

Werk

Titel: Unsere Kenntnis von den Gezeiten des Mittelmeeres

Autor: Merz, Alfred

Ort: Berlin

Jahr: 1914

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1914 | LOG_0042

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Unsere Kenntnis von den Gezeiten des Mittelmeeres.

Von Dr. Alfred Merz, Berlin.

Die Gezeiten des Mittelmeeres und der Adria sind in den letzten Jahren wiederholt der Gegenstand eingehender Studien gewesen. Wenn gegenwärtig zehn von einander abweichende Auffassungen über die Gezeiten dieser Meere vorliegen, von denen allein drei im vergangenen Jahre veröffentlicht wurden, so zeigt dies nur zu deutlich, daß das vorliegende und bearbeitete Beobachtungsmaterial so mangelhaft ist, daß eine ganze Reihe von verschiedenen Interpretierungen möglich sind.

Diese Auslegungen basieren auf zwei verschiedenartigen Grundanschauungen. Die eine geht aus von der durch G. H. Darwin ausgesprochenen Anschauung, daß die Absperrung des Mittelmeers durch die Straße von Gibraltar eine so vollständige sei, daß es sich gegenüber der Gezeiten erzeugenden Kraft der Gestirne wie ein großer See verhalte. Ja selbst die einzelnen Becken, die doch durch breitere und tiefere Pforten miteinander in Verbindung stehen, wurden als ganz selbständig aufgefaßt. Auch in ihnen spielt sich das Gezeitenphänomen ab, ohne daß es zu einer nennenswerten Wasserbewegung durch die Verbindungsstraßen kommt. Die Wassermenge des Einzelbeckens bleibt demnach während der Gezeitenperiode unverändert. Robert v. Sterneck, der Sohn des um die Erforschung der Gezeiten der Adria hochverdienten Generalmajors R. v. Sterneck, hat diese Theorie weiter entwickelt. Er ist dabei zu der Anschauung gelangt, daß in den Einzelbecken gezwungene Schwingungen in der Form auftreten, daß die Randpartien dieser Becken gleichzeitig Hochwasser haben, während zur selben Zeit in der Mitte des Beckens Niedrigwasser herrscht; umgekehrt tritt in den Randpartien Niedrigwasser ein, wenn die Beckenmitte Hochwasser hat. Die Knotenlinie, also jene Linie, in der keine vertikale Wasserbewegung vor sich geht, hat die Form einer geschlossenen Kurve, welche die Randgebiete vom zentralen Teil trennt.

Die zweite Theorie erkennt nicht an, daß das Mittelmeer nennenswerte eigene Gezeiten besitzt, sondern sucht die Erscheinungen ausschließlich aus dem Eindringen der atlantischen Welle durch die Straße von Gibraltar zu erklären. G. Wegemann hat kürzlich versucht, diese Theorie, die in ihrer ursprünglichen Gestalt mit den bekannten Hafenzeiten nur schlecht in Einklang stand, in Übereinstimmung mit den Tatsachen zu bringen. Er hat angenommen, daß die atlantische Welle bei ihrem Vordringen im westlichen Mittelmeerbecken von den italienischen Küsten zurückgeworfen werde, und daß diese reflektierte Welle nun mit der nächstkommenden atlantischen interferiere. Durch derartige Interferenzen entstehen aber bekanntlich

Schaukelbewegungen (stehende Schwingungen) und solche sind in der Tat im westlichen Mittelmeer festgestellt. Die Beobachtungen ergeben nämlich, daß die Wassermassen dieses Beckens Schwingungen um eine Knotenlinie ausführen, die sich vom Cabo de la Nao an der Ostküste Spaniens nach SSE zur algerischen Küste zieht. Denn einerseits haben alle Orte westlich dieser Linie gleiche Hafenzeit und andererseits findet sich dieselbe Erscheinung östlich der Knotenlinie; aber der Unterschied der Hafenzeit hier und dort beträgt sechs Stunden, d. h. wenn der Wasserspiegel im Westen hochsteht, steht er im Osten tief und umgekehrt. — Im östlichen Mittelmeerbecken nimmt Wegemann mit Harris eine um Kreta als Mittelpunkt rechts herumlaufende Amphidromie an. Er denkt sich dieselbe aus der Interferenz der atlantischen Welle mit ihren Reflexionen von den Küsten des Peloponnes, Kretas und Syriens entstanden; eine freie Welle pflanzt sich von hier aus in das nördliche Ägäische Meer fort.

Gegen diese Theorie kann man den Einwand erheben, daß es nicht sehr wahrscheinlich ist, daß die atlantische Welle bis an die syrischen Gestade eine solche Kraft behält, daß sie hier noch Hubhöhen von 50—60 cm erzeugen kann, während daneben die selbständigen Gezeiten der sehr beträchtlichen Wassermasse des Mittelmeeres kaum zu verspüren wären. Hat doch R. v. Sterneck sogar im Schwarzen Meer, das sicher von einer atlantischen Welle gänzlich unabhängig, wesentlich kleiner und seichter ist, eine Hubhöhe von 8 cm nachgewiesen. Außerdem ist zu betonen, daß die Amphidromie für das Ostbecken eine durch Beobachtungen kaum gestützte Annahme ist, denn die wenigen bekannten Hafenzeiten können ebensogut im Sinne einer Schaukelbewegung um eine vom Peloponnes nach Barka zu ziehende Knotenlinie gedeutet werden. Dagegen ist eine kleine Amphidromie in der Straße von Tunis um Pantellaria als Mittelpunkt durch Beobachtungen bezeugt.

Aber auch die ersterwähnte Sternecksche Theorie bietet erhebliche Schwierigkeiten. Schon De Marchi hat gezeigt, daß die Amplitude solcher Gezeiten mit geschlossener, in sich zurückkehrender Knotenlinie nur wenige Millimeter betragen könnte; auch ist die Annahme nicht stichhaltig, daß die Amplitude durch Wiederholung des Impulses vergrößert sei, denn dies kann nur dann geschehen, wenn die Periode des Impulses und die Periode der Eigenschwingung des Beckens annähernd gleich sind. Es hat aber R. v. Sterneck selbst nachgewiesen, daß die Eigenschwingung für das Westbecken (bei zentraler Knotenlinie) nur 5.96 h für das Ostbecken 8.54 h und für das Schwarze Meer 4.98 h beträgt. Ferner hat G. Grablovitz gezeigt, daß die Insel Ponza, die sehr nahe der Sterneckschen Knotenlinie für das Tyrrenische Meer liegen würde, noch eine recht beträchtliche Gezeitenamplitude besitzt. Vor allem hat v. Sterneck selbst erkannt, daß die von G. H. Darwin

übernommene Anschauung, daß sich die Gezeitenerscheinungen in den einzelnen Becken unter Konstanz des Wasservolumens abspielen, nicht haltbar sei. Denn erstens zeigen die Strombeobachtungen von G. S. Nares (wie natürlich auch die neueren von Helland-Hansen), daß in der Straße von Gibraltar ebenso wie in der Straße von Messina alternierende Gezeitenströmungen vorhanden sind; ferner hat v. Sterneck aus den bekannten Gezeitenamplituden des westlichen Mittelmeerbeckens und der Adria die Wasserbilanz für die Zeiten der extremen Ausschläge berechnet und gefunden, daß der Wasserinhalt dieser Becken bei Verschiebung der Gezeitenphasen nicht konstant bleibt, sondern beträchtlichen Schwankungen unterliegt. So befinden sich in der Adria zur Zeit der Syzygien um 4 h (mitteleuropäischer Zeit) um 16.5 cbkm mehr Wasser als um 10 h. Dieses Quantum muß also während einer Gezeitenperiode durch die Straße von Otranto ein- und ausfließen. Ebenso soll die Wassermenge des westlichen Mittelmeerbeckens um 9 h um 112.5 cbkm größer als sechs Stunden vorher sein. Da v. Sterneck aus Nares' Beobachtungen den Wassertransport durch die Straße von Gibraltar auf 70 cbkm und aus anderen Messungen die Zufuhr durch die Straße von Messina auf 8 cbkm berechnet, blieben für die Straße von Tunis 34,5 cbkm übrig. Die Einströmungen durch die Straße von Gibraltar, deren Betrag nur als sehr unsicher ermittelt zu betrachten ist, sind nach v. Sterneck verursacht durch die Gezeitenvorgänge im benachbarten Gebiet des Atlantik, die Gezeitenströmungen in der Straße von Otranto sind veranlaßt durch die Schaukelbewegung im östlichen Mittelmeerbecken.

Aus allen diesen Gründen hat v. Sterneck seine oben vorgetragene Theorie, die zur Annahme geschlossener Knotenlinien führt, fallen gelassen und sich für gezwungene Schaukelbewegungen um je eine nord-südliche Knotenlinie in den beiden Mittelmeerbecken entschieden. Es greift damit v. Sterneck auf die schon früher von G. Grablovitz entwickelte Auffassung zurück, der sich ebenfalls für Schaukelbewegungen entschieden hatte. Aber v. Sterneck kombiniert diese Pendelbewegung mit parallelen Verschiebungen der Wasseroberfläche. Denn er nimmt an, daß durch die nachgewiesenen Gezeitenströmungen in den Eingangs- und Verbindungspforten der Becken Parallelverschiebungen der Wasseroberfläche hervorgerufen würden, indem sich während des Einströmens der ganze Spiegel gleichzeitig und im gleichen Ausmaße hebe und während des Ausströmens ebenso falle.

Diese Hebungen und Senkungen des Wasserspiegels werden nach v. Sterneck im westlichen Mittelmeerbecken durch die Gezeitenströmungen in der Straße von Gibraltar hervorgerufen und erreichen bei der Verteilung der dort durchströmenden 70 cbkm auf die ganze Fläche des Beckens einen Betrag von $\pm 13,3$ cm. Die Einströmung erfolgt ungefähr

gleichzeitig mit der Herausbildung des positiven Schwingungsbauches im Osten, also bei Steigendwasser östlich der Knotenlinie, die Ausströmung geschieht annähernd zur Zeit von Steigendwasser im Westen der Knotenlinie. Indem nun die Schaukelbewegung sich kombiniert mit der Parallelverschiebung, werden die Amplituden, wie eine einfache Überlegung ergibt, östlich der Knotenlinie vergrößert, westlich der Knotenlinie verkleinert. Ja, es muß sogar in der westlichen Nachbarschaft der Knotenlinie, soweit hier der Ausschlag der reinen Schaukelbewegung noch nicht den Betrag der Parallelbewegung erreicht, die Phase der Bewegung verkehrt werden und mithin mit der Phase östlich der eigentlichen Knotenlinie in Übereinstimmung geraten; dies bedeutet aber dem Anschein nach eine Verrückung der Knotenlinie nach Westen. Es wäre mithin die exzentrische Lage dieser Linie nicht nur auf die verschiedene Tiefe und Breite der Gewässer zu beiden Seiten, sondern auch auf die Kombination der Parallel- mit der Schaukelbewegung zurückzuführen. Da aber die von den Gezeiten des Atlantik abhängige Parallelbewegung der Wasseroberfläche ihren höchsten positiven Betrag nicht gleichzeitig mit Hochwasser im Osten des Beckens, sondern rund eine Stunde früher erreicht, so müßten die Hafenzeiten an den beiden Enden des Beckens etwas, in der Nähe der Knotenlinie, wo sie ausschlaggebend ist, um ungefähr eine Stunde gegenüber den theoretisch für die gezwungene Schaukelbewegung zu erwartenden Werten (3 h im Westen, 9 h im Osten) verfrüht erscheinen. Dies stimmt in der Tat mit den wirklichen Hafenzeiten überein.

In der Adria erfolgt die Einströmung durch die Straße von Otranto in der Zeit, wo Flut im Südosten der adriatischen Knotenlinie herrscht. Auch in der Adria rufen diese Gezeitenströmungen eine Parallelbewegung der Oberfläche von 11,2 cm Ausmaß hervor und dies hat zur Folge, daß die Knotenlinie nach Nordwesten gerückt erscheint. Sie liegt nach den vorliegenden Beobachtungen zwischen Sestrice und S. Benedetto di Tronto. Die „eigentliche“ Knotenlinie der von der Parallelbewegung befreiten einfachen Schaukelbewegung müßte etwa 30 km südöstlich der beobachteten „uneigentlichen“ liegen. Aber auch die „eigentliche“ Knotenlinie teilt die Adria in einen kleineren Teil im Nordwesten und in einen größeren tiefen Teil im Südosten. Aber trotz ihrer Ungleichheit haben diese beiden Teile nach v. Sternecks Berechnung genau die gleiche Schwingungszeit von 12,3 Stunden. Es ist dies in ihrer verschiedenen Tiefe begründet. Die Eigenschwingungsdauer der durch die ermittelte Knotenlinie geteilten Adria stimmt mithin gut mit der Gezeitenperiode überein und es werden hier durch den Impuls des Ionischen Meeres leicht freie Schwingungen von Gezeitenperiode angeregt werden. Die Tatsache, daß das Meeresvolumen im Nordwesten der Knotenlinie viel kleiner als im Südosten derselben ist,

beseitigt auch den scheinbaren Widerspruch zwischen den tatsächlichen Hafenzeiten beiderseits der Knotenlinie und den Forderungen der Theorie. Nach derselben soll zur Zeit der Syzygien das Ostende eines abgeschlossenen Meeresbeckens um 9 h (Ortszeit), das Westende um 3 h Hochwasser haben. In den beiden Mittelmeerbecken trifft dies recht genau zu, in der Adria ist es aber umgekehrt, indem der Südosten um 4 h, der Nordwesten um 10 h Hochwasser aufweist. Es steht daher die Neigung der Oberfläche in Widerspruch mit der jeweils von der Theorie geforderten Lage der Niveaufläche. Aber dieser scheinbare Widerspruch wird durch das viel kleinere Wasservolumen des Nordwestens und durch die Tatsache bedingt, daß in der Adria zur Hochwasserzeit des Südostens, also um 4 h, 16,5 cbkm mehr Wasser sich befinden als um 10 h. Würden nun die Hochwasserzeiten der Adria den theoretischen Forderungen entsprechen, dann hätte der Nordwesten Hochwasser, in der Zeit, wo diese 16,5 cbkm Wasser durch die Gezeitenvorgänge im Mittelmeer nach der Adria abgeschoben sind. Dann müßten aber in diesem kleinen, seichten Gebiete die Amplituden sehr viel größer ausfallen und es würde dadurch eine Neigung der Oberfläche entstehen, die trotz gleichen Neigungssinnes noch viel mehr von der theoretisch geforderten Niveaufläche abweichen würde als es bei den vorhandenen Verhältnissen der Fall ist.

Bei aller Anerkennung dieser Leistungen der Gezeitenforschung im Mittelmeergebiet dürfen wir aber doch nicht verkennen, daß eine exakte Lösung der meisten Probleme erst durch eine entsprechende Vermehrung des Beobachtungsmaterials und durch die systematische harmonische Analyse der vorhandenen stündlichen Flutbeobachtungen erzielt werden kann. Erst dadurch wird die Grundfrage endgültig entschieden werden können, welchen Anteil an den Gezeitenvorgängen des Mittelmeeres selbständige stehende Schwingungen und welchen Anteil die Gezeitenbewegung des Atlantik daran haben. Und weiter wird zu untersuchen sein, ob die Einwirkung des Atlantik in der Entsendung einer fortschreitenden Welle besteht oder ob sie eine Parallelverschiebung der Wasseroberfläche in den einzelnen Becken hervorzurufen vermag. Denn letztere Annahme v. Sternecks, die infolge ihrer guten Übereinstimmung mit den Beobachtungsdaten im westlichen Mittelmeerbecken so viel Bestechendes hat, scheint mir theoretisch einige Schwierigkeiten zu bieten.

Zu um so größerem Danke sind wir W. v. Keßlitz verpflichtet, der nicht nur selbst in unermüdlicher Arbeit das für die Adria schon ziemlich reichlich vorliegende Material systematisch der zeitraubenden harmonischen Analyse unterworfen, sondern auch andere Forscher durch sein Vorbild zu gleicher Tätigkeit angeregt hat. Seine Arbeiten, die nunmehr zu einem gewissen Abschluß gelangt sind, gewähren eine sichere Basis für die Beur-

teilung des Gezeitenphänomens in der Adria. Auch er kommt zu dem Ergebnis, daß die Gezeiten der Adria vornehmlich freie, durch Wasserverschiebungen im Ionischen Meere bedingte Schwingungen sind. Unter ihnen spielen aber nicht nur die halbtägigen Gezeiten (M_2 und S_2), die wir bisher allein betrachten konnten, eine hervorragende Rolle, sondern es treten auch die gantztägigen Gezeiten stark in den Vordergrund. Darauf wiesen schon die Quanero-Beobachtungen von Lorenz v. Liburnau in den Jahren 1858—1860 hin, ja das hat für diesen adriatischen Golf E. Stahlberger schon 1872 exakt nachgewiesen und später G. Grablovitz für Adria und Mittelmeer verfolgt. v. Keßlitz zeigt nun, daß diese gantztägigen Gezeiten, die als stehende Schwingung auftreten (K_1 , P, O), ihre Knotenlinie in der Straße von Otranto haben, während G. Grablovitz annahm, daß die Adria mit dem Mittelmeere schwingt. Die Amplitude nimmt mit großer Regelmäßigkeit nach Norden zu. Die kräftigste unter ihnen, die siderische Sonnentide K_1 weist dementsprechend folgende Amplituden auf: Triest 17,4 cm, Pola 15,6 cm, Fiume 14,0 cm, Zara 13,2 cm, Sebenico 9,3 cm, Comisa 7,8, Pelagosa 6,2 cm, Ragusa 5,0 cm, Melijne 5,0 cm. Diese starke Entwicklung der Eintags tiden erklärt sich daraus, daß die Adria, wie A. Defant nachgewiesen hat, eine Eigenschwingungsdauer von 22.4 Stunden hat, wenn man sie nach dem Vorgehen von Honda, Terada und Genossen als offene Meeresbucht mit der Knotenlinie in der Eingangspforte betrachtet. Infolgedessen wirkt die Adria auf die eintägigen Gezeitenschwingungen, wie schon G. H. Darwin vermutete, wie ein Resonator, der laut mittönt, sobald sein Ton angeschlagen wird. So ist zu Pola das Verhältnis der Hauptmondtide $M_2 : K_1 = 0,96$, gegenüber einem Wert von 20,10 zu Wilhelmshaven.

Die halbtägigen Gezeiten des Mondes und der Sonne M_2 und S_2 erreichen ihre maximalen Werte im seichten Nordteil, haben als gleichfalls erzwungene Schaukelbewegung ein Minimum in der Knotenlinie Sestrice—S. Benedetto di Tronto und nehmen dann wieder nach Süden zu. Die Amplituden von M_2 und S_2 haben folgende Werte: Triest 26,3 und 15,8 cm, Pola 15,1 und 8,7 cm, Fiume 10,4 und 5,7 cm, Zara 6,5 und 3,3 cm, Sestrice 4,9 und 4,0 cm, Sebenico 6,3 und 4,4 cm, Comisa 7,4 und 5,2 cm, Pelagosa (nach H. Dannies) 9,2 und 5,8 cm, Ragusa 9,3 und 5,8 cm, Melijne 9,1 und 5,9 cm. Vergleicht man diese Werte mit denen von K_1 , so erkennt man sofort, daß in der Zone der Knotenlinie der Halbtagszeiten die Amplituden der beiden halbtägigen Gezeiten zusammen noch nicht so groß sind, wie diejenige der gantztägigen Welle K_1 . Es ist damit die Erklärung für die schon von Lorenz von Liburnau beobachtete Erscheinung erbracht, daß in der mittleren Adria Eintags tiden vorherrschen.

Immerhin bleibt noch die Schwierigkeit bestehen, daß nur im Südosten der Halbtagsknotenlinie die Hafenzeiten befriedigend koinzidieren, wie es für eine einfache Schaukelbewegung gefordert werden muß, daß dagegen im Nordwesten eine Zunahme der Hafenzzeit unverkennbar ist, wenn man sich hier entgegen den Sinn der Uhrzeigerbewegung um die Adria herum bewegt. Allerdings ist die Zunahme keine gleichmäßige, sondern erfolgt sehr langsam am Nordende, so daß hier die Hafenzeiten nur sehr wenig von einander abweichen, und sehr rasch im Gebiete der Knotenlinie, die mithin in Wirklichkeit keine einfache Linie ist, sondern nur in einer sehr engen Scharung der Isorachien, d. i. der Linien gleicher Hafenzzeit besteht. Es ist demnach im Nordwestteile der Adria eine nach links herum laufende Amphidromie vorhanden, die bereits Generalmajor v. Sterneck nachgewiesen und durch die Interferenz zweier stehender Wellen von zwei Stunden Phasenzzeit zu erklären versucht hat. W. v. Keßlitz schlägt einen anderen Weg zur Erklärung dieser Tatsache ein. Er meint, daß neben der freien halbtägigen Schaukelbewegung um die Knotenlinie Sestrice—San Benedetto di Tronto in dem tiefen Südbecken der Adria eine gezwungene Halbtagszeit mit geschlossener Knotenlinie auftrete, wie solche früher R. v. Sterneck für die einzelnen Mittelmeerbecken angenommen hat. Von diesen gezwungenen Wellen gingen nun freie, fortschreitende Wellen aus, die infolge des starken Vorspringens der Halbinsel Gargano und der ablenkenden Kraft der Erdrotation nach rechts gegen die dalmatinische Küste gedrängt würden und, an ihr entlang laufend, die Adria links herum umkreisen müßten. Die Kombination dieser Wellen mit der einfachen Schaukelbewegung ergebe das tatsächliche Bild.

Es fällt uns schwer, diesem Gedankengange zu folgen, da wir nach früheren Ausführungen die Amplitude dieser erzwungenen Welle des Südbeckens mit De Marchi für viel zu klein halten müssen, als daß sie diese Wirkungen hervorrufen könnte. Vielleicht genügt schon die Unsymmetrie des adriatischen Bodenreliefs, dessen Tiefenachse stark gegen die dalmatinische Küste gedrängt ist, im Verein mit der Ablenkung durch die Erdrotation, daß an Stelle der einfachen Schaukelbewegung eine Amphidromie tritt, zumal auch H. Lamb darauf aufmerksam macht, daß bei einem größeren (nicht ganz regelmäßig gestalteten) Wasserbecken niemals eine exakte Knotenlinie auftreten kann.

Wie dieser kurze Überblick zeigt, würde sich der internationalen Mittelmeerforschung, die ihre Tätigkeit vielleicht schon im Jahre 1916 beginnen wird, auch auf dem Gebiete der Gezeitenforschung ein reiches Arbeitsfeld bieten. In erster Linie wäre die Aufstellung registrierender Gezeitenpegel besonders an den Küsten des östlichen Mittelmeerbeckens und des Schwarzen Meeres erforderlich. Daneben wären vielstündige Strom-

messungen in den wichtigsten Meeresstraßen des Mittelmeeres, vor allem in der Straße von Gibraltar, in den Straßen von Tunis, Messina und Otranto sowie in den Dardanellen von größter Bedeutung; denn solche Beobachtungen würden nicht nur das Verständnis der Gezeitenerscheinung wesentlich fördern, sondern zugleich die Grundlage bieten für die Berechnung der Wasserbilanz des Mittelmeeres und seiner Teilbecken: eine umso wichtigere Frage, als sonst nur wenige Meere für diese außerordentlich bedeutsamen Untersuchungen in Betracht kommen. Deshalb wäre es auch sehr wünschenswert, wenn die internationale Mittelmeerforschung Niederschlags- und Verdunstungsbeobachtungen in ihr Programm aufnehmen würde. Nicht nur daß sie für die Berechnung der Wasserbilanz erforderlich oder wenigstens sehr wünschenswert wären, sie würden darüber hinaus von ganz allgemeiner Bedeutung werden. Denn wir besitzen nunmehr von allen Ozeanen der Erde zahlreiche nach genau derselben Methode ausgeführte Verdunstungsbeobachtungen, aber wir können noch nicht mit Sicherheit angeben, ob die dabei erhaltenen Werte den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen oder wie weit sie von der wirklichen Verdunstung, die von der Meeresoberfläche stattfindet, abweichen. Lügen aber von den für die Lösung dieser Fragen so außerordentlich geeigneten Mittelmeerbecken Angaben über alle für die Wasserbilanz erforderlichen Beobachtungen (Niederschlag, Zuführung von Flußwasser, Wassertransport durch die Meeresstraßen, Spiegelschwankungen, Verdunstung) vor, so könnte aus den übrigen Werten die Verdunstung berechnet und dieser berechnete Wert mit den durch Beobachtung erhaltenen Wert verglichen werden. Auf diese Weise würde man eine gesicherte Grundlage erhalten, um die Genauigkeit der Verdunstungsbeobachtungen nicht nur auf dem Mittelmeer, sondern auch auf den anderen Meeren der Erde zu beurteilen. Da solcher Beobachtungen aber schon sehr viele vorliegen, so würden wir dadurch plötzlich in die Lage versetzt, den gesamten Kreislauf des Wassers auf der Erde mit ganz anderer Sicherheit zu bestimmen, als es bisher möglich war.

Literatur.

- Lorenz, J. R.: Physikalische Verhältnisse und Verteilung der Organismen im Quaranischen Golfe. Wien, 1863, S. 106—136.
- Lorenz, J. R., Prey, A., Stahlberger, E.: Ebbe und Fluth (Gezeiten). Dritter Bericht der ständigen Commission für die Adria an die kais. Akad. d. Wiss. Wien, 1873, S. 85—124.
- Stahlberger, E.: Die Ebbe und Fluth in der Rhede von Fiume als Interferenz-Erscheinung von vier einfachen Oscillationen des Meeres. Ebda., S. 125—146.
- Klecker, K.: Die Ebbe und Fluth im Meeresrayon von Lesina und Pola. Vierter Bericht der ständigen Commission für die Adria . . . Wien, 1878, S. 237—279.
- Grablovitz, G.: Sulle proprietà della curva di 24 ore nelle maree del l'Adriatico. Boll. Soc. Adriat. Sc. Nat. Trieste, 1885.