

Wiener Stadt- und
Landesbibliothek

195603 A

MA 9 - SD 25 - 24 - 828 - 128960 - 45

Physikalische
Untersuchungen in der Adria.

—••—
Ein Beitrag

von

Julius Wolf und Josef Luksch,

Professoren an der k. k. Marine-Akademie.

Mit einer Tafel.

~~~~~  
Aus den „Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens“. 1887.  
~~~~~

WIEN

Druck und Commissionsverlag von Carl Gerold's Sohn.

1887.

Wiener Stadt- und
Landesbibliothek

195603 A

MA 9 - SD 25 - 24 - 828 - 128960 - 45

200.378 A

Physikalische Untersuchungen in der Adria.

Ein Beitrag

von

Julius Wolf und Josef Luksch,

Professoren an der k. k. Marine-Akademie.

Mit einer Tafel.

~~~~~  
Aus den „Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens“. 1887.  
~~~~~

WIEN

Druck und Commissionsverlag von Carl Gerold's Sohn.

1887.

1887. 283 21

A 195.603



Ein Beitrag

von

Julius Wolf und Josef Laksch,

Professoren an der k. k. Maria-Theresien-Universität in Wien.

Mit einer Tafel.

Aus den „Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens“, 1887.

WIEN

Verlag und Commissionärsdruck von Carl Gerold's Sohn.

1887.

IN 285.931

Soweit auch das Studium der in den Meeren obwaltenden physikalischen Verhältnisse zurückreichen mag, so kann man doch mit Recht behaupten, dass es erst in den letzten Decennien gelungen ist, durch zahlreiche Untersuchungen nach strengen Methoden und mit ausreichenden Hilfsmitteln klare Vorstellungen über diese Verhältnisse zu gewinnen. Es gilt dies nicht nur für die Oeane, deren Erforschung durch die bekannten bahnbrechenden Expeditionen wesentlich gefördert wurde, sondern wohl auch für die Nebenmeere. In diesen letzteren fand eine Reihe von eingehender Specialforschungen statt, welche durch die geringe Ausdehnung des Operationsfeldes ermöglicht wurden und sich zur Klärung des Sachverhaltes als nothwendig herausstellten, weil derselbe — soferne man selbstredend gleiche Area in Betracht zieht — hier von mehr verwickelter Natur ist, als in den großen Weltmeeren.

Die Anregung zu Untersuchungen in der Adria gieng für Österreich von einem Manne aus, dessen rühmlichst bekannter Name allein schon hinreichte, der Forschung die regste Theilnahme zu sichern. Dem Admiral Wüllerstorff-Urbair gebürt das Verdienst, die österreichische Küstenaufnahme angebahnt und die Bildung der Adria-Commission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien bewirkt zu haben. Diese letztere entwickelte durch eine Reihe von Jahren ihre Hauptthätigkeit in dem Studium der meteorologischen und hydrographischen Vorgänge auf einer erheblichen Zahl von Küstenstationen; im letzten Jahre ihres Bestandes zog sie aber auch zum Theile das Gebiet der Hochsee in den Bereich ihrer Forschungen. Während nun die österreichischen Seekarten sich für unsere Zwecke als höchst nützlich herausstellten, gaben uns die Berichte der Adria-Commission das wertvollste Materiale als Grundlage sowohl, als auch zur Ergänzung unserer eigenen Arbeiten an die Hand. Diese letzteren erstreckten sich 1874 ¹⁾ auf die Gewässer an der Küste von Dalmatien, 1875 ²⁾ auf jene im Nordbecken der Adria, 1876 ³⁾ und 1880 ⁴⁾ auf die Gesamtfläche dieses Meeres (im letztgenannten Jahre

¹⁾ „Physikalische Untersuchungen längs der Ostküste des Adriatischen Meeres.“ I. Bericht an die königlich ungarische Seebehörde in Fiume 1875.

²⁾ „Physikalische Untersuchungen im Nordbecken der Adria.“ II. Bericht an die königlich ungarische Seebehörde in Fiume. 1876.

³⁾ „Physikalische Untersuchungen im Adriatischen Meere.“ III. Bericht an die königlich ungarische Seebehörde in Fiume. 1878.

⁴⁾ „Physikalische Untersuchungen im Adriatischen und Sicilisch-Jonischen Meere“, als Beilage zu „Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens.“ Jahrg. 1881.

überdies noch auf das hier nicht in Besprechung kommende Gebiet zwischen Sicilien und den jonischen Inseln).

Die Durchführung unserer Arbeiten ermöglichte die königlich ungarische Seebehörde, indem sie uns 1874 das kleine Dampfboot NAUTILIUS, 1875 und 1876 aber die Jacht DELI zur Disposition stellte; ebenso Se. Durchlaucht der regierende Fürst Johannes von und zu Liechtenstein durch die 1880 gewährte munificente Bewilligung des Dampfers HERTHA. Außerdem kam uns noch vielfache weitere Unterstützung — besonders von Seite der k. k. Marine-Section — zu.

Während sich aber die angegebenen Untersuchungen lediglich auf den Hochsommer beziehen, unternahmen wir 1876 und 1877¹⁾ auf der uns neuerdings zur Disposition gestellten Jacht DELI eine Reihe kürzerer Fahrten im Quarnero, die im Verlaufe sämtlicher Jahreszeiten vor sich giengen; auch führten wir durch mehr als zwölf Monate einschlägige Beobachtungen auf der Rhede von Fiume und zwar im Auftrage der Adria-Commission durch²⁾.

Es sei nun sogleich bemerkt, dass es sich im Folgenden nur um ein Hauptbild der Ergebnisse, sowie der Art ihrer Gewinnung handeln soll, also um eine gedrängte Zusammenfassung der Resultate unserer Studien, an welcher wir bis nun durch anderweitige dringende Beschäftigungen verhindert wurden.

In erster Linie waren es die erfolgreichen Expeditionen der Commission zur Erforschung der deutschen Meere, sowie jene Dr. Mohns, welche uns sowohl in Hinsicht auf die Methode der Beobachtung als auch auf die Verwertung des gewonnenen Materiales zum Vorbilde dienten.

Temperatur des Seewassers. Die Temperatur an der Meeresoberfläche zu beobachten unterliegt bei nicht besonders ungünstiger Witterung keiner Schwierigkeit. Man schöpft mittels eines Kübels eine größere Menge Wasser und taucht zur Erreichung des gewünschten Zweckes in dasselbe möglichst rasch ein gut geprüftes Thermometer ein, oder aber man befestigt ein sogenanntes Pinselthermometer, d. h. ein Instrument, dessen Gefäß mit einem Pinsel aus Wollfäden umgeben ist, an einer Leine und lässt es über Bord bis zum Niveau hinab, um es nach einigen Minuten Accommodationszeit zur Ablesung wieder aufzuholen. Das letztere Verfahren ist weit bequemer als das erstere und gestattet daher bei demselben Zeitaufwande die Vornahme einer weit größeren Anzahl von Beobachtungen; doch aber haben vergleichende Versuche dargethan, dass der Pinsel das Quecksilber im Thermometer nur theilweise und nur unter gewissen Umständen vor Temperaturänderungen während des Lichtens schützt und sohin nicht immer eine ausreichende Sicherheit gegen irrige Angaben gewährt. Bei den Sommerbeobachtungen in der Adria konnten übrigens von den niederbordigen Fahrzeugen aus mit genügender Schärfe die Pinselthermometer angewendet werden.

Complicierter gestaltet sich die Aufgabe, die Temperatur der unteren Wasserschichten zu bestimmen. Hiefür genügen selbstredend gewöhnliche Thermometer nicht mehr, da der in bedeutenden Tiefen herrschende gewaltige

¹⁾ „*Physikalische Untersuchungen im Quarnero.*“ IV. Bericht an die königlich ungarische Seebehörde in Fiume. 1878.

²⁾ „*Specialbeobachtungen über Temperatur und Salzgehalt in der Rhede von Fiume.*“ V. (Schluss)-Bericht der ständigen Commission für die Adria an die kaiserliche Akademie der Wissenschaften zu Wien. 1879.

hydrostatische Druck Instrumente verlangt, welche nicht nur widerstandsfähig genug sind, um denselben unbeschädigt zu ertragen, sondern auch, nahezu unbeeinflusst von demselben, richtige Ablesungen liefern. War es doch bekanntlich das Übersehen der Verkleinerung des Thermometergefäßes durch die äußere Pressung und die daraus folgende Erhöhung des Quecksilberstandes im Rohre, welches solange den Glauben an eine mächtige, am Grunde gelagerte, homotherme Wasserschichte von 4° C. aufrecht erhielt. Der Schutz nun, welcher gegenwärtig fast ausschließlich angewendet wird, besteht in einer am Thermometergefäß luftdicht angebrachten, starkwandigen Glasumhüllung. Der Raum zwischen dieser Umhüllung und dem Gefäße ist zum größeren Theile mit einer Flüssigkeit, welche dem gewünschten Ausmaße an Trägheit entsprechend gewählt werden kann, zum kleineren aber mit Luft gefüllt. Offenbar wird die Volumsreduction, welche die besagte Umhüllung bei eintretendem hydrostatischen Drucke erfährt, nur in unerheblicher Weise auf das eigentliche Thermometer übertragen. Die bei sehr großen Tiefen an den Ablesungen etwa noch anzubringenden Correctionen sind mit Hilfe von hydraulischen Pressen leicht zu ermitteln. Wem die Erfindung der angedeuteten Einrichtung zuzuschreiben ist, scheint nicht ganz entschieden zu sein.

Um die Höhe des Quecksilberstandes, welche in dem unter Wasser befindlichen Instrumente stattfindet, zur Erkenntnis zu bringen, stehen derzeit vorwiegend drei Methoden in Anwendung: *a)* Das Instrument wird — etwa durch eine Hartgummiumhüllung — derart träge gemacht, dass eine merkliche Temperaturveränderung der thermometrischen Substanz während der Zeit des Aufholens nicht eintreten kann. Dies bedingt jedoch eine sehr lange Accommodationszeit, ein Umstand, welcher der allgemeinen Verwertung dieses Principes entgegensteht. *b)* Man registriert nur die Maxima und Minima, wobei in der Regel das Sixsche System zugrunde gelegt wird. (Miller-Casella). Hierbei ist ein weit geringerer aber immer noch namhafter Grad von Trägheit beim Instrumente nothwendig, um im Falle, dass wärmere und kältere Schichten im verticalen Sinne abwechseln, nicht in die Unmöglichkeit versetzt zu werden, die Temperatur der größeren Tiefen constatieren zu können. In der That hat schon Capitän Nares auf Basis seiner an Bord des CHALLENGER gemachten Erfahrungen darauf hingewiesen, dass bei einer sehr bedeutenden Mächtigkeit der Schichten erwähnter Art die Trägheit der von Casella gelieferten Apparate nicht mehr ausreicht, um mit Hilfe derselben zum Ziele zu gelangen. *c)* Das Thermometer wird, nachdem es in der Tiefe sich der Temperatur accommodiert hat, durch eine mechanische Vorrichtung in dem Momente umgekehrt, als das Lichten beginnt. Das hiebei stattfindende Abreißen des Quecksilberfadens an einer verengten Stelle des Rohres ermöglicht es durch Messung der Länge des abgetrennten Theiles die stattgehabte Temperatur festzustellen. Diese Einrichtung stammt von Negretti & Zambra aus London und ist theoretisch genommen die vollkommenste unter den angeführten. Allerdings waren die älteren Modelle nicht ohne erhebliche Mängel, die wesentlichen Verbesserungen aber, welche in letzterer Zeit vorgenommen wurden, geben der Hoffnung Raum, man werde binnen kurzem auf dem eingeschlagenen Wege zur Construction von Tiefen-thermometern gelangen, die allen billigen Anforderungen entsprechen. Selbstredend ist es bei diesen Instrumenten nicht nothwendig eine besondere Trägheit bei der Erzeugung derselben absichtlich hervorzurufen, woraus der Vortheil erwächst, mit einer geringen Expositionsdauer das Auslangen finden zu können. Wir verwendeten bei unseren Untersuchungen zum größten Theile Miller-

Casella'sche Index-Instrumente, controlierten jedoch die Angaben derselben durch ein Negretti-Zambra'sches Thermometer, bei welchem die Umkehrung durch eine Wasserschraube bewirkt wurde (altes Modell). Es würde zu weit führen, den Vorgang bei den Beobachtungen, sowie die Schwierigkeiten, mit welchen man bisweilen zu kämpfen hat, an dieser Stelle genauer erörtern zu wollen; wir verweisen daher bezüglich dieser mehr den Seemann, beziehungsweise den Physiker, interessierenden Momente auf die diesen Gegenstand behandelnden Monographien und neueren Handbücher.

Im Verlaufe der eingangs erwähnten Expeditionen haben wir nun während der Sommermonate auf mehr als 150, über die ganze Adria vertheilten Positionen Beobachtungen über die Temperatur des Meerwassers vorgenommen, wobei noch von einigen Specialuntersuchungen ganz abgesehen ist. Größerentheils wurde nicht nur das Wasser an der Oberfläche, sondern auch jenes der tieferen Schichten in die Untersuchungen einbezogen, d. h. also, es wurden sogenannte Reihentemperaturen gewonnen. Hiedurch kamen wir in die Lage, in den vom zurückgelegten Schiffswege fixierten Verticalschnitten (Profilen) die Isothermbathen für die beregte Jahreszeit mit hinlänglicher Genauigkeit festzulegen. Später zeigte sich das Materiale sogar reichhaltig genug, um für einige Tiefen auch horizontale Linien gleicher Wärme construieren zu können, durch welche selbstredend ein viel klarerer Einblick in die Temperaturvertheilung gewährleistet erschien. Für das Wasser am Grunde bedarf man zu Darstellung der Isothermen infolge der durch bedeutende Tiefenunterschiede hinzutretenden Complicationen einer noch weit größeren Anzahl von Ablesungen und thatsächlich, wenn wir auf Basis der von uns gesammelten Daten den Versuch einer solchen Construction machten und hiebei ohne Rücksicht auf anderweitige Verhältnisse nur mit Hilfe der gewöhnlichen Interpolation verfahren, so ist jedenfalls nur ein im großen Ganzen, nicht aber auch in allen Details getreues Bild erzielt worden.

Die beigegebene Karte (I) stellt im Hauptblatte die Isothermen für das Wasser am Grunde dar. Um die Beziehung der Tiefe des Meeresboden zu der dortselbst herrschenden Temperatur zu verdeutlichen, sind auch die Isobathen eingezeichnet und zur besseren Übersicht, sowohl die von den Linien gleicher Wärme als auch die von den Linien gleicher Tiefe begrenzten Felder durch ungleiche Töne unterschieden. Die beiden Nebenkärtchen enthalten eine ähnliche Darstellung für die Oberfläche und für die Tiefe von 10 m. An der Hand dieser Tafel I sind viele der im folgenden angeführten Beziehungen direct zu erkennen.

Im allgemeinen lässt sich über die Vertheilung der Temperatur in der Adria Folgendes bemerken:

a) Die Temperatur des Wassers an der Oberfläche zeigt im Hochsommer sowohl unter der italienischen Küste als in der Achse der Adria eine Zunahme von 2—3° C. im Sinne von NW nach SE. In den unterhalb, doch nahe der Oberfläche befindlichen Schichten ist diese Zunahme noch bedeutender und tritt auch längs der dalmatisch-albanischen Gestade auf. Außerdem ist das Wasser im Westen wärmer als im Osten.

b) Die Temperatur am Grunde schmiegt sich in dieser Jahreszeit dem Bodenrelief derart an, dass an vielen Stellen eine gewisse Übereinstimmung im Verlaufe der Isothermen und Isobathen nicht gut zu verkennen ist. Diese Übereinstimmung findet statt trotz des Umstandes, dass, wie oben bereits erwähnt, bei der Interpolation gar keine Rücksicht auf die Tiefenverhältnisse genommen

wurde. Im nordöstlichen Theile der Adria jedoch tritt zum Abstände vom Niveau noch ein weiterer Factor hinzu, da im Quarnero, in vielen Canälen von Dalmatien und in hoher See, außerhalb der Insel Scarda und der Felsen von Sebenico bei mäßiger Tiefe relativ sehr niedrige Bodentemperaturen gefunden wurden. Im Vereine mit den in diesen Örtlichkeiten angetroffenen, verhältnismäßig geringen spezifischen Gewichten der unteren Wasserschichten lässt diese Erscheinung auf das Einmünden von kalten Quellen am Meeresboden schließen, eine Erscheinung, welche Dr. v. Lorenz schon vor vielen Jahren im Quarnero erkannt hatte. Die eigenthümliche, allerdings nicht in allen Details vollkommen sicher gestellte Form der Isotherme von 13° C. im Nordbecken der Adria entsteht durch die kombinierte Einwirkung der beiden eben erwähnten einflussnehmenden Momente.

c) Der Verlauf der Temperatur von der Oberfläche dem Grunde zu, wie er in hoher See stattfindet, ist für den Sommer aus der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen, in welcher des Vergleiches wegen auch Beobachtungsergebnisse aus dem jonischen Meere aufgenommen wurden¹⁾.

Geographische	Breite	44° 12' N	42° 15' N	41° 8' N	39° 51' N	37° 27' N
	Länge	14° 29' E (bei Scarda)	17° 1' E (Linie Cazza-Linguetta)	18° 17' E (Linie Cazza-Linguetta)	19° 0' E Linie Merlera Gp. S. M. d. Leuca)	19° 56' E (Linie Syracus-Zante)
Tiefe in Meter	10	23,4° C.	24,4° C.	25,2° C.	25,8° C.	24,5° C.
	20	19,7 "	"	20,2 "	25,1 "	24,0 "
	30	15,9 "	16,2 "	16,7 "	"	"
	40	14,5 "	15,4 "	15,6 "	19,2 "	21,6 "
	50	13,6 "	15,0 "	15,2 "	16,4 "	18,7 "
	60	13,1 "	14,7 "	"	15,5 "	17,5 "
	70	"	14,6 "	14,7 "	15,1 "	16,7 "
	80	"	"	14,6 "	14,9 "	16,2 "
	90	"	14,4 "	14,5 "	14,6 "	15,9 "
	100	"	14,4 "	14,4 "	14,4 "	15,6 "
	120	"	14,2 "	14,2 "	14,1 "	15,3 "
	140	"	14,1 "	14,1 "	14,1 "	14,9 "
	160	"	14,0 "	13,9 "	14,1 "	14,7 "

Hieraus ist nun leicht ersichtlich, dass die Temperatur von der Oberfläche bis zu 60 m sehr rasch sinkt, und zwar auf den adriatischen Stationen um etwa 10° C. Weiter dem Grunde zu tritt allerdings noch eine Wärmeerniedrigung auf, doch ist dieselbe von weit geringerem Belange, da sie innerhalb unseres Meeres und bis 160 m Tiefe 2° C. nicht erreicht.

Diese Verhältnisse, im Vereine mit der früher erwähnten Zunahme der Oberflächentemperatur gegen Süden hin, bewirken, dass die erste Station der obigen Tabelle schon für 50 m Tiefe einen niedrigeren Wärmegrad aufweist als die übrigen für 160, sowie auch, dass sich im ganzen Umfange der obigen Zusammenstellung die Isothermobathen desjenigen Profiles, welches dem von der HERTHA 1880 zurückgelegten Seewege entspricht, mit dem Vorschreiten gegen Süden nach dem Grunde hin senken. So beispielsweise verläuft die

¹⁾ Vergl. „Zeitschrift für wissenschaftliche Geographie“, III, 1, 538, woselbst Professor Dr. Supan die obige Zusammenstellung auf Grund der von uns an Bord der Jacht HERTHA 1880 gesammelten Daten gibt.

Linie von 14° C., einer Temperatur, welche die in der Mitte des sicilisch-jonischen Meeres in allen tieferen Schichten herrschende nur wenig übertreffen dürfte, auf der Höhe von Scarda in etwa 45, nördlich von Lissa in 115, an der Stelle der größten Adria-Tiefe aber in beiläufig 160 *m*.

d) Um noch den Verlauf der Temperatur gegen den Meeresboden hin in dem von Grundquellen beeinflussten Gebiete besser zu erläutern, als dies die erste der oben angeführten Reihen allein zu thun vermag, seien noch folgende, der DELI-Expedition 1875 entnommene Ergebnisse angeführt:

Position und Zeit	Tiefe in Meter	Temperatur in Graden Celsius	Position und Zeit	Tiefe in Meter	Temperatur in Graden Celsius
	0	22,5		0	22,2
	9,5	21,0		9,5	18,1
Mitte des Golfes von Fiume.	19,0	16,9	Canal von Zengg, zwei Seemeilen von diesem Hafen.	19,0	16,0
	28,5	14,4		38,0	12,3
27. August 8 ^h a. m.	38,0	13,6	27. August 2 ^h 31 ^m p. m.	57,0	10,2
	47,5	11,9		66,5	9,8
	57,0	10,8		74,0	9,7

Im Vergleiche zu den Angaben der früheren Tabelle finden wir hier nahe dem Grunde so auffallend niedrigere Temperaturen, dass das unter b) Gesagte gerechtfertigt erscheint.

e) Aus dem Umstande, dass in der heißen Jahreszeit die Temperaturabnahme gegen den Grund hin, wo nicht eben die Grundquellen störend einwirken, mit dem Wachsen der Tiefen sich bedeutend verlangsamt, sodann aber auch aus der Analogie mit dem Hauptbecken des Mittelmeeres und mit anderen, von den offenen Ozeanen durch unterseeische Schwellen mehr oder weniger abgeschlossenen Becken kann gefolgert werden, dass auch in der Adria von einer gewissen Tiefe ab eine nahezu constante Temperatur vorherrschen dürfte.

An Bord des Dampfers PELAGOSA wurde von R. v. Hopfgartner, welcher im Auftrage der Adria-Commission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften beobachtete, in einer Tiefe von 1645 *m* $12,8^{\circ}$ C., ein anderesmal aber (im Winter und näher unter Land) schon in 1230 *m* nur $12,3^{\circ}$ C. gefunden. An Bord der HERTHA ergab sich in 1025 *m* $12,9^{\circ}$ C. Diese Angaben, sowie auch eine Beurtheilung der anderen von uns gewonnenen und hier noch in Betracht kommenden Temperaturreihen führen zu dem Schlusse, dass in der Adria die localen Einflüsse Störungen hervorbringen und den oben ange deuteten constanten Wärmegrad auf ein geringes Gebiet der allertiefsten Wasserschichten beschränken. Dr. R. v. Lorenz glaubt, dass die schmale Gestalt des adriatischen Beckens dem beiderseits begrenzenden Festlande einen wirksameren Einfluss verleihe, als dies in weiten offenen Meeren stattfindet, und setzt die wahrscheinliche Grenze, unterhalb welcher eine Wärmeänderung nicht

mehr eintritt, auf 1000 *m* an, eine Tiefe, welche allerdings nur in einem kleinen Theile der Adria überschritten wird. Dieser Tiefe entsprächen etwa 12—13°, also immerhin noch eine höhere Temperatur als in den seichteren Gebieten hie und da angetroffen wurde. (Vgl. *d*.)

f) Wesentlich verschieden von dem unter *b*), *c*) und *d*) Gesagten stellt sich die Vertheilung der Temperatur während des Winters dar. Kann nämlich in der heißen Jahreszeit die Erwärmung des Wassers durch die Luft nur sehr langsam gegen die Tiefe vorschreiten, weil mit der Temperaturerhöhung eine Dichteverminderung verbunden ist, das leichter gewordene Wasser aber oben aufschwimmt und daher eine Vermischung der Schichten und ein directes Hinabtragen der Wärme durch verticale Circulation nur infolge der bei der lebhaften Verdunstung zunehmenden Salinität der obersten flüssigen Theilchen eintritt, so reicht im Winter, wenn das Meer an die Luft Wärme abgibt, schon dieser Umstand an sich allein aus, ein continuierliches Hinabdringen des abgekühlten Oberflächenwassers zu bedingen, derart also, dass nunmehr der Temperaturengleich durchaus nicht auf die unbedeutende Wirkung der Durchstrahlung und der Leitung angewiesen bleibt. Auch der die Schichten durchmischende Seegang tritt im Winter häufiger und energischer auf als im Sommer. Thatsächlich fanden wir nun, wenn die Verhältnisse der kälteren Jahreszeit bereits vollkommen herausgebildet waren, bedeutend geringere Temperaturunterschiede im verticalen Sinne vor als während der wärmeren, ja in der Regel zeigte sich im vollen Gegensatze zu den Sommererscheinungen eine Zunahme der Wärme gegen die Tiefe hin, oder doch eine gleichmäßige Durchwärmung.

So beispielsweise am 30. Jänner 1877 im Quarnero:

0	<i>m</i>	10,7° C.
0,3	"	10,7 "
1,9	"	10,7 "
9,5	"	11,0 "
19,0	"	11,1 "
28,5	"	11,1 "
40,0	"	11,7 "
47,5	"	12,3 "

Für größere Tiefen beobachtete Hopfgartner SW von Ragusa im Winter 1878:

500	<i>m</i>	11,7° C.
550	"	11,6 "
650	"	11,7 "
700	"	12,0 "
775	"	12,1 "
850	"	12,0 "
930	"	12,1 "
1075	"	12,2 "
1230	"	12,3 "

Im Gebiete östlich von Istrien, auf welches sich die von uns durchgeführten Winterbeobachtungen beschränken, kommt noch eine weitere Ursache hinzu, welche die gleichmäßige Durchwärmung fördert. Die am Grunde einmündenden Quellen nämlich, deren Wasser im Sommer bedeutend kälter ist als jenes des Meeres, im Winter dagegen dem letzteren in Beziehung auf die Temperatur näher kommt, bewirken durch das Empordringen des Süß-

wassers in der erstgenannten Jahreszeit eine weit langsamere Durchmischung als in der letztgenannten.

Nur an Tagen von besonders schönem Wetter, bei Sonnenschein und anhaltender Windstille, wurde ausnahmsweise auch im Winter eine Temperaturabnahme gegen unten hin beobachtet, doch blieb dieselbe im Vergleiche mit der sommerlichen irrelevant.

g) Im Herbst und im Frühjahr finden Übergangserscheinungen statt, welche durch folgende, von Director Dr. Hann auf Grund der von Buccich in Lesina angestellten mehrjährigen Beobachtungen verfassten Tabelle der Temperaturmittel erläutert werden.

Jahreszeit	Luft	Wasser				
		Oberfläche	1,9 m Tiefe	9,5 m Tiefe	19,0 m Tiefe	37,9 m Tiefe
Winter	9,2° C.	13,5° C.	13,6° C.	13,9° C.	13,9° C.	14,0° C.
Frühling.....	14,8 "	15,0 "	14,8 "	14,7 "	14,4 "	14,0 "
Sommer.....	24,4 "	22,0 "	21,8 "	20,3 "	18,1 "	15,8 "
Herbst.....	17,9 "	19,5 "	19,3 "	18,4 "	18,1 "	17,1 "

Es ist sohin ersichtlich, dass im Winter, Frühjahr und Herbst die Lufttemperatur von der Oberflächentemperatur übertroffen wird, ein Phänomen, welches in einem sehr großen Theile des Mittelmeeres aufzutreten scheint. Auch die winterliche Wärmezunahme gegen den Grund hin ist aus den obigen Daten leicht erkenntlich.

Nach den Beobachtungen in der Rhede von Fiume trat 1876/77 das Wärmemaximum der Temperatur an der Oberfläche in der ersten Hälfte Augusts (23,3° C.) in 23 m, in der zweiten Hälfte Augusts (18,0° C.), am Grunde (44 m) aber erst im October (15,3° C.) ein. Die Minima fielen an der Oberfläche und in 23 m auf den Monat März (9,9 und 10,2° C.), am Grunde aber auf April (10,0° C.).

Auch in dieser Localität ist der Theil des Jahres, während welchem die Temperatur der Luft von jener des Wassers übertroffen wird, größer als der andere.

h) Für mehrere Positionen des Quarnero haben wir aus den erhaltenen Reihen die mittlere Temperatur der ganzen Wasserschicht abgeleitet, wobei wir uns der graphischen Darstellung bedienten und die Bestimmung der Area zwischen den betreffenden Segmenten der Curve und der Abscissenachse sowohl mit Hilfe eines Starkschen Planimeters, als auch zur Controle mittels Berechnung nach Simpsons Regel durchführten. Für eine Position im Golfe von Fiume (IV. Bericht, I.) nahe dem Nordrande der Insel Cherso ergaben sich folgende Zahlen:

Z e i t	Tiefe in Meter	Temperatur in Graden Celsius
26. August 1875 11 ^h 35 ^m a. m.	66,5	15,1
27. Jänner 1876 5 ^h 25 ^m p. m.		9,5
18. Februar 1876 10 ^h 7 ^m a. m.		9,5
24. Mai 1876 12 ^h 47 ^m p. m.		12,5
14. October 1876 9 ^h 22 ^m a. m.		16,4

Im October war also die mittlere Temperatur der ganzen Wasserschichte wärmer als im August. Die Maximalschwankung, soweit sie durch die obigen wenigen Daten ausgeprägt ist, betrug etwa 7° C.

2) Die täglichen Temperaturänderungen des Meerwassers in der Adria sind noch wenig untersucht; doch kann es als erwiesen betrachtet werden, dass während des Hochsommers innerhalb 24 Stunden gewisse Schwankungen auftreten, zumal dann, wenn Wechsel in dem Zustande der See, wie beispielsweise ein Übergang von vollkommener Ruhe zu heftiger Wellenbewegung, stattfindet. Inwiefern auch die Gezeiten hiebei in's Spiel kommen, lassen wir dahingestellt.

Vom 29. Juli 1874 5^h p. m. bis 30. 8^h a. m. schwankte die Temperatur im Canale von Lesina um 2, in 15 m um 1,8, am Grunde dagegen (61 m) immer noch um 0,7° C. In der Rhede von Fiume, am 3. Juli 1877, betragen die aufgetretenen Unterschiede von 8^h a. m. bis 6^h p. m. an der Oberfläche 0,7, in 15 m 1,0 und am Grunde (44 m) 0,4° C. An beiden Beobachtungstagen trat im Laufe der Arbeiten eine nennenswerte Witterungsänderung ein.

Specificisches Gewicht und Salzgehalt. Wasserproben von der Meeresoberfläche, an welchen die Bestimmung des specificischen Gewichtes vorzunehmen ist, können mit Hilfe eines beliebigen Kübels geschöpft werden, wenn nur für dessen Reinhaltung die nöthige Sorgfalt verwendet und darauf geachtet wird, dass das geförderte Wasser möglichst den obersten Schichten angehöre.

Zeitraubender und umständlicher aber ist das Verfahren, wenn es gilt, Proben aus der Tiefe, selbstverständlich unvermischt mit Wasser aus den darüberliegenden Schichten, zu gewinnen. Zahlreiche Vorrichtungen wurden erdacht, um dem erwähnten Zwecke zu dienen, derart, dass hier selbst nur das Eingehen auf die Constructionsprincipien unthunlich erscheint. Ange deutet sei jedoch, dass wegen des bedeutenden hydrostatischen Druckes in den großen Tiefen geschlossene Hohlräume nur in relativ geringe Abstände von der Oberfläche versenkt werden können, sowie auch, dass jene Apparate, bei welchen der Abschluss erst in der gewählten Tiefe erfolgt, ein möglichst freies Passieren des Wassers durch den für die Aufnahme der Probe bestimmten Raum während des Versenkens der Vorrichtung gestatten müssen, da sonst

die von den oberen Schichten mitgerissenen Flüssigkeitstheile sich mit jenen aus der gewünschten Tiefe vermischen würden, und man daher nur ein Gemenge von Wasser verschiedener Provenienz fördern könnte.

Abgesehen von der NAUTILUS-Reise verwendeten wir die von der »Commission zur Erforschung der deutschen Meere« empfohlenen Apparate und zwar für geringere Tiefen (bis zu 20 m) eine Flasche mit Korkverschluss und Bleiballastierung, welche, in der Tiefe angelangt, durch einen kräftigen Zug entkorkt wurde, für größere Tiefen aber den nach Dr. H. A. Meyer von Steger in Kiel construirten Schöpfapparat. Derselbe ist von Messing erzeugt und im verticalen Sinne cylindrisch durchbohrt. Der Abschluss des hiedurch gebildeten Hohlraumes erfolgt beim Aufstoßen am Grunde, — oder aber in einer gewählten Zwischentiefe durch die Wirkung eines oben losgelassenen, längs der Leine herabgleitenden Laufgewichtes. Die Ventile von bedeutendem Durchmesser, welche sich vor die Öffnungen legen, erfüllen ihren Zweck in tadelloser Weise.

Ist die See glatt oder nur sehr leicht bewegt, so kann man die Bestimmung des specifischen Gewichtes unmittelbar nach Förderung der Wasserprobe vornehmen. Hiezu bedient man sich jetzt fast ausschließlich gläserner Aräometer von großer Empfindlichkeit und von bedeutender Schwimmstabilität. Selbstredend muss mit der Dichtebestimmung, die auf mindestens vier Decimalstellen zu geschehen hat, auch eine sehr exacte Temperaturbestimmung verbunden werden.

Bei unruhiger See zeigt sich in der Regel selbst eine cardanische Suspension des die Probe enthaltenden Glascylinders nur von zweifelhaftem Nutzen, weshalb in diesem Falle kein anderer Ausweg offen bleibt, als das Wasser in wohlgereinigte Flaschen zu füllen und dieselben gut verkorkt und versiegelt für eine günstigere Untersuchungszeit aufzubewahren.

Da das erhaltene specifische Gewicht von der Temperatur der Probe während des Experimentes abhängt, diese Temperatur aber eine vollkommen zufällige ist, so muss nach Anbringung der den Instrumenten-Ablesungen zukommenden Correctionen noch eine Reduction durchgeführt werden, um die erhaltenen Resultate unter sich vergleichbar zu machen. Hiebei kann man nach zwei Gesichtspunkten vorgehen. Entweder man reduciert jede einzelne der Daten auf jene Temperatur, welche der betreffenden Probe vor ihrer Förderung zugekommen ist und welche mit Hilfe von Seethermometern gefunden wurde, oder aber man reduciert alle Angaben auf dieselbe, sogenannte Normaltemperatur und erhält hiedurch Zahlen, welche, wie alle hier in Betracht kommenden modernen Forschungen übereinstimmend dorthaten, um »Eins« vermindert den Procenten des Salzgehaltes nahezu proportioniert sind. Auf dem ersten Wege gelangt man zu einem Aufschlusse über die Vertheilung der wahren Dichten, auf dem letzten dagegen zu einer Kenntnis über die Vertheilung der Salinität, und diese kam bei unseren Arbeiten — von einigen, hier nicht näher zu erwähnenden Specialuntersuchungen abgesehen — stets in Betracht.

Als Normaltemperatur ist es bequem, eine nicht zu extreme, sondern vielmehr eine mittlere, häufig auftretende zu wählen. Leider jedoch einige man sich nicht allgemein über diese Wahl. Nach dem Vorgange der »Commission zur Erforschung der deutschen Meere« hielten wir an 14° R. = $17,5^{\circ}$ C. bei allen unseren Bestimmungen fest. Die Reduction geschah mittels der von

Professor Stahlberger auf empirischem Wege zusammengestellten Tabelle¹⁾, die Berechnung des Salzgehaltes aber mittels des Coefficienten 131, welcher nach den chemischen Analysen des Professors Dr. Köttstorfer bei Untersuchungen in der Adria vollkommen verwendbar ist²⁾.

Eine gute Controle für die Brauchbarkeit der erzielten Resultate bietet die auch von uns häufig durchgeführte Bestimmung des Chlorgehaltes durch Titrierung mit einer Lösung von salpetersaurem Silber, da bekanntlich nach den Forschungen Forchhammers das Verhältnis des Gehaltes an Chlor und Brom (letzteres auf Chlor überrechnet) zum Gesamt-Salzgehalte nahezu ein constantes ist (181—182). Dennoch aber musste, um unseren Vorgang vollständig zu sichern, auch eine Reihe Waganalysen im Cabinet durchgeführt werden.

Wie bei der vorausgehenden Besprechung der Temperaturbeobachtungen, muss auch hier auf eine detaillierte Beschreibung des Vorganges beim Gewinnen der Daten verzichtet werden.

Indessen geht aus dem Gesagten hervor, dass Salzgehaltbestimmungen complicierter und zeitraubender sind, als die Eruiierung der Seetemperatur. Das von uns gesammelte Materiale ist deshalb mit Rücksicht auf den ersten Factor weniger reich, als mit Rücksicht auf den letzten. Immerhin aber konnten wir nicht nur für die Profile, sondern auch für horizontale Flächen Linien gleichen Salzgehaltes entwerfen. Die beiliegende Tafel (II) enthält in ihrer Hauptkarte die besagten Linien für das Wasser am Meeresboden, wobei abermals zur besseren Übersicht auch noch die Isobathen beigegeben sind, und eine verschiedene Abtönnung der entstandenen Felder durchgeführt ist, während in den Nebenkärtchen die Vertheilung des Salzgehaltes an der Oberfläche und in 10 m charakterisiert erscheint. Die Ergebnisse allgemeiner Natur lassen sich wie folgt andeuten:

a) An der Oberfläche und nahe derselben nimmt im Sommer die Salinität von NW gegen SE im allgemeinen zu, dabei jedoch ist das Wasser unter Italien versüßter als jenes unter der Balkan-Halbinsel. In ersterem Sinne wächst also Temperatur und Salzgehalt übereinstimmend, in ostwestlicher Richtung dagegen entspricht der Zunahme des erstgenannten Factors eine Abnahme des letzteren. Etwa zwischen Tremiti und dem Monte Gargano nähern sich die Linien gleichen Salzgehaltes am stärksten und laufen dortselbst nahezu parallel mit dem Ufer; auch zwischen Ancona und Tremiti, dann an der apulischen und dalmatischen Küste finden sich Anzeichen eines solchen Parallelismus. Eine Salinität über 3,85 ‰ wird nur in einem kleinen Gebiete seawärts des Golfes von Drin vorgefunden.

b) Bezüglich des Wassers am Grunde kann ähnlich wie bei der Temperatur eine gewisse Abhängigkeit der Salinität von der Bodenconfiguration für viele Theile der Adria nicht geleugnet werden, da häufig der größeren Tiefe auch der größere Salzgehalt zukömmt. Doch zeigen sich mehrfache Ausnahmen, deren bemerkenswerteste durch die schon bei Besprechung der Wärmevertheilung (unter b) erwähnten Grundquellen ihre Erklärung finden.

¹⁾ Vgl. II. Bericht der ständigen Commission für die Adria an die kaiserliche Akademie der Wissenschaften zu Wien 1869/70. Andere Tabellen, welche von dieser nicht sehr wesentlich abweichen, stammen von Dr. Meyer, von Ekmann, Tornoe etc.

²⁾ Vgl. unsere Berichte. — Tornoe nimmt für das europäische Nordmeer auf Basis seiner Untersuchungen 131,9 an.

c) Im großen Ganzen wächst der Salzgehalt von der Oberfläche gegen den Grund hin, doch findet dieses in den verschiedenen Gebieten sehr ungleichartig statt. Besonders möchten wir darauf hinweisen, wie knapp unter der italienischen Küste die Versüßung, welche in überwiegendem Maße durch die im Norden einmündenden Flüsse entsteht, mit dem Vorschreiten gegen SE bei einer geringen Abnahme an der Oberfläche sich in immer größeren Tiefen geltend macht. Abgesehen von dem Bereiche der Grundquellen, welches zwischen dem östlichen Gestade und der Linie »Lissa-Promotore« angenommen werden darf, ist übrigens die Salinität am Meeresboden größer als in irgend einer höher liegenden Schichte. Trifft man jedoch in jenem Bereiche zufällig auf Stellen, an welchen ein besonders reger Zufluss stattfindet, so weist das spezifische Gewicht am Grunde einen namhaften Rücksprung auf. Zur besseren Erläuterung, wie sich die Salinitätsverhältnisse im verticalen Sinne herausstellen, diene die nachfolgende Tabelle, welche mehrere charakteristische Beobachtungsreihen enthält ¹⁾.

Expedition	Zeit	Geographische Position	Tiefe in Meter	Specificisches Gewicht, reducirt auf 17,5° C.	Salzgehalt in Procent
DELI-Expedition 1875	27. August 2h 31 ^m p. m.	Canal von Zengg, 2 nautische Meilen vom Hafen entfernt	0	1,0284	3,72
			19	293	3,84
			74 (Gr.)	288	3,77
DELI-Expedition 1876	6. August 6h 20 ^m a. m.	Etwa 14 nautische Meilen südöstlich von Punta Maestra	0	1,0257	3,37
			15	285	3,73
			30,5 (Gr.) ¹⁾	287	3,76 ²⁾
DELI-Expedition 1876	11. August 9h 2 ^m a. m.	Linie Ancona-Tremiti, etwa 32 nautische Meilen von Ancona	0	1,0270	3,54
			9,5	272	3,56
			19,0 36 (Gr.)	277 291	3,63 3,81
DELI-Expedition 1876	15. August 5h 33 ^m a. m.	Fahrt Bari-Brindisi, etwa 18 nautische Meilen von Bari, 6 vom Lande	0	1,0273	3,58
			9,5	275	3,60
			19,0 115,5 (Gr.)	276 294	3,62 3,85
DELI-Expedition 1876	24. August 3h 25 ^m p. m.	Canal von Sebenico, 1,5 nautische Meilen vom Fort Nicolo	0	1,0291	3,81
			9,5	289	3,79
			19,0 45,5 (Gr.)	289 293	3,79 3,84

¹⁾ Das Zeichen »Gr.« bedeutet »Grund«.

²⁾ Die chemische Waganalyse ergab: 3,4036, 3,7344 und 3,7834%.

³⁾ Absichtlich wählten wir hiebei einige der Positionen wieder, von welchen in rüheren bereits die Temperaturen gegeben wurden.

Expedition	Zeit	Geographische Position	Tiefe in Meter	Specificches Gewicht, reducirt auf 17,5° C.	Salzgehalt in Procent
HERTHA-Expedition 1880	21. Juli 7 ^h 40 ^m p. m.	44° 12' Nordbreite, 14° 29' Ostlänge (bei Scarda)	0	1,0287	3,76
			5	289	3,78
			10	289	3,78
			20	291	3,81
			67 (Gr.)	288	3,77
	22. Juli 10 ^h 5 ^m a. m.	42° 55' Nordbreite, 16° 8' Ostlänge (südlich von Lissa)	0	1,0289	3,78
5			291	3,81	
10			290	3,80	
20			293	3,84	
125 (Gr.)			293	3,84	
23. Juli 3 ^h 0 ^m p. m.	40° 16' Nordbreite, 19° 14' Ostlänge (bei Cap Linguetta)	0	1,0291	3,81	
		5	292	3,83	
		19	293	3,84	
		20	292	3,83	
		540 (Gr.)	293	3,84	
27. Juli 6 ^h 30 ^m a. m.	39° 53' Nordbreite, 19° 47' Ostlänge (bei Merlera)	0	1,0291	3,81	
		5	291	3,81	
		10	292	3,83	
		20	292	3,83	
		68 (Gr.)	294	3,85	
27. Juli 2 ^h 30 ^m p. m.	39° 47' Nordbreite, 18° 32,5' Ostlänge (bei Cap St. Maria di Leuca)	0	1,0288	3,77	
		5	288	3,77	
		10	288	3,77	
		20	289	3,79	
		122 (Gr.)	289	3,79	

d) Im nordwestlichen Theile der Adria, woselbst die Ausdehnung in der Richtung Ost-West nur eine mäßige ist, und wo überdies die Halbinsel Istrien das ganze Gebiet in zwei (ungleiche) Theile scheidet, tritt der Gegensatz in den physikalischen Verhältnissen, besonders im Sommer, grell hervor. Im Westen der genannten Halbinsel findet man im allgemeinen die Temperatur hoch und den Salzgehalt nieder, den letzteren überdies rasch abnehmend gegen das venetianische Litorale hin, doch zunehmend im verticalen Sinne von der Oberfläche zum Grunde. Im Osten dagegen ist die Temperatur niedriger und der Salzgehalt höher; zumal aber zeigt sich nahe dem Grunde eine sehr bedeutende Abkühlung und gewöhnlich ein niedrigeres specifisches Gewicht als in den höheren Schichten; beide Erscheinungen als Wirkung der mehrerwähnten unterseeischen Quellen.

e) Das Gebiet der größten Concentration an der Oberfläche im Westen des Golfes von Drin zeichnet sich in demselben Sinne auch rücksichtlich des Wassers in der Tiefe aus; hiebei umschließt naturgemäß die Linie von 3,85% näher dem Grunde größere Flächen als in den oberen Schichten.

f) Auf den Winter übergehend, sei sogleich betont, dass uns nur Beobachtungen aus dem Quarnero, also einem durch Strömungen aller Art wesentlich beeinflussten Gebiete vorliegen. Schon gelegentlich der Betrachtung der Temperaturvertheilung wurden die Umstände hervorgehoben, welche im Winter eine raschere Durchmischung der Schichten bedingen als im Sommer. Ähnlich wie bei der Wärme finden wir infolge dieses Vorganges in der erstgenannten Jahreszeit auch beim Salzgehalte eine weit gleichmäßigere Anordnung im verticalen Sinne. Charakteristisch ist es zumal, dass die Rücksprünge gegen den Grund hin in dieser Saison fast gänzlich fehlen.

g) Von den berechneten mittleren Salzgehalten seien diejenigen angeführt, welche sich auf die im früheren (unter *h*) gewählten Positionen im Quarnero beziehen, wobei noch zu bemerken kommt, dass sämtliche bei Darstellung der Curven abgesetzte Ordinaten auf den Ergebnissen, welche Professor Dr. Köttstorfer mit Hilfe der Waganalyse erzielte, also nicht auf einfache Aräometerablesungen basieren.

Zeit		Tiefe des Grundes in Meter	Mittlerer Salzgehalt in Procent
26. August 1875	11 ^h 35 ^m a. m.	66,5	3,823
27. Jänner 1876	5 ^h 25 ^m p. m.		3,784
18. Februar 1876	10 ^h 7 ^m a. m.		3,790
24. Mai 1876	12 ^h 47 ^m p. m.		3,740
14. October 1876	9 ^h 22 ^m a. m.		3,785

Der mittlere Salzgehalt erreichte also, soweit dies aus den obigen Zahlen zu entnehmen ist, schon im August, d. h. zur Zeit der größten Verdunstung und der geringsten Zufuhr von Süßwasser durch Regen und Flüsse, seinen größten Wert, im Mai dagegen seinen geringsten.

h) Bezüglich der Übergangerscheinungen im Frühjahr und Herbste sei nur erwähnt, dass sowohl die Winter- als auch die Sommervhältnisse sehr weit nachtragen, d. h. sich in die folgenden Jahreszeiten hineinziehen.

i) Die täglichen Schwankungen des Salzgehaltes an der Oberfläche scheinen einigermaßen von der Tageszeit, oder genauer gesagt, von dem Wechsel im Ausmaße der Verdunstung abzuhängen. Während eines ausgiebigen Niederschlages entsteht bei Windstille und glatter See eine sehr merkliche Versüßung (um 0,2% und darüber). In der Rhede von Fiume zeigte sich auch manchmal ein gewisser Zusammenhang der Salinität mit der Höhe des Wasserstandes.

Am 3. Juli 1877 oscillierte daselbst der Salzgehalt an der Oberfläche innerhalb der zehn Stunden — von 8^h a. m. bis 6^h p. m. — um nicht weniger als 0,1%, wobei noch von einer durch heftigen Regenschauer eingetretenen Depression abgesehen ist; in 9,5 m betrug die Schwankung nur 0,05, am Grunde aber (44 m) bloß noch 0,02%. Immerhin aber ist hieraus zu ersehen, dass knapp am Lande innerhalb weniger Stunden auch in der Tiefe Änderungen des Salzgehaltes eintreten können.

Meeresströmungen. Die im Jahre 1874 an Bord des Dampfers NAUTILUS im dalmatinischen Archipel angestellten directen Strömungsmessungen konnten zu keinem befriedigenden Resultate führen, weil dortselbst verschiedene Complicationen — zumal der wechselnde Einfluss des Windes und die äußerst verwickelte Gestaltung des Flutphänomens — das Allgemeine und Wesentliche an der Wassercirculation abzuleiten, nur aus einer langen, durch viele Jahre fortgesetzten Reihe zahlreicher Beobachtungen gestatten würden. Da nun derartige, lange fortgesetzte Untersuchungen ausgeschlossen bleiben mussten, verließen wir die Methode der directen Strömungsbeobachtungen gänzlich und entschlossen uns zu einem anderen Vorgange. Wir versuchten es nämlich, in den folgenden Jahren die Hauptzüge der Meeresströmungen aus bedeutend vermehrten und, soweit es in unseren Kräften lag, über das ganze Gebiet der Adria ausgedehnten Temperatur- und Salzgehaltbeobachtungen zu constatieren, indem wir die Resultate dieser Untersuchungen mit den obwaltenden meteorologischen Verhältnissen, sowie mit der Vertheilung der Süßwasserzufuhr vom Lande her und der Configuration des Bodens in Beziehung brachten.

Dieser Methode scheinen wesentliche Vortheile innezuwohnen, so lange es sich eben nur um die Erkenntnis der Hauptwasserbewegung handelt, da engbegrenzte und durch kurze Zeit vorhandene Strömungen das sie überdauernde Gesamtbild der Salz- und Temperaturvertheilung nicht zerstören. Aus diesem Bilde ist der Einfluss einer verwirrenden Mannigfaltigkeit von Bewegungen eliminiert, während er sich in den Resultaten der directen Messungen geradezu in den Vordergrund drängt.

Wir erlauben uns hier nur im kurzen einige allgemeine Andeutungen zu geben, durch welche Schlussfolgerungen wir zum Ziele gelangten.

Die meteorologischen Beobachtungen auf den Landstationen haben es bisher untrüglich dargethan, dass im Hochsommer die Atmosphäre ober der italischen Küste wärmer ist als über der dalmatisch-albanischen. Die Linien gleicher Luftwärme laufen fast parallel zu den Gebirgskämmen; speciell bildet die Isotherme von 26° C. eine merkwürdige, nach NW hinragende Zunge, in deren Innerem die Ostküste der apenninischen Halbinsel situiert ist¹⁾. Durch diese eigenthümliche Vertheilung der Luftwärme erklärt sich nun leicht die im vorhergehenden betonte Zunahme der Wassertemperatur gegen Westen hin, nicht aber jene gegen SE. Diese letztere kann nun allerdings für die italischen Küstengewässer durch die abkühlende Wirkung der reichlichen Zuflüsse im Norden, für die albanisch-dalmatische aber nur durch eine längs derselben aus dem Mittelmeere in die Adria eintretende Strömung erwärmt und — da hier die beregte Zunahme nicht an der Oberfläche selbst, sondern nur nahe derselben hervortritt — auch versalzenen Wassers gedeutet werden.

¹⁾ Vergl. hierüber vor allem die wertvolle Studie Dr. Th. Fischer: „Das Klima der Mittelmeerländer in Petermanns Mittheilungen“ Nr. 58, Sep.-Heft, 1879.

Nun finden wir weiter an der apulischen Küste einen relativ niedrigen Salzgehalt, wengleich diese Küste nur unbedeutende Mengen von Süßwasser liefert, da sie einer Region angehört, welche in der in Rede stehenden Jahreszeit sehr arm an Niederschlägen ist. An der albanischen Küste, deren Hinterland mehr Regen empfängt und wo deshalb nicht unbedeutende Flüsse der See zueilen, ist das Meer trotzdem weit salzreicher als unter Apulien, ja es ist schon auf sehr mäßige Entfernungen vom Ufer so salzig wie das jonische Mittelmeer. Das angesüßte Wasser unter Apulien muss also unter einem weitabliegenden Einflusse stehen, d. h. es muss die ganze Masse desselben von einer anderen Gegend herkommen, und thatsächlich besteht im nördlichen Theile der Adria ein Gebiet von sehr reichen Süßwasserzuffüssen, nämlich jenes an der Po-Ebene, woselbst sich aber die Salinität nur wenig niedriger als an den genannten südlichen Gestaden Italiens zeigt. Dass nun wirklich das Wasser von den venetianischen und romagnolischen Küsten längs der Ostseite der apenninischen Halbinsel bis unter Apulien und bis über das Cap Sta. Maria di Leuca hinaus versetzt wird, haben wir aber durch die Resultate mehrerer Beobachtungen erhärtet, welche an den geeigneten Stellen eingeschaltet, einerseits den successiven Übergang der Erscheinung knapp unter Land von NW gegen SE hin aufklären, andererseits aber die Verhältnisse der Hochsee mit jenen an der Küste zu vergleichen erlauben.

An der dalmatisch-albanischen Küste bemerken wir, dass sich auch hier die versüßende Einwirkung der Zuflüsse nicht seewärts fortpflanzt, sondern nahe der Küste verharrt und sich mit dem Vorschreiten gegen NW gleichsam summiert, da die Salinität im genannten Sinne in Abnahme begriffen ist. Besonders charakteristisch ist aber der Streifen versalzten Wassers, der sich den dalmatischen Inseln entlang zieht. Diese Beziehungen deuten uns im Vereine mit den früher erwähnten Temperaturerscheinungen den Zug der Strömung an, deren Abzweigung südlich von Lissa und von Istrien durch die Ausbuchtungen der Linien gleichen Salzgehaltes gegen Westen hin, sowie auch durch das erhöhte specifische Gewicht an jenen Stellen angekündet sind, woselbst sich diese Zweige, nachdem sie die Adria gequert haben, mit dem italienischen Küstenstrom vereinigen. Die gedrängte Lage der Salinitätscurven bei Tremiti und Vieste einerseits und ihre gegenseitige Annäherung bei Ancona andererseits ist durch die besagten Verhältnisse bedingt. Die hohe Concentration im Westen des Golfes von Drin, welche jene an der Einfahrt in das Adriatische Meer noch übertrifft, kann sich nur unter dem von jeglicher Süßwasserzufuhr ungestörten Einflusse der Verdunstung herausbilden.

Indessen ist es gewiss, dass zur vollständigen Aufklärung dieses letzten Umstandes noch weitere Beobachtungen wünschenswert wären. Schon nach Sichtung des Materiales der Expedition 1875 waren wir, wie aus dem Gesagten entnommen werden mag, in der Lage, die von mehreren Hydrographen angenommene und auch von den meisten Seeleuten des Adriatischen Meeres bestätigte Strömung, welche längs der Küsten im Sinne gegen den Zeiger der Uhr circuliert, aus den Ergebnissen unserer Beobachtungen nachzuweisen. Es wurde nicht nur das Bestehen der Wasserbewegung an der italienischen Küste gegen SE außer Zweifel gesetzt, sondern auch erkannt, dass sich der Strom nach Maß seines Vorschreitens immer mehr und mehr an die besagte Küste lehnt und somit an Breite ab, dagegen an Tiefe zunimmt.

Für die Strömungen an der entgegengesetzten Küste im nördlichen und nordwestlichen Sinne, sowie über die Verbindungsglieder südlich von Lissa und

von Istrien ergaben sich noch minder sichere, doch nicht unerhebliche Anhaltspunkte. Erst dem IV. Berichte war es vorbehalten aus den zu verschiedenen Jahreszeiten gepflogenen Untersuchungen im Gebiete des Quarnero unter Beziehung der im II. und III. Berichte enthaltenen Daten, sowie aus den Resultaten mehrerer Specialuntersuchungen für die Strömung an der dalmatisch-albanischen Küste, und zwar nicht nur für den Sommer, sondern auch für die übrigen Jahreszeiten den Nachweis zu erbringen, der endlich, soweit es sich auf die sommerlichen Verhältnisse bezieht, durch die HERTHA-Expedition 1880 vervollständigt wurde. Wir sahen uns nämlich in die Lage versetzt, eine näherungsweise Construction der Linien gleichen Salzgehaltes für die Adria vorzunehmen und auf diesem Wege auch noch weiter die das Adriatische Meer kreuzenden Wasserzüge aufzuklären.

Vor allem die Windverhältnisse, dann aber auch die Eigenthümlichkeit in der Vertheilung der Süßwasserzufuhr und in der Gestaltung des Bodenreliefs, weiters der Umstand, dass das sicilisch-jonische Meer im großen Ganzen salzhaltiger ist als die Adria, somit das Streben nach einem Ausgleiche der Wasser angenommen werden muss, endlich die ablenkende Einwirkung der Rotation der Erde erscheinen uns als die innerhalb der von uns untersuchten Meeresgebiete thätigen Grundursachen der erkannten Strömungserscheinungen¹⁾.

Die Tafel III bringt den Gesamtvorgang, wie wir uns denselben gegenwärtig nach Zusammenfassung unserer sämtlichen Erfahrungen vorstellen, im Vereine mit den Tiefenlinien derart genau zum Ausdrucke, dass weitere umständliche Auseinandersetzungen entbehrlich erscheinen.

Das Nebenkärtchen bezieht sich auf das Gebiet zwischen Punta della Planca und Isola di Meleda. Nur für dieses Gebiet erschien es nothwendig, unsere früheren Anschauungen einigermaßen zu berichtigen. Im besonderen glaubten wir annehmen zu sollen, dass die Resultate der Salzbestimmungen auch gedeutet werden können, ohne ein Überflutung der nordwestlich sendenden Strömung im Canale della Narenta durch verüstetes Wasser anzunehmen, da die geringe Salinität im Westen auch von dem seawärts liegenden Theile des Grundquellengebietes herkommen mag.

Zu bedenken bleibt allerdings, dass die in Beziehung gebrachten Daten wenn auch gleichen Jahreszeiten, so doch verschiedenen Beobachtungsjahren entnommen sind und vielleicht auch ihrer Anzahl nach für die Aufklärung der so verwickelten Verhältnisse zwischen den Inseln nicht vollständig hinreichen mögen. Wir mussten uns immerhin damit bescheiden, dass es uns in der relativ kurzen Beobachtungszeit gelungen ist, den Verlauf der Hauptcirculation für das Adriatische Meer in befriedigender Weise zu entwerfen.

¹⁾ Aus der früher citierten Abhandlung Th. Fischers (*„Das Klima der Mittelmeerländer“*) ist auch die Vertheilung des Niederschlages deutlich zu entnehmen. Hält man derselben den Verlauf der Wasserscheide entgegen, so ist mühelos zu erkennen, dass die venetianische und romagnolische Küste eine relativ bedeutende, die albanische eine dieser etwas nachstehende, die apulische Küste dagegen, zumal im Hochsommer, nur eine äußerst spärliche Menge von Süßwasser dem Meere zuführt. Bezüglich des Windes sei bemerkt, dass im Hochsommer die Richtungen NW und NE vorherrschen, wodurch eine Aufstauung des Wassers gegen SE und SW eintreten muss. Das Bodenrelief kommt unter anderen bei Herausbildung der die Adria gegen Westen hin querenden Verbindungsströmungen in Betracht, indem es das Wasser thatsächlich durch vorliegende Barrieren zur Abbiegung drängt, während hauptsächlich die Ablenkung gegen die rechte Seite hin, in Folge der Achsendrehung der Erde, die Anlehnung der Strömungen an die Küsten bedingt.

Bezüglich dieses Verlaufes, welcher dem Bodenrelief und den Richtungen der herrschenden Winde in sehr auffallender Weise entspricht, namentlich aber bezüglich des Stromschlusses südlich von Lissa, hatten wir mittlerweile wiederholt die Genugthuung, dass sowohl von Kriegs- als auch von Handelsschiffen Mittheilungen über vorgekommene, den von uns angegebenen Strömungsrichtungen entsprechende Abweichungen des gegisssten Besteckes vom astronomischen gemacht wurden. Über die Übereinstimmung unserer Darstellung mit den Aussagen, welche betreffs dieses Gegenstandes in der letzten Auflage des „*Mediterranean Pilot*“ enthalten sind, haben wir bereits an anderer Stelle berichtet.

Durchsichtigkeit und Farbe. Beobachtungen über das dem Seewasser zukommende Ausmaß an Durchsichtigkeit, welches nach Ort und Zeit wechselt, erscheinen sowohl vom physikalischen, als auch vom biologischen Standpunkte aus von hohem Interesse. Die im Laboratorium vorgenommenen Untersuchungen sind zwar sehr geeignet, die in See gepflogenen zu unterstützen und zu läutern, können dieselben aber keinesfalls ersetzen, da künstlich erzeugte Salzlösungen sich vom Meerwasser unterscheiden und auch die bestverwahrten der heimzubringenden Proben während der Reise, und zwar namentlich mit Rücksicht auf die in ihnen suspendierten organischen und unorganischen Theilchen, Veränderungen erfahren.

Gewöhnlich pflegt man zur Beurtheilung der Durchsichtigkeit des Meeres die Abstände vom Niveau zu benützen, in welchen versenkte weiße, manchmal aber auch farbige Scheiben von genügend großem Durchmesser gerade dem Auge des Beobachters verschwinden. Gleichzeitig aber muss auch die Höhe der Sonne gemessen werden, da von ihr die Sichtlichkeitstiefe sehr wesentlich abhängt.

Die wenigen, von uns an Bord der Dampfjacht *HERTHA* gemachten Experimente, welche mehr zur allgemeinen Orientierung dienen sollten, führten zu den folgenden Resultaten:

Position, Zeit und Bezeichnung der Daten	Beschaffenheit der Scheibe					Wetter und Beobach- ungsverhält- nisse	
	Blank			Mit Ölfarbe ange- strichen			
	Weiß- bleich	Messing- bleich	Kupfer- bleich	Weiß	Grün		
43° 10' Nordbreite 15° 52' östliche Länge (nordwestlich von Lissa) 22. Juli 1880 6 ^h 20 ^m a. m.	Versenkungstiefe in Metern	41	33	31	40,5	26	Horizont mistig, sonst ziemlich heiter, glatte See
	Scheinbare Höhe des Sonnencentrums in Graden	25	29	30	24	26	
41° 8' Nordbreite, 18° 17,5' östliche Länge (LinieCazza-Linguetta) 23. Juli 1880 5 ^h 30 ^m a. m.	Versenkungstiefe in Meter	30	30	25,5	32	26	Sehr klar; See nahezu glatt.
	Scheinbare Höhe des Sonnencentrums in Graden	von 17 — 25					

Bisher ist noch kein Vorgang zur Reduction der Beobachtungsdaten allgemein acceptiert. Wir versuchten nun auf Basis der Forschungen von Bunsen und Roscoe eine Methode, welche uns einerseits von den störenden Einflüssen und andererseits von den gewissermaßen schwankenden photometrischen Verhältniszahlen möglichst unabhängig machen sollte, indem wir aus den Resultaten von unmittelbar aufeinander folgenden Beobachtungen, die wahrscheinlichsten Werte gewisser Constanten ableiteten.

Wir begnügen uns, an dieser Stelle nun das Folgende hierüber zu bemerken ¹⁾.

Ist d der Weg, welchen das Licht zurücklegen muss, um auf den zehnten Theil seiner Intensität reducirt zu werden, so ergaben sich mit Rücksicht auf die erste der Beobachtungsreihen, welche in der obigen Tabelle enthalten sind, die folgenden Werte:

Beschaffenheit der Scheibe	Weiß (blank oder angestrichen)	Messingblech (blank)	Kupferblech (blank)	Grün angestrichen
Werte von d in Centimeter	4811	3701	3440	3001

Mit Rücksicht auf die weißen Scheiben wäre daher der sogenannte „Extinctions-Coefficient“

$$\alpha = \frac{1}{d} = 0,00021$$

was auf einen hohen Durchsichtigkeitsgrad zu schließen gestattet.

Erwähnt sei noch, dass der Vergleich der oben gegebenen Beobachtungsdaten mit den von P. Secchi für das Tyrrhenische Meer gefundenen eine gewisse Übereinstimmung der beiden Meere rücksichtlich der in Rede stehenden optischen Fähigkeit kaum verkennen lässt.

Was nun die Farbe des Adriatischen Meeres im durchscheinenden Lichte betrifft, so müssen wir dieselbe wie bei allen salzhaltigen und warmen Seegebieten als eine dunkelblaue bezeichnen. Der Anblick der versenkten Scheiben oder sonstiger Instrumente, sowie der eingetauchten Theile eines Schiffes, dann aber auch das Farbenspiel in den Grotten, namentlich in der auf der Insel Busi jüngst entdeckten und rasch berühmt gewordenen, bezeugen die Richtigkeit der gemachten Behauptung. In der That wird von den meisten Besuchern die Färbung in der letzteren nicht hinter jene in der weltberühmten Grotte von Capri gestellt.

Im reflectierten Lichte kommt im allgemeinen die wahre Farbe der Meeresoberfläche nicht immer zum Ausdrucke, zumal nicht bei glatter See, wenn das Niveau wie ein fast farbloser Spiegel wirkt. Auf größere Entfernung stört auch die sogenannte Luftperspective; Küste, Meer und Himmel erscheinen häufig vollkommen gleichfärbig und sind dann nur durch feine Nuancen im Grade der Sättigung zu unterscheiden, ja oft ist es geradezu unmöglich, die

¹⁾ Die umständliche Darstellung unserer Reductionsmethode ist in der früher erwähnten Beilage zum Hefte VIII u. IX der „Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens“, 1881, enthalten.

als Seehorizont oder Kimm bezeichnete Linie genügend scharf zu erkennen, derart, dass die für die Zwecke der Navigation so wichtige Observation der Sonnenhöhe mit Schwierigkeiten verbunden ist. Bei heiterem Himmel jedoch und bei einer durch eine mäßige Brise leicht bewegten See prangen warme und salzreiche Meere wie die Adria in weit intensiverem Blau als das Firmament; in diesem Falle kann daher von einer bloßen Spiegelung nicht mehr die Rede sein, und man gewinnt wohl die Überzeugung, dass die genannte Farbe als die dem Meere im reflectierten Lichte eigenthümliche hinzustellen ist, worüber sich indessen alle modernen Autoren in Übereinstimmung befinden. Die Versuche, den Sättigungsgrad der Meeresfarbe an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten mit Hilfe von Instrumenten zu vergleichen — wie beispielsweise mit dem Saussureschen Cyanometer — führte zu wenig befriedigenden Resultaten, derart, dass man heute bei Anstellung solcher Vergleiche noch immer auf den bloßen physiologischen Eindruck angewiesen ist und außerdem von dem Gedächtnis abhängig bleibt. Dennoch glauben wir die Meinung aussprechen zu dürfen, dass die Färbung der Adria derjenigen des Tyrrhenischen Meeres nicht nachsteht. Betrachtet man unter günstigen Verhältnissen von irgend einer erhöhten Stelle aus den Golf von Triest oder jenen von Fiume, so findet man das gesättigte Ultramarin in der Regel noch in den tiefsten Winkeln der Küsteneinschnitte. Allerdings gestaltet sich dieses Phänomen bei den verschiedenen Stellungen der Sonne nicht ganz gleichartig, auch scheinen die meteorologischen Verhältnisse, sowie der größere oder geringere Staubgehalt in den unteren Partien der Atmosphäre von Einfluss zu sein, weshalb bei Beurtheilung der beregten Erscheinung auch die Modificationen nicht unbeachtet zu lassen sind, welche bei einer Änderung der Augenhöhe eintreten.

Knapp unter Land, an seichten Stellen, und zwar besonders bei sandigem weißen Grunde, zeigt die Adria gleich anderen Meerestheilen häufig eine entschieden grüne Färbung, zumal wenn die Spiegelung des Firmamentes in irgend einer Weise, etwa durch eine Wolkendecke oder durch ein überspanntes Zelt hintangehalten wird. Über schlammige Untiefen, z. B. in der Nähe der venetianischen Küste, verursachen die durch den Seegang aufgewühlten festen Theilchen eine Nuancierung der blauen Tinte ins Bräunliche oder Gelbliche, derart, dass die Seeleute hiedurch häufig in den Stand gesetzt werden, durch den bloßen Anblick der Meeresfläche gefährliche Stellen zu erkennen. Auch einige Flüsse der Adria bewirken andauernd eine gelbliche Färbung des Meerwassers in der Nähe ihrer Mündungen; andere zeigen diese Erscheinung nur im Falle sie ausnahmsweise viel Wasser führen. So beispielsweise die bei Fiume mündende Rečina, welche nach anhaltendem Regen einen manchmal mehr als eine nautische Meile langen Streifen des Meerwassers in der angedeuteten Weise färbt, derart, dass aus der Lage dieses Streifens die Richtung der nach NW setzenden Küstenströmung, welche das eingemündete Wasser mit sich nimmt, deutlich erkannt werden kann.



