler oder Accumulator genannt wird. Er besteht aus einer grossen Anzahl (bis 75) von starken Kautschuck Stäben, diese sind an 2 Holzscheiben befestigt und zeigen durch die Veränderung ihrer Ausdehnung unter dem Zuge des schweren Schleppnetzes das Erreichen des Grundes an. Das Schleppnetz wird über Bord geworfen und sinkt unter seinem eigenen Gewichte zu Boden. Nachdem 300 Faden (circa 550 Meter) des 2—2 $\frac{1}{2}$ “ starken Seiles abgelaufen sind, befestigt man an demselben ein entsprechendes Gewicht. (2—3 Ctr.) In neuester Zeit verwendet man einen entsprechend beschwerten Hydra Sinker, um nicht das grosse Gewicht wieder emporziehen zu müssen. Bei einer Tiefe von 2740 Faden (5014 Meter) währte es nun beispielsweise 4 und $\frac{1}{2}$ Stunde, um das Schleppnetz wieder einzuziehen (es ist wohl selbstverständlich, dass diese Operationen mittelst einer Dampfmaschine vorgenommen werden). Das Resultat war ein Sack voll Schlamm, der nach mehrstündigem aufmerksamen Schlemmen mit feinen Sieben, drei, sage drei winzige Muschelschalen und 2 kleine Moosthierstöckchen lieferte. In solchen Fällen ist ein gutes Stück selbstverleugnender Hingabe nothwendig, um nicht entmuthigt zu werden. Dafür kommen aber auch wieder Züge zu Tage, überreich an Schätzen. aller Art, die Herzen der Forscher erfreuend und für Dredschzüge schlimmer Art entschädigend.

Die seit der Gründung der Commission für die Untersuchungen mit dem Schleppnetze im Jahre 1839 (deren Haupt Edward Forbes war) unternommenen, zahlreichen Untersuchungen, an denen sich vorzugsweise in America Graf Pourtalès und Louis Agassiz, der Schwede Lovén, der Däne Steenstrup und die Norweger Sars Vater und Sohn, sodann die Franzosen Milne Edwards, Deshayes und Duthiers, die Deutschen Grube und Oscar Schmidt, vor allen aber die Engländer Edw. Forbes, Wallich und neuerdings Carpenter, Wyville Thomson und Gwyn Jeffreys betheiligt haben, eröffneten der nimmer rastenden Wissenschaft ein neues weites Feld. Fast jeder Zug verbreitet neues Licht oder erhellt irgend ein dunkel gebliebenes Fleckchen, ganz unbekannt oder schon längst für ausgestorben betrachtete Thierformen werden aus ihrem dunklen Wohnsitz an's Licht des Tages,

vor die Augen der unermüdlichen Forscher gebracht. Ungeheuer ist das Material welches jetzt bereits vorliegt, und doch sind erst nur ganz kleine Theile des Meeresbodens durchsucht und bleibt noch so unendlich viel zu thun übrig.

Die zahlreichen, besonders in den Binnenmeeren und an den Küsten der Continente zu Tage beförderten Bodenproben haben die Mittel an die Hand gegeben, Karten nach Art der geologischen Karten des Festlandes auch für den Meeresboden zu entwerfen. Delesse, der unermüdliche französische Geologe, hat die Resultate der Tiefsee-Untersuchungen zuerst zu einer „Lithologie des Bodens der Meere“ verarbeitet, und uns mit einer neuen Art von Karten bekannt gemacht, auf welchen durch verschiedene Farben die verschiedenartige mineralogische Beschaffenheit der submarinen Felsgebilde und der modernen Ablagerungen auf dem Meeresgrunde bezeichnet ist. Drei derartige Karten sind bis nun erschienen, welche die Verhältnisse des Meeresbodens an den Küsten von Europa (mit besonderer Berücksichtigung der französischen Küstenstriche) und an der Ostküste von Nordamerica darstellen. Ich habe es in dem beiliegenden Kärtchen versucht, die von Delesse gegebenen Darstellungen mit den neueren Untersuchungen an den Küsten sowohl als auch auf der offenen See zu verbinden.

An dieser Stelle soll auch eines, wenn auch negativen, so doch trotzdem nicht unwichtigen Resultates der Tiefsee-Sondirungen gedacht werden, in Bezug nämlich auf die von Herrn Dr. Mohr aufgestellte Ansicht über die Entstehung der Steinkohle, welche von Herrn Professor Carl Engelhard in den Schriften des Vereines zur Verbreitung naturw. Kenntnisse 1874, pag. 29—77, wirklich eingehend in Betracht gezogen wurde. Nördlich vom Aequator, beiläufig unter dem Wendekreis des Krebses, dehnt sich eine Tangwiese aus, über Flächenräume von ganz erstaunlicher Grösse. Rings von Meeresströmungen umsäumt, ist der mittlere Theil des nordatlantischen Oceans eine fast ruhende Wassermasse und wie geschaffen zu ungehinderter Entwicklung des Beerentanges *Sargassum bacciferum*, einer vielfach verästelten strauchartigen, zu den Algen gehörigen Pflanze, mit zolllangen scharfgezähnten blattartigen Ausbreitungen und kleinen, erbsengrossen, beerenförmigen Schwimmblasen. Tangwiesen nennt man solche Ansammlungen und gibt es deren mehrere in den Weltmeeren überall dort, wo sich ähnliche Bedingungen finden, wie mitten im Wirbel des Golfstromes zwischen den Azoren, den Canarischen und Cap Verdischen Inseln, wo sich das circa 40.000 □ Meilen grosse Sargassomeer ausdehnt. Den abgestorbenen Tangen, sowie anderen durch den Golfstrom herbeigeführten Pflanzen wurde nun eine Anlage zur Steinkohlenbildung zugemuthet. Bedenkt man,

dass in den Steinkohlenlagern organische Reste pflanzlicher Natur in Massen aufgespeichert vorkommen, dass unter den 800 bis jetzt bekannten Pflanzenarten keine einzige Meerespflanze vorkömmt, nie auch nur eine Spur einer solchen gefunden worden ist, dass, wo mehrere Steinkohlenflötze über einander liegen, die Arten förmlich geordnet vorgefunden werden, so dass man im Stande war, darnach bestimmte Zonen in den Steinkohlenbecken anzugeben (Sagenarien-, Sigillarien-, Calamiten-, Annularien- und Farren-Zone); bedenkt man ferner, dass auch die spärlichen Thierreste nur von Süßwasserthieren und nie und nimmer von Meeresthieren stammen, wie es doch bei dem so überaus üppigen animalischen Leben auf und in den Tangwiesen und Tangwäldern als sicher angenommen werden müsste, so sieht man klar, dass es zum mindesten gewagt, ja man kann getrost sagen auch höchst unnöthig war, ohne jede Begründung eine neue Hypothese aufzustellen. Dadurch, dass nun die Tiefsee-Sondirungen, sowie die zahlreichen Schleppnetzzüge, die in allen Theilen des atlantischen Beckens vorgenommen wurden, bis nun an keiner Stelle auch nur eine Spur einer Ansammlung des mit so grosser Sicherheit angenommenen Tangmoders geliefert haben, stürzt das so zierlich aufgeführte Gebäude haltlos, wie es schon in der Anlage war, vollends in sich zusammen. —

Zu den wichtigsten und zur Lösung der verschiedensten Fragen unentbehrlichsten Untersuchungen gehören die der Temperaturverhältnisse in den verschiedenen Meerestiefen.

Bis vor Kurzem lagen in dieser Beziehung nur wenig verlässliche Angaben vor, erst durch die neueren Expeditionen wurde auch in dieser Beziehung Licht verbreitet.

Obwohl eine Reihe von Beobachtungen niederer Temperaturgrade in den Tiefen der Oeane vorlagen *), sprach John Herschel (Phys.

*) So fand Lieutenant Lee an der americanischen Küste unterhalb des Golfstromes in 1000 Faden Tiefe 27° C., Daymann (in 58° n. Br. 40° w. L.) in 1000 Faden Tiefe — 0°4 C., während an der Oberfläche 12° C. gemessen wurden. Im arabischen Meer zu Aden und Bombay fand Cap. Schortland 25° C., im atlantischen Ocean Cap. Chimno in 1000 Faden Tiefen 3°9 C., in 2270 Faden Tiefe 1°6 C.

Maury führt an, dass am Grunde des Meeres unter dem Golfstrom 1°6 C. gefunden wurden und sagt, dieser niedere Temperaturgrad könne nur dadurch erklärt werden, dass von Norden ein kalter Strom als Ersatz für das durch den Golfstrom nach Norden gesandte wärmere Wasser nach Süden fiesse.

De Haven constatirt unter der Eisdecke — 2°2 C. an der Küste von Labrador, Scoresby erzählt, dass an der Ostküste von Grönland in einer Breite von 72° die Temperatur des Wassers in 118 Faden Tiefe — 1°6 C. betragen habe, bei 5°5 C. Lufttemperatur. James Ross fand in der Baffinsbay 1818

Geogr. 1861, pag. 457) den Grundsatz aus, dass in sehr tiefem Wasser überall eine gleiche Temperatur herrschen müsse und zwar die von 39° Fahr. = 4° C., während an der Oberfläche der Meerè drei verschiedenen grosse Zonen unterschieden werden müssten: eine äquatoriale und zwei polare, wovon die erste wärmeres, die zwei andern aber kaltes Wasser an der Oberfläche zeigen. Als Grenze wurden die beiden Isothermen von 4° C. angenommen. Darnach sollte also Wasser von geringerer Temperatur, als das leichtere, nicht in grössere Tiefen gelangen können.

Ueber die wirklich bestehenden Temperaturverhältnisse der Meeres-tiefen konnten uns wieder nur zahlreiche und möglichst verlässliche Untersuchungen belehren.

Dazu werden in neuerer Zeit bei den englischen Untersuchungen Thermometer verwendet, deren Verlässlichkeit nichts zu wünschen übrig lässt. Dieselben sind von Casella nach dem Plane W. A. Miller's construirt. Vor dem Gebrauche werden dieselben in einer eigens zu diesem Zwecke construirten Vorrichtung einem Drucke von 4 Tonnen (80 Ztr.) per \square “ ausgesetzt.

Zwei von diesen Thermometern werden in der Regel durch eine oben und unten durchlöchernte Kapsel geschützt mit dem Sondirungs-apparat in die Tiefe geschickt. In Abständen von 50 zu 50 oder 100 zu 100 Faden werden sodann weitere Exemplare befestiget, wenn es sich um Bestimmung der Temperaturen in verschiedenen Tiefen handelt.

Die durch den „Lightning“ erzielten Resultate haben wir schon oben erwähnt, man fand nämlich in ziemlich gleicher Tiefe zwischen den Faröer-Inseln und der Nordküste von Schottland in dem sogenannten Lightning-Canal (einem von Nordwest nach Südost streichenden Thale von 950 bis 1600 Meter Tiefe) bei gleicher Oberflächentemperatur zwei auffallend verschieden temperirte Räume: die kalte und die warme Area; durch die Porcupine-Expedition wurde die Thatsache sichergestellt. Man fand in $59\frac{1}{2}^{\circ}$ nördl. Breite und $9\frac{1}{4}^{\circ}$ westl. Länge bei einer Oberflächentemperatur von $11\frac{1}{2}^{\circ}$ C. bei 50, 250, 400, 500, 767 Faden Tiefe die Temperaturen von: 9, 8·7, 7·8, 7·3, $5\cdot2^{\circ}$ C. In einer Breite von $60\frac{1}{2}$ und in $8\frac{1}{4}^{\circ}$ westlicher Länge bei $11\frac{1}{4}^{\circ}$ C. Oberflächentemperatur in 50, 250, 300, 580 Faden Tiefe die Temperaturen von: 9·2, 3·5, — 0·5, — $1\cdot3^{\circ}$ C., so dass hier eine 2000 Fuss mächtige

ebenfalls sehr niedrige Temperaturgrade. So auch in einer Tiefe von 680 Faden — $3\cdot4^{\circ}$ C. den niedrigsten Temperaturgrad, der je beobachtet wurde. James Ross berechnete die unverändert bleibende Temperatur der Meerestiefen mit $3^{\circ}8$ C. und hierauf stützte wohl John Herschel seine Ansicht.

Schichte von Wasser mit einer Temperatur unter Null-Grad den Meeresboden bedeckt.

Die beiden so verschieden temperirten Wassermassen stehen einander sehr nahe, und ist dabei noch zu bemerken, dass bis in die Tiefe von 200 Faden kein auffallender Unterschied sich ergibt und erst unter dieser Grenze die grellen Gegensätze auftreten.

Hiebei obwaltet kein Zweifel, dass das kalte Wasser arctischen Ursprunges ist (wofür auch der am Meeresboden gefundene vulcanische Detritus spricht), während die warme Wassermasse von Süden her stammt, was durch die Kreuzungen des Porcupine klar gemacht wurde. Man fand hiebei, dass das Wasser in $59\frac{1}{2}$ nördlicher Breite in 400 Faden Tiefe nur um 1° C. kälter sei als das Wasser in derselben Tiefe am Nordrande des Meerbusens von Biscaya (also um 10 Breitengrade-südlicher), wo die Oberflächentemperatur bereits 17° C. betrug. In 767 Faden Tiefe war an der ersteren Localität $5\cdot2^{\circ}$ C., an letzterer in 750 Faden Tiefe $5\cdot8^{\circ}$ C., woraus hervorgeht, dass mit zunehmender Tiefe die Uebereinstimmung der Temperatur immer grösser wird.

Dieselbe Uebereinstimmung wurde noch an vielen Punkten gefunden. Bis zu 70 und 80 Faden Tiefe fand man überhitztes Wasser, bis zu 500 Faden wurde eine allmälige sehr langsame Temperaturabnahme beobachtet ($\frac{1}{3}^{\circ}$ C. für 100 Faden), bis zu 750 Faden fällt sie um mehr als 1° C. für je 100 Faden. In einer Tiefe von 1000 Faden fand man $3\cdot6^{\circ}$ C., in der grössten bis dahin erreichten Tiefe von 2435 Faden aber $2\cdot4^{\circ}$ C. Die weitaus grössere Hälfte von 500 Faden abwärts „ist durch Mischung mit kaltem Polarwasser entstanden.“

Sehr interessant sind die Ergebnisse in Bezug auf das Mittelmeerbecken: Es zeigt sich auf das Bestimmteste das Bestehen eines auffallenden Gegensatzes zwischen dem Atlantic und dem Mittelmeer. Im Mittelmeer fand man von 100 Faden abwärts bis zu 1500 Faden Tiefe die Temperatur fast constant gleich $12\frac{1}{2}^{\circ}$ C., also unabhängig von der Tiefe, während im atlantischen Ocean überall die Wärmeabnahme und die kalte Bodenschichte angetroffen wird. (Z. B. unter $47\frac{1}{2}^{\circ}$ nördl. Br. und $11\frac{1}{2}^{\circ}$ westl. L. in Tiefen

von 250, 500, 1000, 2090 Faden die Temperaturen
von 10, $8\cdot7$, $3\cdot5$, $2\cdot4^{\circ}$ C.)

Ganz ähnliche Verhältnisse wie zwischen Mittelmeer und atlantischem Ocean finden sich auch in anderen Meeren von ähnlicher Beschaffenheit so zwischen dem Arabischen- und Rothen Meere, zwischen dem Chinesischen und der von einem Klippen- und Inselwalle um-

gebenen Sulu-See*), woraus hervorgeht, dass in offenen Oceanen die niedere Temperatur der tieferen Partien von der Oberflächentemperatur unabhängig und in allen Breiten fast die gleiche ist, dass in den abgeschlossenen Seebecken dagegen die ganze Wassermasse bis zum Boden gleichmässig und constant erwärmt ist. (Immer abgesehen von der obersten Schichte, welche dem Einflusse des Jahreszeitenwechsels noch unterworfen ist.) Sondirungen in der Strasse von Gibraltar haben ergeben, dass in dieselbe eine im nördlichen Theile 50, im südlichen im Mittel 150 Faden tiefe, unterseeische Wasserscheide vom Cap Trafalgar zum Cap Spartel verläuft. Versuche über die Dichten-Verhältnisse, sowie directe Bewegungserscheinungen beweisen, dass an der Oberfläche warmes Oberflächenwasser des atlantischen Oceans einströmt, während in der Tiefe dichteres Mittelmeerwasser ausfliesst. Im Mittelmeere gleichen sich sowohl die Temperaturen, als auch die Dichten mehr und mehr aus. Ganz ähnliche Verhältnisse finden auch durch die Strasse von Bab el Mandeb, sowie durch die Dardanellen und durch den Sund statt. Hier ist der Austausch im entgegengesetzten Sinne, indem das süssere leichtere Wasser der Ostsee oben nach aussen fliesst, während das dichtere Wasser von aussen in der Tiefe einströmt.

Das interessanteste Beispiel für derartige Gegenströmungen liefert das „Quellgebiet des Golfstromes“.

Die americanischen Untersuchungen geben darüber lehrreiche Aufschlüsse. Zwischen dem Cap Florida und den Bimini-Inseln (auf der grossen Bahamabank) erhebt sich ein unterseeisches „Wehr“ (die tiefste Stelle nur 370 Faden unter der Meeresoberfläche), über welches die warmen Wassermassen des Golfstromes herausstürzen, während am Grunde ein kalter Wasserstrom sich in den Golf ergiesst. Es ist das Wasser des kalten Küstenstromes (der Labradorströmung), welcher den Golfstrom von der americanischen Küste scheidet und endlich unter demselben hinströmt. (In der Breite von New-York fand man in einer Entfernung von 275 Seemeilen von der Küste in den Tiefen von

20,	100,	200	und	400 Faden die Temperaturen von
15 ⁵ / ₇ ,	8 ¹ / ₃ ,	6 ¹ / ₃ ,	3 ⁶ / ₁₀ ⁰ C.	bei 28·5 ⁰ C. Oberflächen-
temperatur.)				

*) Im westlichen Theile des rothen Meeres herrscht fast gleichmässig die Temperatur von 21·7° C. in allen Tiefen, im südlichen Theile sogar fast 24° C., dagegen im arabischen Meere in 2000 Faden Tiefe die Temperatur von 2·2° C. — Im chinesischen Meer beobachtete man von 200—550 Faden eine Abnahme von circa 10·5° C. bis auf 2·75° C., welche Temperatur bis auf den Boden (1550 Faden) anhält, in der Sulu fällt die Temperatur zwischen 200 und 500 Faden von 13 auf 10° C. und bleibt diese Temperatur bis zu 1800 Faden Tiefe constant.

Ueber der tiefsten Stelle jenes „Wehr“ fand man bis zu einer Tiefe von 100 Faden die Oberflächentemperatur von 24° C., in 250 Faden Tiefe beträgt die Temperatur nur mehr $7\frac{1}{4}^{\circ}$, die Bodentemperatur aber beträgt nur $1\frac{1}{2}^{\circ}$ C. ! Im Querschnitt von Havana (im Maximum 853 Faden tief) reicht die Temperatur von 24° C. bis auf 130 Faden, in 600 Faden Tiefe wird jedoch schon die Temperatur von $1\frac{2}{3}^{\circ}$ C. erreicht, so dass auch hier eine über 1200 Fuss mächtige Schichte kalten Wassers den Boden bedeckt.

Die umfassendsten derartigen Untersuchungen wurden von der Challenger-Expedition vorgenommen.

Fast 200 Messungen von Temperatur-Reihen wurden im atlantischen Ocean ausgeführt, wodurch es dem Capitän Nares möglich wurde, eine grössere Anzahl höchst interessanter Profile zu entwerfen. (Geogr. Mitth. 1874 XX. Bd. VIII. Heft.) „Man befestigte an der Sondirungsleine 7 bis 10 Casella'sche Thermometer in gleichen Abständen, so dass eine einzige Lothung die Wasser-Temperatur in verschiedenen Tiefen anzeigte. Man mass nur bis 1500 Faden Tiefe und am Meeresgrunde selbst, weil die Erfahrung ergeben hatte, dass die Abnahme der Temperatur in den tiefsten Schichten eine ausserordentlich langsame und geringe ist.“

„Das Hauptresultat dieser Messungen ist, dass das Meer fast seiner ganzen Masse nach kalt, dass nur der oberflächliche Theil von der Sonne durchwärmt ist, dass der südatlantische Ocean kälter ist als der nordatlantische und dass unter dem Aequator die erwärmten Wasserschichten der Oberfläche dünner sind als irgendwo sonst.“

Die Ergebnisse der Tiefsee-Untersuchungen können nach dem officiellen Bericht des Capitän Nares in folgende Punkte zusammengefasst werden *).

1. Am Aequator nimmt die Temperatur so rasch ab, dass man 60 Faden (110 Meter) unter der Oberfläche 16° C. findet, ebenso wie bei Madeira 33° n. Br. in derselben Tiefe; in 150 Faden (274 Meter) Tiefe 10° C., wie im Golf v. Biscaya; (um 15° niedriger als an der Oberfläche).

2. Unter der durch die Sonnenbestrahlung beeinflussten, 60 bis 80 Faden mächtigen Schichte ist alles Wasser im nordatlantischen Ocean bis zu 40° n. Br. wärmer als unter dem Aequator in gleicher Tiefe. Nur bei den Bermudas wurde zwischen 850 und 1500 Faden eine etwas

*) Nach den hydrographischen Mittheilungen 1874 pag. 49, 82 und 102 und den Petermann'schen geogr. Mitth. 1874 VIII und IX.

geringere Temperatur wahrgenommen, wahrscheinlich durch Einwirkung der Labradorströmung.

Die mittlere Temperatur der oberen 1500 Faden ist im nordatlantischen Meere $2\frac{1}{2}^{\circ}$ C. wärmer unter dem Aequator.

3. Unter dem Aequator hat das Meerwasser am Grunde des westlichen Theiles des atlantischen Ocean's 0.22° C., während es an den nördlichen und östlichen Stationen warm ist (Azoren und Cap Verde'schen Inseln $1^{\circ},78$ C., in der Bucht von Biscaya $2^{\circ},78$ C.), wodurch bewiesen wird, dass das kalte Wasser am Grund des atlantischen Meeres bis zu den Azoren und der Bucht von Biscaya antarctischen Ursprunges ist (was schon in dem officiellen Bericht über die Porcupine-Expedition als wahrscheinlich hingestellt wurde, da sich nur dadurch die Uebereinstimmung der Tiefseetemperatur des nördlichen Theiles des pacifischen Oceans mit der des atlantischen Oceans erklären liess).

4. Dasselbe tritt zwischen dem St. Paulsfelsen und der Küste von Brasilien in NW. Richtung in den nordatlantischen Ocean ein, biegt nach NO. um, und verbreitet sich über den Boden weit hin, ganz ähnlich, wie der Aequatorialstrom und der Golfstrom an der Meeresoberfläche. Dieser in das nordatlantische Becken eintretende Strom wird in einer Tiefe von 1700 Faden und in einer Mächtigkeit von 700 Faden aufgefunden. (Sein Bett wäre also die grosse wichtige Thalfurche im westlichen Theile des atlantischen Oceans.)

5. Ein Vergleich der Wassertemperaturen verschiedener Tiefen an verschiedenen Stationen mit denen unter dem Aequator, zeigt, die grösste Aenderung oder Störung bei Sombrero (West-Indien) eine Wärmezunahme um 7.8 bis 8.3° C. in einer Tiefe um 100—250 Faden. Bei Bermuda beträgt sie im Maximum 10.56° C. zwischen 250 bis 350 Faden, bei den Azoren $5^{\circ},56$ C. in gleicher Tiefe; bei Madeira $5^{\circ},56$ C. zwischen 300 und 650 Faden, auch in der Bay von Biscaya beträgt sie noch $4^{\circ},44$ C. zwischen 300 und 500 Faden, woraus hervorgeht, dass die Temperatur-Aenderung im westlichen Theile grösser und nahe der Oberfläche gelegen ist, während sie nach Nordosten hin allmählig geringer wird und tiefer hinabsinkt.

Die grösste Ansammlung von erwärmtem Wasser liegt zwischen America und den Azoren (also innerhalb des Golfstromwirbels).

6. Die merkwürdigste Temperaturabnahme wurde 180 Seemeilen südlich von den Kapverdischen Inseln an der Südgrenze des Passatwindes beobachtet. An der Oberfläche $25^{\circ},56$ C. in 50 Faden Tiefe $12^{\circ},33$ C. also eine Abnahme um 13° C.

In 75 Faden Tiefe war keine Strömung mehr zu spüren (an

der Oberfläche 0·75 Seemeilen per Stunde und in 50 Faden Tiefe 0·4 Seemeilen).

7. „Der Golfstrom ist kaum weniger oberflächlich, da er sich nur etwa 100 Faden tief erstreckt, unter ihm läuft der kalte Labradorstrom“, dessen Bodentemperatur merkwürdiger Weise nicht so niedrig ist als das Wasser in den tiefsten Theilen des atlantischen Oceans weiter im Süden.

8. Zwischen Brasilien und Süd-Africa wurden die niedersten Temperaturen von 0·22° C. bis 0·62° C., nahe an der americanischen Küste constatirt; der kalte Wasserstrom wurde 500 Seemeilen breit nachgewiesen. In der Mitte zwischen America und Africa fand man die Temperatur etwas wärmer als näher den Küsten.

130 Seemeilen vom Cap wurden in 2325 Faden Tiefe 0·5° C. gefunden, woraus sich auf einen längs der Westküste von Africa nach Norden laufenden kalten Strom schliessen lässt.

Die etwas höhere Temperatur, welche sich zwischen Süd-America und Tristan d'Acunhä, im Vergleich mit der Wassertemperatur in gleichen Tiefen am Aequator gefunden hat, muss durch den brasilianischen Arm des Aequatorialstromes bewirkt werden.

Hiebei wollen wir auch die Arbeiten der deutschen Expedition an Bord S. M. S. Gazelle*) nicht unerwähnt lassen, umsomehr als sie theilweise zur Ergänzung der von der Challenger Expedition erhaltenen Resultate beitragen.

Die Reihen-Beobachtungen liessen folgende Schlüsse zu:

1. Nach den dadurch erhaltenen acht Temperatur-Curven (die Stationen liegen alle in der östlichen Thalmulde von 44°30 n. Br. und 11°43 w. L. bis 23°34 n. Br. und 25°21 w. L.) nimmt die Temperatur der oberen Wasserschichten zwischen der Oberfläche und 360 Faden (678 Meter), wo sie 10 und 11° C. betrug, sehr rasch ab. Bei 600 Faden (1130 Meter) weichen die Temperaturen am meisten von einander ab (zwischen 6°7 C. und 10° C.), von 1500 Faden abwärts bleiben sie in ziemlich gleichen Abständen, nähern sich aber einander bei 1800 Faden bis auf 0°25 C.

2. Die Temperatur der 350 Faden unter dem Wasser liegenden Isotherme scheint eine Art Mittelwerth zu sein, d. h. die betreffende Wasserschichte kann als eine neutrale zwischen dem kalten Polarstrom und dem warmen Oberflächenstrom angesehen werden.

Die Beobachtungsreihen führen ferner durch die eigenthümliche Senkung der Isothermen von 10° C., zu der Annahme, dass die Grenze zwischen den antarctischen und arctischen kalten Wassermassen

*) Hydrograph. Mittheilungen 1874 Nr. 22.

unter 36° n. Br. (für 17—18° w. L.) liegen müsse (womit die auf dem Challengier angenommene Grenze zwischen Bermuda und Azoren ganz gut übereinstimmt).

Die beobachtete Convergenz der Isothermen zwischen 10 und 14° nach Süden, zeigt auf ein Abströmen des durch die Sonnenstrahlen erwärmten Wassers hin, wodurch dem kalten antarctischen Wasser unter 10° gestattet wird, sich mehr der Oberfläche zu nähern.

(Schluss folgt.)

Hermann von Orges.

Am 9. Juni des Jahres 1874 brachte die Wienerzeitung eine peinlich überraschende Kunde: „Herr Regierungsrath Ritter von Orges wurde gestern von einem schweren Unfälle betroffen. Von einem Tramwaywagen abspringend, stürzte derselbe so unglücklich, dass ihm die Räder über beide Füße giengen. Herr Prof. Dr. Braun, der sich eben in Dornbach befand, legte dem Schwerverletzten den ersten Nothverband an. Hierauf wurde er ins allgemeine Krankenhaus übertragen. Sein Zustand ist bedenklich und hält das ärztliche Consilium eine Amputation des ganz zersplitterten Fußes für unerlässlich.“

Darauf am 10. Juni: „Die Amputation an dem Regierungsrathe von Orges wurde gestern vom Prof. Dr. Dittl vorgenommen, in dessen liebevollster Pflege sich der Leidende befindet. Im Laufe des Tages wird sich entscheiden, ob auch der rechte Fuß amputiert werden muss. Der Kranke, dessen Schicksal in den weitesten Kreisen der regsten Theilnahme begegnet, hat die Operation verhältnismäßig günstig überstanden, doch gibt sein Zustand noch immer zu der größten Besorgnis Anlass.“

In der Nacht darauf erlag von Orges seinen grässlichen Leiden, die er mit dem Todesmüthe eines echten Soldaten ertrug.

Die Wienerzeitung fügte dem Berichte über sein Hinscheiden nachstehende Worte bei: „Wir können diese Zeilen nicht schließen, ohne dem Gefühle der innigen Theilnahme Ausdruck zu geben, welches sich aus Anlass des entsetzlichen Unfalles, welchem Dr. v. Orges zum Opfer fiel, überall kundgethan. Wir können auch nicht schließen ohne ein Wort des tiefen Dankes für seine Liebe und Aufopferung für Oesterreich, dem er anhieng, als ob er ein echtes und rechtes Kind unserer Vaterlandes gewesen wäre.“

So sank unter der Wucht eines bejammernswürdigen Unfalles ein Leben, das, im Vollgefühl des Schaffens und mit der seltenen Spannkraft des Geistes, die ihm inwohnte, eine Reihe schöner Erfolge vor sich sah. Mit dem reichbegabten Geiste verband aber Orges auch ein warmfühlendes, edles Herz; und das macht seinen Verlust schmerzlicher für jene, die ihm näher standen und Gelegenheit hatten, aus der Eigenart seines Wesens den durch und durch klaren, lautern und liebenswürdigen Menschen herauszufühlen.

In diesem Falle war Schreiber dieser Zeilen, der mit Orges als Ausschussrath der geographischen Gesellschaft in näherer Verbindung stand, und,