

Beobachtungen über den Fortschritt einer säkularen Niveauschwankung des Meeres während der letzten zwei Jahrtausende¹⁾

Von Dr. Anton Gnirs, K. K. Professor

In den einleitenden Kapiteln zu seinem neuesten Werke über die geographische und kulturelle Eigenart des Mittelmeergebietes²⁾ weist Alfred Philippson darauf hin, daß eine zusammenhängende Untersuchung der an den Mittelmeerküsten vielfach festgestellten Unterwasserruinen verschiedenen Alters bisher aussteht, die, entsprechend durchgeführt, wertvolle Beiträge zur Kenntnis der historischen Strandlinienbewegung und Niveauverschiebungen verspricht.

Wie keine andere Küste sind besonders die Gestade des Mittelmeeres durch ihre alte Kultur reich an historischen Fixmarken, die in ihrer eigenen Qualität die Möglichkeit geben, jenes Material zu erbringen, das unerläßlich ist, um die Frage der

¹⁾ Die vorliegenden Untersuchungen sind zum Teile bereits im Juli 1907 als Programmaufsatz im Jahresberichte der K. u. K. Marine-Unterrealschule in Pola erschienen. Die überaus beschränkte Auflage dieses Berichtes und der Wunsch, zu weiteren Untersuchungen und Beobachtungen auf dem Gebiete der säkularen Niveauerhöhung des Meeres und ihrer Begleiterscheinungen Anregung geben zu können, veranlaßt den Verfasser zu einer neuerlichen Veröffentlichung seiner Studie. Außerdem soll Gelegenheit genommen werden, jene Teile derselben vollständig mitzuteilen, die durch den geringeren, dem Jahresbericht vorgeschriebenen Umfang weggelassen werden mußten. Auch neue, für die behandelte Frage wertvolle Beobachtungen konnten noch der kürzlich erschienenen Studie von Phokion Négris über Delos entnommen werden.

²⁾ Philippson Alfred, Das Mittelmeergebiet. Seine geographische und kulturelle Eigenart. Leipzig 1904, p. 21 ff.

historischen Verschiebung der Strandlinie und ihrer Bewertung mit Erfolg erörtern zu können. Mit vorliegender Studie ist keineswegs beabsichtigt, die von Philippsen berührte Lücke unserer Kenntnis der antiken Topographie der Mittelmeerstrandgebiete zu füllen. Nur eine Reihe von einschlägigen Beobachtungen und Vorarbeiten, die ich in verschiedenen Gegenden des östlichen und an wenigen Stationen des westlichen Mittelmeerbeckens durchführen konnte, will ich mit mir zugänglich gewordenen Untersuchungen anderer Forscher zusammenstellen, um die Gleichartigkeit und Gleichwertigkeit der historischen, positiven Strandverschiebung in den verschiedensten Gegenden des Mittelmeergebietes nachzuweisen, die bei ihrer Allgemeinheit andere Ursachen vermuten läßt als die einer bisher von verschiedener Seite angenommenen geotektonischen Krustenbewegung. Auch soll die bisher vertretene Ansicht widerlegt werden, daß die Lage der Küsten und ihrer Strandlinien seit den historischen Zeiten nur minimale, meist lokale Veränderungen im Sinne einer positiven Bewegung erfahren habe.¹⁾ Im Anschlusse an eine Zusammenstellung des einschlägigen Beobachtungsmaterials und an die Prüfung seiner Verwendbarkeit für die Charakterisierung und Bewertung der Strandlinienbewegung mache ich auch den Versuch, dieselbe als eine allgemeine eustatische Bewegung ursächlich zu erklären und sie in Zusammenhang mit ähnlichen Erscheinungen außerhalb des Mittelmeeres zu bringen.

Beweise für historische Hebung oder Senkung der Küsten ergeben sich eigentlich nur aus dem Situationsverhältnis alter Siedlungsplätze mit strandnahen Hochbauten, Kjökken-müddings und sonstiger Herstellungen zur Strandlinie und eventueller Wasserbauanlagen zum mittleren Meeresniveau. Antike Steinbruchterrassen im unmittelbaren Strandgebiete, die bis zur Flutgrenze bei entsprechender Materialbeschaffenheit getrieben wurden, gehören ebenfalls zu den hierher gehörigen Beobachtungslokalen. Das sind so ziemlich die einzigen Marken, an denen sich das Vordringen der in positiver Bewegung befindlichen Strandlinie unmittelbar in bestimmten Werten ablesen läßt, nur sie ermöglichen aber die Datierung alter, von rückgehender See verlassener Strandlinien, deren Situation vor allem durch die Spuren der Abrasionstätigkeit und der Transportarbeit der Brandungs-

¹⁾ Vgl. Penck Albrecht, Morphologie der Erdoberfläche, II. Teil, p. 545.

wellen gekennzeichnet wird. Um aber das Lageverhältnis der genannten Überreste einer frühen menschlichen Bautätigkeit zum Meeresniveau von einst und jetzt richtig zu erkennen, ist in jedem Falle folgendes zu untersuchen und möglichst klarzulegen:

1. Charakter des Bauwerkes und seine ursprüngliche Bestimmung,
2. Zeit seiner Entstehung,
3. Möglichkeit einer inneren Veränderung der Struktur und des Materiales,
4. geologische Verhältnisse des Baugrundes und seiner weiteren Umgebung und die aus diesen Verhältnissen resultierende Möglichkeit einer Lageveränderung dem ursprünglichen Niveau gegenüber,
5. Bewegungsverhältnisse der See am Beobachtungsplatze. (Brandung, ihre Intensität und Angriffsrichtungen; ufernahe Strömungen.)

Für die Größe der Verschiebung der Strandlinie im Sinne der positiven oder negativen Bewegung geben aber nicht allein die verschiedenen, im unmittelbaren Strandgebiete auftretenden Erscheinungen Aufschlüsse. Eine Änderung der Lage des Meeresniveaus, die nicht von einer gleichsinnigen und gleichwertigen Krustenbewegung begleitet wird, muß naturgemäß sofort eine Schwankung der küstennahen Grundwasserhorizonte hervorrufen, die der Größe der marinen Niveauschwankung und dem Schichtenrelief entsprechend von der Küste hinweg ins Land hinein sich erstrecken wird. Z. B. in ungestörten Anschüttungsebenen und besonders in Karstgebieten mit souterrainer Entwässerung, die seinerzeit ihre Wege bis in das Niveau eines früheren tieferen Meeresspiegels sinken ließ, wird die Abhängigkeit der Lage der Grundwasserhorizonte vom Meeresniveau sich auch in größeren Entfernungen vom Strande fühlbar machen. Dort, wo in geöffneten Spalten und Gängen das Wasser dem Meere zufließt, liegen die Mündungsstellen von der Küste oft kilometerweit entfernt im Lande, dessen Gebiet souterrain oft auf große Strecken vom Meere in Besitz genommen ist. Nur dort, wo es in geschlossenen Schläuchen unter Überdruck dem Meere zuströmt, liegen in ursprünglicher Situation, oft landfern noch tätig, die alten Mündungsstellen. In den verkarsteten Küstenterrains kann die in antiker Zeit noch anstandslos durchgeführte Wasserversorgung sehr erschwert sein oder lokal unmöglich

werden, weil die seinerzeit produktiven Abtäufungen durch die Niveauerhöhung des Meeres bereits seawärts vor die souterraine Mündung der Süßwasserstränge verlegt sind. Durch die Niveauveränderung können antike Brunnenanlagen, die ursprünglich benützt wurden, heute infolge der eingetretenen Kommunikation mit dem Meere nicht mehr zur Wasserversorgung herangezogen werden. Für die Bestimmung der historischen Strandlinienverschiebung sind demnach derartige Erscheinungen auch zu berücksichtigen.

Nicht zu übergehen sind die Veränderungen, die in den Mündungsgebieten der oberirdischen Wasserläufe eintreten müssen, wenn ihre Niveaus die Lage zum Meeresspiegel ändern. Alte Wasserbauanlagen in Mündungsgebieten und an den nächstliegenden Stromteilen, ihre Brücken, Kaianlagen, Uferschutzbauten können unter Umständen als historische Fixmarken in den Kreis der Untersuchungen einbezogen werden. Auch läßt sich an manchen Küstenpunkten das Vordringen der See über Vegetationsdecken ehemaliger Strandebenen hinüber erkennen, deren ursprünglicher Charakter in erhaltenen Wurzelrosten ersichtlich ist und deren Alter unter Umständen auch annähernd bestimmbar ist.

Wenn man somit die Zone umgrenzt, innerhalb der Beobachtungsmaterial für die Bestimmung der positiven Verschiebung der Strandlinie zu erwarten ist, so kommt nicht allein das unmittelbare Strandgebiet in Betracht. Die Küstenlandschaft und die küstennahen Meeresteile können Anzeichen und feste Marken für die Feststellung und Bewertung jener Oszillationen des Meeresspiegels erhalten, deren Raum zwischen der Höhe einer ursprünglichen und der modernen Strandlinie zu liegen kommt.

Dem Umfang des nur allgemein über die historische Niveauschwankung des Mittelmeeres orientierenden Aufsatzes entsprechend, stelle ich nur verlässliche Beobachtungen und Untersuchungserfolge hier zusammen, die von eingehender untersuchten Stationen herrühren. Außerdem versuche ich aus antiker Zeit stammende topographische Angaben zum Beweis der durch die Niveauerhöhung des Meeres hervorgerufenen Transgressionserscheinungen heranzuziehen.

I. Beobachtungen an der Küste Istriens und Dalmatiens

Die letzte umfassende Untersuchung der Küste zwischen Grado und Pola mit besonderer Berücksichtigung des Verhaltens

der Strandlinie hat 1888 V. Hilber vorgenommen.¹⁾ Letzter Zeit hat K. Schneider kurz der Strandverschiebungen an der istrischen Westküste Erwähnung getan,²⁾ während Norbert Krebs in seiner landeskundlichen Studie über Istrien der rezenten Strandverschiebung und ihren Begleiterscheinungen einen besonderen Abschnitt widmet.

N. Krebs glaubt an eine Schrägstellung des Landes, bei der die zentralen Teile gehoben, die Küstenpartien aber ertränkt werden.³⁾

Meine in dem Küstengebiete zwischen Grado und Pola erzielten Beobachtungen und Arbeitsergebnisse ließen sich nicht mit den Darlegungen Hilbers in Einklang bringen, der die Allgemeinheit und Gleichwertigkeit der vertikalen Verschiebung der Grenzen zwischen Land und Wasser in Abrede stellt und dieselbe seit historischer Zeit in verschiedenem Ausmaße und auf örtliche Absenkung beruhend erkennen will. Außer der istrischen Küste stellte ich noch Untersuchungen im Gebiete des Quarnero, der Bocche di Cattaro, in den Lagunen von Grado und an der italienischen Küste der nördlichen Adria an.

Die von mir seit dem Jahre 1900 fortgesetzte Prüfung der Küste zwischen Kap Salvore und Punta Promontore ließ durchgehends eine positive Bewegung der Strandlinie erkennen. Nach Messungen, die ich an den Moloresten antiker Herkunft bei Orsera,⁴⁾ vor allem aber an den antiken Hafenanlagen von Val Catena auf der Insel Brioni grande machen konnte, ergab sich für die istrische Westküste eine Niveauverschiebung seit den ersten christlichen Jahrhunderten im Ausmaße von $1\frac{1}{2} m$, die ich mir als eustatische Bewegung bei einer gleichwertigen Vergrößerung der geozentrischen Entfernung des mittleren Meeres-

1) Hilber Vinzenz, Geologische Küstenforschungen zwischen Grado und Pola am Adriatischen Meere, nebst Mitteilungen über ufernahe Baureste (Sitzungsberichte der Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, Mathem.-Naturw. Kl.; Bd. XCVIII, Abt. I, 1889).

2) Schneider Karl, Über die Küstenformen der Halbinsel Istrien. (Mitt. der K. K. Geogr. Gesellschaft, 1905, p. 154.)

3) Krebs Norbert, Die Halbinsel Istrien. Leipzig 1907, p. 71 ff., die rezente Strandverschiebung.

4) Die antiken Ruinen im Strandgebiete von Orsera werden bereits im 16. Jahrhundert erwähnt. Vgl. Pierro Coppo del sito del Istria a Josepho Faustino, (Stampata in Venezia per Francesco Bindoni et Mapheo Pasini del 1540), p. 10.

niveaus entstanden denke. Ich messe mit durchschnittlich 0.6 m die heutige submarine Situation der antiken Riva- und Moloflächen, 0.9 m = 3 römische pedes ist das Minimalmaß für die Uferhöhe der antiken Hafengebäude. Auf eine um mindestens $1\frac{1}{2}$ m tiefer liegende Strandlinie verweist auch das im Ostflügel (Nordgestade) der Villenanlage von Val Catena aus der antiken Kai-mauer heute submarin austretende Kanalrohr. Fast genau im Niveau des mittleren Wasserstandes liegt heute der Gang im Kryptoportikus der antiken Periboloshalle des Tempelbezirkes von Val Catena. Hier ist auch der Kanal mit der Süßwasserleitung der antiken Villenanlage bereits von See her unter Wasser gesetzt. Mindestens $1\frac{1}{2}$ m tieferes Meeresniveau verlangen auch die antiken Straßenkanäle der Umgebung der Forums in Pola, wenn sie ihre Funktion als Abzugs- und Abfuhrkanäle erfüllen sollen. Das Ansteigen des Meeres um $1\frac{1}{2}$ m ist ferner auch kenntlich an den strandnahen oder submarin liegenden antiken Hochbauresten von Porto S. Nicolò (Brioni minore), Val di Torre (Brioni grande), Val Bandon bei Fasana, Barbariga, Porto Vestre und Val Fontana (Medolino). Sämtliche an diesen Stationen festgestellten Baureste sind verlässliche Fixmarken. Schwere Brandungsseen, welche die ursprünglichen Oberflächen der betreffenden Hafengebäude abgerissen haben könnten, sind in diesen gegen das offene Meer gedeckten Buchten ausgeschlossen. Nachdem die in Betracht kommenden antiken Bauwerke alle auf gewachsenem Felsboden fundiert sind, handelt es sich hier nur um eine Verschiebung des Meeresniveaus und nicht um örtliches Absinken oder Abrutschen des Strandterrains.

An der istrischen Küste zwischen Rovigno und Promontore ist seit antiker Zeit bis in unsere Tage hinein behufs Gewinnung von Baustein und Baukalk ein reger Steinbruchbetrieb unterhalten worden, der vielfach einen erheblichen Anteil an der Küstenumbildung dieser Gestade genommen hat. Derselbe hat sich meist unmittelbar an der Küste selbst etabliert, wo einerseits durch zerstörende Tätigkeit der See die produktiven Gesteinsschichten schon erschlossen vorgefunden wurden, andererseits der umständliche Landtransport in Wegfall kam. Derartige antike Steinbrüche stellte ich z. B. an den Steilküstenpartien südlich Rovigno, an der West- und Südküste von Brioni grande (Val Madonna N., Bucht Rancon usw.) fest, ferner an der Küste der brionischen Inseln Vanga, Orzera und Gronghera. Die unterste Terrasse der

Steinbrüche, die zum Zwecke leichter Verladung des Materiales und rationeller Ausbeutung bis zur damaligen mittleren Flutgrenze geführt werden mußte, lotete ich an den angegebenen Stellen, sich oft ziemlich weit ins Meer hinaus erstreckend, mit $1-1\frac{1}{2}$ m Tiefe ab. Es herrschen hier in den istrischen Steinbrüchen des Küstengebietes aus antiker Zeit die nämlichen Lageverhältnisse, wie ich sie in Attika in den später zu erwähnenden antiken Latomien vor der Einfahrt des athenischen Hafens Zea angetroffen habe.

Im Gegensatz zu meinen Beobachtungen werden wiederholt zwei Punkte der istrischen Westküste erwähnt, die nach dem heutigen Situationsverhältnis ihrer angeblich antiken Baureste nicht an der mit $1\frac{1}{2}$ m bewerteten Verschiebung der Strandlinie teilzunehmen scheinen.

Die erste Lokalität ist die Bucht Porta Colonna bei Barbariga. In der Literatur wird der die südliche Hafengrenze bildende Molo als antik-römische Wasserbauanlage bezeichnet,¹⁾ die heute noch in ihrer ursprünglichen Lage zum Meeresniveau liegt. Nun handelt es sich hier aber nicht um einen antiken Steindamm. Schon seiner Konstruktion und der rohen Herichtung seines Materiales nach kann er unmöglich antik-römischer Herkunft sein. Er gehört nachweislich dem 15. Jahrhundert an und wurde gebaut, als die venezianische Republik der Stadt Valle den Porto Colonna als Hafenplatz öffnete und einrichtete. Es beruht also die Annahme einer seit historischer Zeit unveränderten Lage der Strandlinie dieses Lokals auf der unrichtigen Datierung seiner Bauanlage. Daß hier genau so wie anderwärts die positive Strandlinienverschiebung während der letzten 2000 Jahre stattfindet, läßt sich auch nachweisen. Zwischen der kleinen Kirche S. Giacomo und der Porto Colonna nach Norden abgrenzenden Punta Dantola liegen neben anderen antiken Bauresten die Fundamente und einzelne Einrichtungsdetails einer antiken Ölfabrik. Die sonst am besten erhaltenen Annexeile römischer Ruinen, die großen aus Beton aufgebauten Wasserspeicher vermißt man hier, wo der starke Wasserkonsum eines industriellen Betriebes sie am ehesten erwarten läßt. Auf die sonst zur Zeit des römischen Imperiums im offenen Lande der

¹⁾ So bei Hans Schwalb, Römische Villa bei Pola (Schriften der Balkankommission, antiquar. Abt. II), Sp. 3.

istrischen Halbinsel übliche Art der Wasserversorgung durch Aufspeicherung von meteorischem Wasser konnte nämlich hier bei dem Vorhandensein produktiver Süßwasserquellen im nördlichen Winkel der Bucht verzichtet werden. Dieselben müssen in römischer Zeit noch zugänglich gewesen sein; die Erhöhung des Meeresspiegels um $1\frac{1}{2} m$ hat genügt, um die wertvollen Süßwasserstränge heute verbracken und submarin ausströmen zu lassen.

Hat die unrichtige Deutung eines Bauwerkes die Gegend von Porto Colonna von der Anteilnahme an einer allgemeinen Niveauerhöhung des Meeres ausschließen wollen, so nahmen wiederum Forscher für die südlich von Rovigno gelegene Umgebung der Scoglien S. Giovanni in Pelago und Marasso ein Senkungsfeld mit der hydraulischen Tiefe von rund $30 m$ an, in dem die angeblich seit dem 8. Jahrhundert verschwundene Stadt Cissa untergebracht wurde.¹⁾ Einer jungen Lokalsage von einer versunkenen Stadt zuliebe und infolge einer augenblicklichen Unmöglichkeit, das antik überlieferte Cissa lokalisieren zu können, glaubte man diesen Ort dort ansetzen zu dürfen, wo Fischer südlich von den genannten Scoglien in der Tiefe des Meeres angeblich submarine Mauerzüge angetastet haben. Die betreffende Stelle ist sogar von einem Taucher abgesehen worden, der nach dem Wortlaute eines vorliegenden Protokolles²⁾ hier einen Mauerzug mit Straßenanlage und eine Kaimauer gesehen haben will. Daß es sich hier um die Lokalität der Stadt Cissa handelt, ist

¹⁾ Benussi, B. Dott., *Nel medio evo*, p. 533, Hilber V., Taucherbericht über die „versunkene Stadt“ bei Rovigno in Istrien (Mitt. d. K. K. Geogr. Gesellschaft, XXXIII. Bd., p. 333 ff.). Zu diesem Aufsatz Hilbers und zur Überlieferung des Namens Cissa möchte ich bemerken, daß Plinius (Hist. nat. III) eine Insel Gissa bei der Aufzählung der am Quarnero gelegenen Inseln nennt, die schon wiederholt mit dem istrischen Cissa verwechselt wurde. Der von Hilber erwähnte Brief des „Decimius Secundinus“, der an die „procuratoren“ und Verteidiger! von Cissa gerichtet sein soll, ist wohl irrtümlich zitiert nach einer Verwechslung mit dem Briefe desselben procurator Achaiae an die Amphissenses (C. I. L. III 568 = Wilmans exempla 786 Amphissae Locrorum) „Decim(ius) Secundinus v(ir) c(larissimus) procons(ul) curat(oribus) et defens(oribus) — Magistrate und nicht Verteidiger, wie im zitierten Aufsätze übersetzt wird — Amphissensium salutem. Ein Brief des Decim(ius) Secundinus, in dem die Cissenser istrische Völkerschaft genannt werden, existiert nicht; Hilber gibt auch keine Quellen an.

²⁾ Hilber V., Taucherbericht a. a. O.

bereits widerlegt, seitdem man für diesen antiken Ort das unweit der Punta Cissana¹⁾ (Barbariga) in der Flur Betica gelegene Trümmerfeld einer antiken und frühchristlichen Ansiedlung samt Umgebung in Anspruch nehmen kann. Daß ferner der Meeresboden südlich S. Giovanni in Pelago in historischer Zeit nicht als Landfeste bestand, weder in frühester Zeit eine Ansiedlung noch heute submarine Baureste trägt, läßt sich mit drei Erwägungen beweisen. Existierte das Lokal vor 2000 Jahren als Landfeste mit Hochbauten, so könnte man annehmen, daß es durch Einsturz eines Hohlraumes auf 26 m Wassertiefe gesunken sei. Dabei müssen aber die Oberflächenverhältnisse derartige Veränderungen erfahren haben, daß Bauanlagen sich im ursprünglichen Bestand unmöglich erhalten konnten. Das Einsturztterrain müßte ferner im Relief des Meeresbodens heute noch zum Ausdruck kommen; die Landpfeiler der den Hohlraum überspannenden Decke müßten wenigstens rudimentär in irgendeiner peripherischen Anordnung als Scoglienreihe oder Felsbänke zu sehen sein. Ein Blick auf die Tiefenkarte genügt, um südlich von S. Giovanni in Pelago die Unmöglichkeit eines lokalen Einsturzgebietes bei völligem Aussetzen der notwendigen Folgeerscheinungen in der Durchbildung des Reliefs zu erkennen. Will man aber hier ein allmähliches Abrutschen auf die küstennahe Maximaltiefe der nördlichen Adria annehmen, was sich jedoch bei den herrschenden Bodenverhältnissen (gewachsener Felsboden) ausschließt, so wäre bei der gegen schwere Seen verschiedenster Richtung exponierten Lage des Platzes während des Passierens der Strandlinie jegliches Hochbaumauerwerk in kürzester Zeit derart von den Brandungswellen angegriffen und zerstört worden, daß nach Ankunft der eventuell verbauten Scholle im ruhigen Tiefenwasser keine Spur von Hausmauern angetroffen werden kann.

Was man bisher bei S. Giovanni in Pelago als submarine Kai- und Hausmauern angesprochen hat, das sind die in Stufen absetzenden, sedimentären Kalksteinschichten, die im Strandgebiete und am benachbarten Festlande oft so in Wänden abgebrochen sind, daß sie von der Ferne einem künstlichen Bauwerke

¹⁾ Pierro Coppo del sito del Istria 1540, p. 11, tra Murazo (Val Murazzi am Kanal von Fasana unterhalb Perpi) et Collone (porte Colonna) si estende una punta in mar chiamata Cissana fora laqual in mar mia do se vede muraia et ediffitii roti.

täuschend ähnlich sehen. Eine umgestaltende Veränderung hat hier nur insoferne stattgefunden, als daß eine früher bis S. Giovanni reichende Halbinsel heute durch Untertauchen und eine stellenweise intensiv tätige Abrasion in eine Inselreihe aufgelöst ist. Die Gegend von S. Giovanni und Punta aurea hat also nur durch die allgemeine Niveauerhöhung des Meeres eine Veränderung ihrer Küstenkonturen erlitten.

Wo ich sonst im südistrischen Küstengebiet Beobachtungen und Messungen an antiken Bauten durchführen konnte, ergab sich niemals ein größeres Maß als $1\frac{1}{2} m$ bis höchstens $1\frac{3}{4} m$ für die positive Bewegung der Strandlinie seit den ersten Zeiten des römischen Imperiums. Dieser Differenzwert bezieht sich aber nur auf Bauobjekte, die auf unbeweglichem Felsboden fundiert sind. Sie sind daher sicher fixierte und verlässliche Marken, weil ihr Baugrund weder durch Abrutschung noch durch eine Setzung sich horizontal oder vertikal verschoben haben kann. Antike Bauten aber, die auf Schwemmland, am Rande von Anschüttungsebenen fundiert sind, werden wie zum Beispiel die antiken Hafenaureste im Quiehofen bei Cittanuova (istrische Westküste) im allgemeinen größere Senkungswerte ablesen lassen, die als die Summe der allgemeinen Niveaudifferenz, vermehrt um die Höhe der Abrutschung oder der Setzung des beweglichen Unterterrains aufzufassen sind.

Mit dem Werte von $1\frac{1}{2} m$ bis $1\frac{3}{4} m$ stelle ich auch die Aufwärtsverschiebung der Strandlinie an der istrischen Ostküste fest; die bezüglichen Daten gewann ich durch die Untersuchung antiker Baureste in der Bucht Val Fontana im Golf von Medolino und im Porto di Carnizza. Von der wiederholt vertretenen Annahme einer Pendelbewegung der Halbinsel Istrien im Sinne eines derzeitigen Absinkens der Westküste und eines Aufsteigens der Ostküste wird man nach diesen Untersuchungsergebnissen wohl abkommen müssen. Die von G. Stache¹⁾ und V. Hilber²⁾ nächst der Chiusa di Pomer an einem abgebrochenen Uferstrand entdeckten Lager wohlerhaltener Gehäuse von rezenten Meereskonchylien, die in der Terra rossa über der Fluthöhe eingebettet liegen, erweisen sich als alte Kjökken-möddings und

¹⁾ Stache G., Geologische Reisenotizen aus Istrien. Verh. d. K. K. Geol. Reichsanstalt 1872, p. 221 f.

²⁾ Hilber V., Geologische Küstenforschungen, p. 45.

nicht als Strandrelikte, die durch Landhebung in ihr heutiges Situationsverhältnis zum Meere gebracht wurden.

Dieselben Erscheinungen wie in Istrien werden an der Küste Dalmatiens angetroffen. Eigene Beobachtungen und Messungen konnte ich an den submarinen Ruinen des antiken Risinium (heute Risano) in der Bocche di Cattaro machen. Für einschlägige Beobachtungen werden auch die bis heute noch nicht genügend untersuchten submarinen Baureste antiker Herkunft bei Zara, Traù, Sebenico, Spalato, Lesina, Canale Barbato auf Arbe heranzuziehen sein. Über eine Mauer am Strande der Insel Uglian, deren Basis $\frac{1}{2}$ m unter See liegen soll, berichtet N. Krebs.¹⁾ Mir selbst sind auf dieser Insel antike Molo-
reste und Mauerzüge in gleicher submariner Lage bekannt, die ich unweit Oltre dem Eiland und Kloster S. Paolo gegenüber fand.

II. Beobachtungen an der Schwemmlandküste der nördlichen Adria

Komplizierter als an den felsigen Küsten Istriens, die reich an unbeweglich fundierten submarinen Ruinen sind, stellen sich die Untersuchungen an der gegenüberliegenden Schwemmlandküste der nördlichen Adria, an der die allgemeine positive Bewegung der Strandlinie schon vor Jahren erkannt wurde.²⁾ Im Golf von Monfalcone beginnend, zieht sich die Flachküste einer fluviatilen, teils thalassogenen Anschüttungsebene bis in die Gegend von Ancona hin, an der die Natur fortgesetzt durch neue Aufschüttung immer noch weiter zu bauen suchte. Landgewinn und

¹⁾ Krebs Norbert, l. c. p. 76, Anm. 2.

²⁾ Debartolomeis Comm. Luigi, Oro-Idrographia dell'Italia, p. 52, Anm. Come si abbassano alcune coste dell'Adriatico. Tra il Timavo e Pesaro sappiamo, dai documenti raccolti dal conte Paoli, Del sollevamento ed abbassamento di alcuni terreni, che quasi tutte le città antiche sono oggi ad un livello alquanto più basso in riguardo al mare. Cominciando da settentrione, e certo che verso Grado alcune isole e grandi pezzi di continente sono stati da pochi secoli in poi coperti dal mare, che le strade le quali mantenevano la comunicazione fra le città della Venezia antica, verso Torcello Altino, Jegolo et Eraclea, sono adesso dove sotterrate, dove sommerse; e che così Venezia, Adria, Ravenna, Rimini presentano molte prove che in molti punti il loro suolo soggiacque a notevole depressione.

Landverlust wechseln seit historischer Zeit synchron nebeneinander und arbeiten beständig an der Umformung der Küstenkontur. Landgewinn mit einer Horizontalverschiebung der Strandlinie findet dort statt, wo Flußläufe mit großem Transportvermögen vom Erhebungsgebiet der Alpen oder des Nord-Apennin herab reichen, Detritus bis zur Küste führen und zur Ablagerung bringen. Daß die positive Strandverschiebung an einer gesteigerten Aufschüttungstätigkeit der Flüsse in ihrem Unterlaufe durch Hervorrufung von Rückstauungen und Geschwindigkeitsverminderungen indirekt Anteil nimmt, ist zu erwarten. Fehlt die entsprechend energisch arbeitende fluviale Küstenanschüttung, so steht die Umformung der Küstenlinie unter dem Einfluß einer temporären oder auch permanenten Inundation und des damit verbundenen Landverlustes. Ersterer Prozeß charakterisiert den größeren Teil des Küstenstriches von der Brentamündung angefangen bis Rimini, während fortschreitende Ingression des Meeres mit lokaler Unterbrechung von Grado aus bis über die Lagunen Venedigs hinaus sich verfolgen läßt. Daher sind in diesen Gebieten antike Wasserbauten der Küste und anschließende Hochbaureste nicht im Strandgebiete geblieben; entweder liegen sie verschwemmt weit im Meere draußen oder sie liegen landwärts im Anschüttungsterrain oft mehrere Kilometer von der heutigen Strandlinie entfernt. Trifft man sie zugänglich an, dann gibt die Beobachtung bei der unruhigen Lage des Bauterrains unsichere Resultate, die zum Teile etwas höhere Senkungswerte als im süd-istrischen Küstengebiete ergeben.

Die Situation der Hochbaureste und Mosaikböden in der Lagune von Grado nächst Belvedere, die antiken Straßenteile in der Lagune zwischen Volpara und Gorgo setzen eine größere Niveauschwankung voraus, die mit mindestens 2 m zu bewerten ist. Zu gleichem Resultate führte auch die Festlegung des antiken Bodenniveaus in Grado gelegentlich der Ausgrabungen, die seit drei Jahren auf dem Platze vor der Pension Fortino durchgeführt werden. Als Folgeerscheinung der Aufwärtsbewegung der Strandlinie und nur stellenweise als Ergebnis der marinen Landabtragung ist der seit antiker Zeit zu beobachtende Landverlust im Gebiete von Grado zu erklären, der zum größeren Teile durch Erweiterung der Lagunenflächen hervorgerufen wird. Die Möglichkeit energischer Landabtragung ist hier bei der Konfiguration des Meeresbodens und den Strömungsverhältnissen in der Nähe von

Grado an eine fortschreitende Niveauerhöhung des Meeres gebunden und findet nur an den seewärts gelegenen Gestaden statt. Innerhalb der Lagune ist Landverlust nur als Transgression über intaktes Landgebiet hinüber aufzufassen.

Die steigende Tendenz der Strandlinie prägt sich sehr deutlich in der Entwicklung und Gliederung der Lagunen Venedigs aus und läßt sich auch aus der Geschichte ihrer Ansiedelungen herauslesen. Das nur um wenig niedrigeres Gebiet von Torcello, das im frühen Mittelalter noch ein blühendes Gemeinwesen mit reicher Bevölkerung trug, verlor durch die Erhöhung des Meeresniveaus und keineswegs durch Abschwemmung so viel Terrain und wurde bei jeder überhöhten Flut derart Inundationen ausgesetzt, daß es schließlich verlassen werden mußte. Von den Inseln des venezianischen Lagunengebietes halten sich nur jene von der Inundation heute noch frei, welche entweder als Teile der großen Lidodüne höher situiert sind oder künstliche Aufschüttung erhalten haben. Venedig, das heute ja auch schon bei Springfluten bedeutend inundiert wird, dankt seine heutige Höhensituation der künstlichen Bodenerhöhung, die sich durch das wiederholte Neubauen der Stadt von selbst gebildet hat. Die Aufschüttungsmasse in alten Kulturstätten mit wiederholten Zerstörungen durch Brand etc. und großen Baubewegungen entspricht der Menge des im Laufe der Jahrhunderte in dem betreffenden Siedlungsplatze importierten Baumaterials. Pola dankt den Trümmern seiner früheren Bauten seit antiker Zeit eine Bodenerhöhung von durchschnittlich $\frac{1}{2}$ m. In Venedig dürfte dieses Maß kaum reichen.

In Ravenna, wo sich seit historischer Zeit die Strandlinie kräftig in das Meer hinausschiebt, ist die Untersuchung des Verhältnisses zwischen modernen Grundwasserhorizonten und dem Bodenniveau der alten Stadt für das Studium der marinen Niveauschwankung besonders lehrreich. Die Ergebnisse decken sich vollkommen mit denen, die im Boden des antiken Aquileja gewonnen werden. In Ravenna macht sich die Hebung des Meeresniveaus um $1\frac{1}{2}$ m vor allem in einer entsprechenden Rückstauung der Grundwässer und fließenden Gewässer bemerkbar. Die Kirche S. Croce und besonders das Grabkirchlein der Galla Placidia (Anfang des 5. Jahrhunderts) stehen mit ihren Pavimenten nur wenige Zentimeter über dem Meeresniveau. Sie sind jedesmal unter Wasser gesetzt, wenn z. B. bei längeren Sciroccoperioden

höhere Wasserstände an der Küste durch Rückstauung die Grundwasserhorizonte heben. Diese Verhältnisse bestanden zur Zeit der Erbauung der frühen ravennatischen Kirchen bestimmt nicht. Ebenso steht heute das Grabmal des Theodorich fast beständig im Grundwasser. Wie in Aquileja sind hier Ausgrabungen antiker Baureste in den tiefer liegenden Stadtteilen, die in antiker Zeit sicher trocken lagen, wegen Wassereinbruch ausgeschlossen.

Unter dem Einflusse der seit antiker Zeit fortschreitenden Niveauerhöhung des Meeres vollzieht sich auch eine unausgesetzte Umwandlung des hydrographischen Bildes der nordadriatischen Küstenebenen. Der Lauf aller Flüsse in der Gegend von Ravenna hat sich vollständig geändert: jetzt nehmen diejenigen, die einstmals nachweislich die Stadt umarmten und zerteilten, drei Kilometer südwärts ihren Lauf. In römischer Zeit mündeten jene Flüsse gleich dem wenig nördlicheren Po ganz nahe bei der Stadt ins Meer, während heute die Stadt in gerader Linie fünf Kilometer vom Meere entfernt liegt. Nicht in erodierten Rinnen liegt der unterste Stromteil, sondern immer wird er von künstlichen Dämmen in einem gehobenen Bett zur Mündung geleitet, dessen Niveau höher als das Nachbarterrain liegt.¹⁾ Die fortwährende Verlegung der Flußlinien, die Erhöhung ihrer Bettungen, die Verminderung ihres ursprünglichen Transportvermögens durch Stauungen und ihre rein aufbauende Tätigkeit sind Erscheinungen, die nur in einer positiven Bewegung der Strandlinie oder im Absinken der Küstenebene eine Erklärung finden können.

III. Westküste der Apenninenhalbinsel und Sizilien

Völlig gleichartig mit den Verhältnissen an den adriatischen Küsten entwickelt sich die historische Bewegung der Strandlinie an der Westküste der Apenninenhalbinsel in dem Küstengebiet zwischen Anzio und Kap Astura. Ich untersuchte zunächst den Strand zwischen der Punta des arco muto bei Anzio und Nettuno. Derselbe war in antiker Zeit mit Villen verbaut, deren Substruktionen sich weit ins Meer hinausschoben. Ihre Überreste ergeben gute Fixmarken für die Beobachtung der Wanderung der Strandlinie. An Abzugskanälen und Wasserbauresten der sogenannten

¹⁾ Vgl. Goetz Walter, Ravennà, p. 7 f.

Villa des Nero, ferner an der antiken Hafenanlage von Antium, der großen antiken Bauanlage, deren Ruinen die heutige Lokalität von Grottaglie südlich von Nettuno bedecken, ließ sich das Ansteigen des Meeresniveaus genau feststellen, bei dessen Bewertung die früher ermittelte Differenz von $1\frac{1}{2}$ m nicht überschritten wurde.

Ein ausgedehnter Ruinenkomplex, zum großen Teile heute schon ertrunken, deckt die Halbinsel Astura, deren Spitze, auf antiken Substruktionen liegend, das historisch denkwürdige Kastell Astura trägt. Die Halbinsel war in antik-römischer Zeit von einer Villa überbaut worden, deren Wasserbauanlagen und Unterbau ich in ungestörter Lage beobachten konnte. Beiderseits der Landspitze ziehen sich Hochbaureste, ursprünglich auf trockenem Lande in gewöhnlichem Mauerwerk gebaut, in die See hinein. In den zugänglichen Partien einstiger Souterrainräume, die nicht tiefer als die unterste Strandterrasse des Baues angelegt waren, konnte ich wiederholt Seewassertiefen zwischen 0·5—0·7 m loten.

Zwischen der antiken Villenruine Grottaglie und Nettuno fand ich in ungefähr $\frac{1}{2}$ m Tiefe weit ins Meer reichend das Wurzelwerk und die Stöcke eines hier in antiker Zeit noch bestandenen Eichenwaldes, der durch rezente Ingression des Meeres überflutet wurde.

Die hier beobachtete Niveauverschiebung ruft in gleichem Maße Veränderungen an der Küste Siziliens hervor; ausgenommen ist selbstverständlich das oszillierende Gestade am Fuße des Ätna zwischen Taormina und der Niederung des Simeto. Syrakus und Umgebung liegt bereits außerhalb dieser Zone auf verhältnismäßig ruhigem Boden, der verlässliche Beobachtungen gestattete. Die antike Stadt Syrakus besitzt einen ausgebauten Hafen mit Kaianlagen, Schutzdämmen und Schiffshäusern im heutigen Porto piccolo zwischen der Ortygia und dem Festlande. Bis auf eine 100 m breite Einfahrt war der Hafen durch zwei Moli mit Mauern und vermutlich auch Turmanlagen geschützt. Nur an drei Stellen ließ sich hier in etwas mehr als 1 m Tiefe die alte Molodecke erkennen. Bis in gleiche Seetiefe verfolgte ich bei Ortygia wie am gegenüberliegenden Festlande die Reste der griechischen Schiffshäuser. Außerhalb des Porto piccolo vermochte ich dann noch im Gebiete der Festlandsküste an vorge-schichtlichen Grabbauten, die bis in das 8. vorchristliche Jahrhundert zurückzudatieren sind, das Steigen der Strandlinie zu

konstatieren. Die kreisrunden, in den Fels gearbeiteten Grabkammern sind nach dem Absturze der unterwaschenen Felswände freigelegt. Nach ihrer Einrichtung zu schließen lagen sie sicher alle ursprünglich oberhalb der Flutgrenze; heute liegen die Bodenflächen der tiefer angelegten Gräber $\frac{1}{2}$ m unter dem mittleren Meeresniveau. Sämtliche heute im Hafengebiete von Syrakus untergetauchten Baureste aus antiker Zeit verlangen zu ihrer Erklärung eine Reduktion des modernen Seespiegels von $1\frac{1}{2}$ —2 m. Eine größere Verschiebung des Meeresniveaus kann nicht angenommen werden, weil sonst die Hafentiefen zu stark verringert werden, selbst wenn man die übrigens nicht besonders mächtige Ablagerung von Sedimenten seit antiker Zeit in Abzug bringt.

In den Niederungen am Porto grande von Syrakus und unterhalb der Neapolis ergab sich Gelegenheit, die Überhöhung des heutigen Grundwasserhorizontes zu messen. Die aus römischer Zeit herstammenden Bauten in der Umgebung der Campagna Buffaldecì liegen mit ihren Fußböden ungefähr im heutigen Meeresniveau unter den Grundwasserspiegel getaucht. Die dazugehörigen antiken Brunnen sind heute durchgängig verbrackt. In der genannten Campagna liegt ein ausgegrabenes Bauwerk der römischen Zeit, das als Odeum gedeutet wird. Es liegt heute teilweise unter dem Meeresspiegel. Für den Boden seiner Orchestra wurde eine Depression von 22 cm gemessen. Der Brunnen vor der Exedra des Baues ist ebenfalls versalzen. Man hat versucht, die Niveauveränderung durch Absinken des Bauwerkes in das Schwemmaterial zu erklären.¹⁾ Meine Untersuchung der einzelnen Bauteile hat aber ihre gute, unverändert gebliebene Fundamentierung und ihre ursprüngliche Situation dem Baugrund gegenüber festgestellt. Hätte sich das Gebäude in den Boden eingesenkt, so müßten die mit größerem Drucke wirkenden Hausmauern einen anderen Senkungswert aufweisen als z. B. die leichten Fußböden und die vom Gebäude ausgehenden Abflurrinnen für Traufenwässer. Gleichmäßige Setzung bei verschiedener Belastung verschiedener Profile, besonders wenn das kleinere Profil die größere Last trägt, ist ausgeschlossen. Wäre das römische Odeum in den Boden versunken, so hätten sich sicher einzelne Bauteile aus ihren Verbänden lösen müssen und Werfungen

¹⁾ Vgl. Lupus Bernhard, Die Stadt Syrakus im Altertum, p. 309 f.

der Böden wären eingetreten. Ihr intakter Zusammenhang aber beweist ihre unveränderte Lage dem Baugrunde gegenüber.

Deutliche Anzeichen für das Untertauchen der Gestade von Syrakus geben schließlich auch die Quellen des antiken Stadtgebietes am Westrande der Ortygia, unter ihnen die im Altertume vielgenannte Quelle Aretusa.¹⁾ Wege und Austrittstellen dieser Kluftwässer beweisen die fortschreitende Aufwärtsbewegung der Strandlinie; die Datierung ihrer letzten Etappen vermitteln die durch dieses Phänomen in Mitleidenschaft gezogenen antiken Bauanlagen.

IV. Beobachtungen im Ägäischen Meere und an den Küsten Kretas

Aus dem Vergleiche des an den adriatischen, tyrrhenischen und sizilischen Stationen gewonnenen Beobachtungsmateriales mit den Erscheinungen gleichen Charakters an den ägäischen Küsten (Santoringruppe ausgenommen) und an der Nord- wie Südküste Kretas ergibt sich die vollste Übereinstimmung in den datierbaren Verschiebungswerten der Strandlinie. Dieses Resultat wird für den Erklärungsversuch des Phänomens umso wertvoller, als sich dasselbe über Gebiete erstreckt, deren Krusten in ihrem Aufbau und in der Ausbildung ihres Reliefs zeitlich und genetisch verschiedene Entwicklungen durchgemacht haben.

Unter den altgriechischen Hafenplätzen dürften die Häfen Athens und ihre Umgebung das ergiebigste Arbeitsfeld sein, das bei den günstigen Bodenverhältnissen, der gesicherten Lage verschiedenartiger Wasserbauanlagen mit sicherer Datierung die Aussicht auf wertvolle Forschungsergebnisse eröffnet. Diese Denkmale der altgriechischen Wasserbaukunst sind bisher noch nicht abschließend untersucht und aufgenommen worden. Über ihr Situationsverhältnis zum heutigen Meeresniveau hat erst in jüngster Zeit zum Teile in gemeinschaftlicher Arbeit mit mir Herr Phokion Négris, Kgl. Minister a. D. in Athen, an Ort und Stelle Untersuchungen angestellt,²⁾ nachdem die früheren Bearbeiter der Topographie Attikas die Tatsache der Strandlinien-

¹⁾ Ibid., p. 257 ff., Die Quellen im Strandgebiete des antiken Syrakus.

²⁾ Négris Phokion, Vestiges antiques submergés (Athen. Mitteilungen 1904, p. 340 ff.).

verschiebung und Niveauerhöhung in Abrede stellten. G. von Alten und H. Milchhöfer¹⁾ sprechen sich sogar dahin aus, daß die Niveauverhältnisse des Meeres im Verhältnis zum Lande in den attischen Gewässern seit historischer Zeit keine Veränderung erfahren hätten.

Untermeerische Wasserbaureste mit markierenden Anzeichen für die Verschiebung der Strandlinie gab mir im Juni 1903 zunächst die Begehung des Peiraiæus. An der westlichsten Partie der antiken Steineinfassungen des Kophos Limen und an den antiken Befestigungsanlagen am Gestade des Krommydaru lese ich in voller Übereinstimmung mit den späteren Messungen, die Phokion Négris durchführte,²⁾ das bekannte Maß einer mindestens $1\frac{1}{2}$ m betragenden Niveauerhöhung ab. Vor der Besprechung der anderen athenischen Häfen Zea und Munichia erwähne ich eine wertvolle Niveaumarkierung aus der Zeit des 5. Jahrhunderts v. Chr., welche das Felsengestade der Halbinsel Akte trägt. Auf ihrem westlichen Kap (südlich vom Kap Miaulis) liegen unweit des modernen Leuchtturmes, in den gewachsenen Fels eingearbeitet, die Reste einer Grabanlage, die nach antiker Tradition als das am Strande liegende Grab des Themistokles bezeichnet wird.³⁾ Ich konnte in einer Grabkammer 0.6 m, in einer anderen wie auf der vor dem Grabbau liegenden Plattform des einst bestandenen Bauwerkes 1.5 m Wassertiefe messen. Die daraus resultierende größere Niveauschwankung erkläre ich damit, daß es sich um eine Marke handelt, die fast ein halbes Jahrtausend älter ist als die an römischen Bauten ermittelte Differenz.

Innerhalb des Hafenbeckens des athenischen Kriegshafens Zea ermöglichen die Überreste der strandnahen antiken Schiffshäuser die Vornahme von Untersuchungen. Diese für die Landdeponierung des Flottenmaterials bestimmten Objekte bildeten 196 langgestreckte Schuppen, die vom Gestade ins Land hinauf-

¹⁾ E. Curtius und J. A. Kaupert, Karten von Attika. Heft I: G. von Alten, Die Befestigungen der Hafenstadt; H. Milchhöfer, Der Peiraiæus.

²⁾ Négris Ph., a. a. O., p. 343. Je rappelle d'ailleurs qu'au Pirée même les longs murs sont quelquefois submergés par le pied, comme cela paraît contre l'anse de Krommydarou. Lorsqu'on épuisa cette anse en vue de la construction des bassins de radoub, on put constater que la submersion des longs murs, dans l'anse, pouvait atteindre 1 m 50 environ.

³⁾ Judeich Walter, Topographie von Athen, p. 389 f.

führen. Von den Bauteilen reichten nur die Kiellager ins Hafengewasser hinein, die Dachträgersubstruktionen endeten an der Flutgrenze. Erstere lassen sich heute bis ins Tiefwasser stellenweise verfolgen, letztere hören durchschnittlich in ungefähr 1 m bis 1.5 m Wassertiefe auf. Genauere Bestimmung der antiken Strandlinie gestatteten die antiken Steinbrüche am Gestade der beiden Halbinseln, welche die Einfahrt in den Hafen Zea flankieren. Sie liegen heute submarin und lieferten nachweislich das für den Bau des Kriegshafens notwendige Steinmaterial. Um die Steinbrüche nicht allzu weit ins Land hineintreiben zu müssen und um die Quadern möglichst bequem auf die flachen Transportfahrzeuge schieben zu können, war der Abbau des Felsens bis zum damaligen Meeresniveau herabgeführt worden, das heute durch eine submarine Terrasse markiert geblieben ist. Die Tiefenlage der antiken Steinbruchterrasse bewertet sich sowohl auf der Akeseite als auch nächst der Phreattys mit $1\frac{1}{2}$ m. Damit übereinstimmend wird das Maß der historischen Niveauschwankung an den Schiffshausresten und Hafenbauanlagen von Munichia bestimmt. Das Hafenbecken von Munichia wird gegen See zu durch einen landfesten Nagelfluhriff abgeschlossen, der in der Mitte durchbrochen eine nur 37 m breite Einfahrt offen läßt. Die auf diesem teilweise untergetauchten Riff liegenden Baureste werden meist als Molobau angesprochen, welcher Ansicht man sich nach Feststellung der herrschenden Verhältnisse nicht anschließen kann. Das mächtige Quaderwerk war im Altertum mit Ausnahme einzelner in seichter See fundamentierter Partien als Landhochbau errichtet worden, der stellenweise wohl auch die Funktion eines Wellenbrechers zu erfüllen hatte, sonst aber vor allem ein durch Mauer, Wehrgang und Türme gebildeter fortifikatorischer Bau war. Als solcher bildet er einen Teil der kononischen Mauer, mit der er in seiner Turmverteilung und Konstruktion übereinstimmt. Sie erklärt auch seine verhältnismäßig hohe Lage dem heutigen Meeresniveau gegenüber. Wie die Hafenummauer sich in antiker Zeit zur Strandlinie situierte, demonstrieren die Überreste einer an der äußeren Seite des Ostriffes gelegenen Baulichkeit, die, an den Mauerzug unmittelbar angelehnt, bald als Heiligtum, bald als Unterbau eines großen Leuchtfuers gedeutet wurde.¹⁾

¹⁾ Vgl. v. Alten, a. a. O., p. 13; A. Milchhöfer, p. 62; Judeich, a. a. O., p. 382.

Ich halte den Baurest für den Unterbau einer Turmanlage der Befestigung, deren System, soweit es sich zum Beispiel aus der Aktemauer rekonstruieren läßt, gerade an dieser Stelle einen derartigen Bau verlangt. Derselbe steht heute ungefähr 1 m tief im Wasser, war aber nach der Konstruktion der aufgehenden Teile seinerzeit auf trockenem Baugrunde gestellt gewesen. Schließlich sind nach den Grundsätzen der antiken Fortifikation Turmanlagen den Mauern nur dort vorgelegt, wo festes Vorterrain seitlich bestrichen werden soll. Um in dem angrenzenden Strandwasser dasselbe zu rekonstruieren, ist eine Verminderung des heutigen Niveaus um ungefähr 2 m notwendig.

Die submarinen Ruinen in Phaleron bespricht Phokion Négris in seiner oben genannten Studie über untergetauchte Baureste.¹⁾ Die dort wie an manchen anderen antiken Hafenplätzen von ihm gemessene Absenkung alter Wasserbauten auf eine Tiefe von 3 m wäre selbst für Reste aus dem 5. Jahrhundert v. Chr. zu groß. Vielleicht wird eine Wiederholung der Untersuchung der abgeloteten Steinblöcke von Phaleron den Nachweis erbringen, daß es sich um abgerissene Bauteile oder um irgendwie zur Versenkung gelangte Quadern handelt, woraus sich ihre Tiefenlage erklärt. Richtig sind aus Phaleron seine Lotungen an Schiffhaussubstruktionen in 1 m bis 1·20 m Tiefe, an Moloresten in 1·8 m bis 2 m. Von attischen Beobachtungsstationen nenne ich noch die Bucht von Ambelaki auf Salamis und das Gestade von Eleusis, wo sich an antiken Wasserbauanlagen und strandnahen Hochbauresten das Steigen des Meeresniveaus zu erkennen gibt.

Die wenigen aus den Häfen Athens gewonnenen Beispiele genügen als Nachweis für die historische Bewegung der Strandlinie, bezw. des Meeresniveaus. Einer Reihe von Topographen, die Attika und speziell Athen bearbeiteten, sind, wie ich oben angedeutet, die besprochenen Erscheinungen aufgefallen; trotzdem gehen ihre Besprechungen der Oberflächenverhältnisse in den Küstengebieten von der Annahme aus, daß eine Verschiebung des Meeresniveaus und ein Untertauchen des Festlandes seit den letzten 2000—3000 Jahren an der attischen Küste nicht stattgefunden habe. Um aber die an Wasserbauten deutlichen Spuren einer veränderten Strandlinie zu erklären, läßt man die Bauten, selbst wenn sie auf gewachsenem Fels liegen, lokal, auf minimale

¹⁾ Négris Ph., p. 350 f.

Gebiete beschränkt, trotz der Felsenfundierungen absinken oder abrutschen, Festungsmauern, deren Ruinen den Meeresspiegel überragen, erklärt man als Riva- oder Molobauten. Den Betrieb in den heute submarin liegenden Steinbrüchen vor der Hafeneinfahrt in Zea denkt sich G. v. Alten zugunsten eines seit antiker Zeit unveränderten Nivellements sehr kompliziert, indem er annimmt, der Steinbruchabbau habe hinter Schutzdämmen gegen die offene See zu bis $1\frac{1}{2}$ m unter dem Meeresspiegel hinunter stattgefunden. Wenn man sich von der Haltlosigkeit dieser Annahme überzeugen will, braucht man nur an die große Schwierigkeit der Wasserhaltung in dem geklüfteten Fels und an die erforderliche Ausdehnung, wie an das Profil jenes Schutzdammes zu denken, der gegen die offene See gerichtet zu legen wäre, um den Betrieb eines submarinen Steinbruches aufrecht zu erhalten.

Für die Allgemeinheit der Niveauschwankung des Meeres seit den letzten zwei Jahrtausenden im Ausmaße bis zu 2 m sprechen auch die Strandlinienveränderungen im Gebiete der Kykladen. Ausgenommen erscheint nur das gerade seit den letzten Dezennien stark oszillierende Schüttergebiet am Rande des eingebrochenen Riesenkraters von Santorin. Hingegen herrscht volle Übereinstimmung in der Situation antiker Wasserbauten und strandnaher Hochbauten in den altgriechischen Hafenplätzen der ägäischen Inselwelt. Nach einer mir von Herrn Phokion Négris in Athen zugekommenen Mitteilung schien sich Naxos aus der Reihe der Beobachtungsstationen auszuschneiden, wo angeblich die Moli des antikgriechischen Hafens noch wie einst mit ihren Oberflächen über dem Meere liegen. Die von mir in Naxos im Mai 1903 durchgeführten Beobachtungen und Untersuchungen sicherten folgendes Ergebnis: Die in dem natürlichen Doppelhafen der Stadt Naxos östlich und südlich der Bacchusinsel mir als antike Moloanlagen bezeichneten Mauerreste sind Teile einer frühantiken Stadtbefestigung. Ihr seewärts gelegener Teil ist samt dem tiefstgelegenen Streifen des Stadtgebietes und dem schmalen Vorterrain der Befestigung auf $1-1\frac{1}{2}$ m untergetaucht (die englische Seekarte registriert für diese Teile $\frac{1}{2}-\frac{3}{4}$ Fathoms Tiefe).¹⁾ Östlich und südlich der Bacchusinsel wurden die vom Meere umspülten Befestigungsmauern durch Menschenhand und See so weit abge-

¹⁾ Vgl. Admiralty See Plan 1732 (herausgegeben von dem Hydrographic Office of the Admiralty), Naxia Bay.

tragen, daß sie später zum Teile wiederhergestellt nach der gesteigerten Ingression des Meeres als Molo und Wellenbrecher benützt werden konnten. Reste der eigentlichen antiken Hafengebauten konstatierte ich in submariner Lage südlich der Bacchusinsel; somit ist auch an diesem Küstenpunkte die Strandlinienverschiebung infolge Erhöhung des Meeresniveaus eingetreten, deren Rückwirkung auf die Umbildung von Hafenbecken und Küstenverlauf ich noch an folgenden Stationen des Ägäischen Meeres untersuchen konnte:

Plitra, Arasmahafen, nördlicher Teil der Bucht von Xyli, Lakonischer Golf, Ost: Intakte Teile eines untermeerischen Molos mit der sicher ermittelten Tiefensituation von etwas mehr als $1\frac{1}{2}$ m, überschwemmte ehemalige Hochbauten in zahlreichen Überresten (in situ) im Küstenwasser. Baugrund: gewachsener Felsen.

Gythion, Lakonischer Golf, West: Submarine Moloreste, Stadtmauer und Turmanlagen, nach teilweiser Abtragung und Meeresingression unter Wasser gesetzt. Négris bemißt die Niveaudifferenz mit etwas weniger als $2\cdot 5$ m.¹⁾ Nach meiner Untersuchung erreicht dieselbe nicht ganz 2 m.

Epidavros, Golf von Ägina, West: Eine leider nur flüchtige Untersuchung strandnaher, submariner Baureste dieser Station, die weiter auszudehnen mir aus Zeitmangel nicht möglich war, ergab mir an keiner Stelle eine Beobachtung, die den Schluß auf eine Niveauerhöhung von mehr als 2 m für die Bucht von Alt-Epidauros hätte rechtfertigen können. Vor kurzem besprach Phokion Négris neu entdeckte submarine Ruinen²⁾ aus der gleichen Bucht, die auch archäologisch interessant zu sein scheinen. Im südlichen Teile der Südbucht des antiken Epidauros fand Négris eine Anzahl großer Vorratsgefäße (dolia) aus Terracotta in situ von Bauresten und abgetragenen Mauerzügen umgeben. Er erklärt den hier einst auf trockenem Lande hergestellten Bau für ein Getreidemagazin oder für Öldepots.³⁾ Die

¹⁾ Négris Ph., p. 342.

²⁾ Négris Phokion, Délos et la transgression actuelle des mers. Athènes 1907, p. 11, II 1, Ruines submergées d'Epidaure dans l'Argolis.

³⁾ Gleiche antike Öldepots im Strandgebiete mit teilweise überflutetem Baugrund konnte ich in Fisella (Südküste des Hafens von Pola) feststellen. Vgl. Jahreshfte des K. K. Österr. Archäolog. Institutes 1903, Beiblatt Sp. 97 f.

Umgebung der in zahlreichen Gruppen von 2 bis 3 Stück verteilten Dolien lotete Négris mit $1\frac{1}{2}$ —2 m ab und schätzt die Niveauerhöhung mit 2 m bis 3 m Höhe ein.

Isthmus von Korinth, Südküste: An einem Küstenpunkte unweit nördlich von Kenchrea entdeckte Professor Lambakis eine frühchristliche Basilika aus dem 4. oder 5. Jahrhundert, deren Boden bereits unterhalb der Flutgrenze liegt. Ferner stellte er hier Ziegelpflaster, Mauerreste und Grabanlagen in geringer Tiefe im Strandwasser fest. Diese bis zur Höhe von wenigen Dezimetern inundierten ehemaligen Strandterrains gehören zum Gebiete des antiken Südhafens von Korinth.¹⁾

Stylis, Golf von Lamia. In dem schon in antiker Zeit benützten Hafen von Stylis, dessen Bassin aber durch Sediment-einfuhr unzugänglich wurde, wird eben von der Königl. griechischen Regierung eine moderne Hafenanlage als Umschlagplatz für einen Flügel des thessalischen Eisenbahnnetzes gebaut. Bei den Baggerungsarbeiten wurde der antike Molo von Stylis in einer Oberfläche von 2400 m^2 bloßgelegt, die 0.9 m unter dem Mittelwasser mit einer $\frac{1}{2}$ m mächtigen Schlammschichte überdeckt war.²⁾ Nach der von dem Bauleiter, dem Kgl. Ingenieur Dr. A. Diamantidis vorgenommenen Untersuchung ist dieser antike Molo besonders in seiner Fundamentierung so vorzüglich erhalten, daß er in seiner ursprünglichen Lage sich befindet und nur durch eine Überhöhung des Meeresniveaus submarin verlegt sein kann. Für meine Untersuchungen erscheint dieses antike Bauobjekt, das noch den vorchristlichen Jahrhunderten angehört, als ebenso wertvolle Fixmarke wie z. B. die submarin versetzten Hafenbauten von Val Catena. Der größere Abstand der Oberfläche des Molo von Stylis vom Mittelwasserniveau (0.9 m) gegenüber der in Val Catena (Insel Brioni grande, Adria) gemessenen Tiefenlage der Moli (0.75 m) kann sich wohl auch aus der Altersdifferenz der beiden Marken erklären; die eine ist bedeutend älter als die aus dem 1. nachchristlichen Jahrhunderte stammende Anlage von Brioni grande.

Delos: Zwischen Delos und dem kleineren Rematia-Eilande submarine Moloreste in 1— $1\frac{1}{2}$ m Tiefe. Gegenüber Rematia und Delos, nördlich der untergetauchten Wasserbauten, liegt am Strande

¹⁾ Négris Phokion, Délos, p. 12.

²⁾ Ibid., p. 16, Anm. 1.

eine Villenanlage der hellenistischen Zeit, deren Mauern sich in die See bis in 1 m Tiefe verfolgen lassen. Dieselben sind nach ihrer Konstruktion ursprünglich auf trockenem Lande (auf gewachsenem Felsboden) erbaut. Auf der Delos gegenüberliegenden Insel Rhenea (Megali Delos) liegt am Gestade südlich vom Lazarett (Nordküste der Insel) ein antiker Molo, dessen Oberfläche wechselnd 0.6—1.25 m unter dem Wasser gelotet wird. Ihre intakte Oberfläche ist durch die noch aufrecht stehenden steinernen Vertäupflöcke gesichert.¹⁾

Gerade die auf Delos so deutlich erkennbaren Strandlinienverlegungen und Niveauverschiebungen werden von Cayeux, professeur de l'École des Mines in Paris, nicht nur übersehen, sondern er gewinnt sonderbarerweise gerade hier die Überzeugung von einer seit historischer Zeit zu beobachtenden konstanten Lage des Meeresspiegels, worüber er in einem in den *Annales de Géographie* 1901 erschienenen Aufsatz Beweise zu erbringen sucht.²⁾ Phokion Négris hat vor wenigen Monaten als Erwiderung auf die Behauptung Cayeux' hin von einer Unveränderlichkeit des mittleren Niveaus des Meeres seit historischer Zeit die submarinen Bauten und Transgressionserscheinungen auf Delos abermals eingehendst untersucht und hat die Beobachtungsergebnisse des französischen Forschers vollkommen widerlegen können.³⁾ So hat unter anderem Négris gerade an den alten, mit Brandungsgeröll überdeckten Strandflächen, die Cayeux zur Unterstützung seiner Behauptungen heranzog, das Ansteigen des Meeres nachgewiesen. Denn die zitierten Lager von Brandungsgeröll, die durch Einschlüsse von Scherben antiker Topfware mit dem 8. Jahrhundert v. Chr. zu datieren sind, sind die Reste hoher, von der Brandungssee auf den Strand hinaufgeworfener Geröllwälle, die ich in Istrien, West (z. B. Val Maricchio, Nord) bis zu 5 m Höhe messen konnte. Sind die auf Delos aufgedeckten Gerölllager die hochgelegenen Reste solcher Wälle steinigen Strandmaterials, das Brandungswellen aufgeschichtet haben, so werden sie bei ihrer heutigen Lage von wenigen Dezimetern über See nur die seit dem 8. Jahrhundert eingetretene Erhöhung des Meeresniveaus beweisen können.

1) Négris Phokion, *Vestiges antiques submergées*, p. 344 ff.

2) Cayeux, *Fixité du niveau de la Méditerranée à l'Époque historique* (*Annales de géographie* 1901, p. 98 ff.).

3) Négris Phokion, *Délos et la transgression actuelle des mers*, cap. I.

Milos: An der Steilwand der östlichen Gestade der Hafeneinfahrt unterhalb Kastro antike Grabkammern, die ich zum Teile bis $\frac{1}{2}$ m unter dem Meeresspiegel liegend fand.

Kreta: Die positive Bewegung der Strandlinie konnte ich an je einem Punkte der Nord- wie der Südküste für die historische Zeit erkennen und bewerten. An den steil in See abfallenden Felswänden am Südufer des Matalahafens in der Messarabai (S-O) fand ich teilweise schon vom Meere überflutete antike Nekropolen. Ihre bauliche Einrichtung besteht aus einem Korridor mit seitlichen Grabkammern, der von der See aus in den Felsen hineingearbeitet ist. Ursprünglich lag die Bodenschwelle des Zuges samt einigen vorgesetzten Stufen mindestens oberhalb der Flutgrenze; heute sind Eingänge und einzelne Partien der Grabkammern schon unter Wasser gesetzt. Ihre submarine Lage stimmt mit der Situation der genannten Felsennekropolen am Gestade der Insel Milos überein.

Zum Nachweis gleicher Erscheinungen an der Nordküste verweise ich auf die Transgression des Meeres über den Isthmus von Spinalonga hinüber; Hafenbauanlagen und ehemals strandnahe Hochbauten der antiken Stadt Olus werden heute bis über 2 m tief gelotet.¹⁾

V. Marmarameer

Konstantinopel. Zur Beobachtung der positiven Verschiebung der Strandlinie ergab sich mir an der Küste Stambuls zwischen Jedi Kule Kiöi und Kum Kapu an zahlreichen Stellen Gelegenheit. Die submarine Situation antiker Stadtmauerreste zwischen Psamatia und Vlanga Bostani, dem verschütteten Theodosiushafen und der mittelalterlichen Stadtmauer gibt deutliche Marken für die seit ihrer Bauzeit eingetretenen Niveauerhöhungen des Meeres. Alte überschwemmte, zum Teile später überhöhte Moloreste und Steindämme konnte ich zwischen Jeni Mahalle und dem kleinen Hafen nächst der Kum Kapu-Station ermitteln.

Skutari. In einem gleichen Situationsverhältnis wie am rumelischen Ufer fand ich antike und frühmittelalterliche Baureste und Überbleibsel von Wasserbauanlagen am anatolischen Gestade südlich von Skutari bei Kavale Burnu, in der Bucht von Haidar Pascha und am Gestade nächst der Eisenbahnstation von

¹⁾ Négris Ph., Vestiges antiques, p. 341.

Bostani. Dazu erwähne ich noch die Beobachtungen über submarine Ruinen, die Phokion Négris¹⁾ als die bezüglichen Untersuchungsergebnisse des Kgl. griechischen Ingenieurs N. Siderides mitteilt. Derselbe fand Hochbaureste im Wasser an der Küste von Skutari, dem bekannten Leanderturm gegenüberliegend, in einer Tiefe von 0.75 m. Diese verschiedenen Beobachtungen aus der Umgebung von Konstantinopel lassen die Niveauerhöhung des Meeres seit historischer Zeit an sicheren Marken erkennen. Ihr Maß kann $1\frac{1}{2}$ —2 m für die letzten 2000 Jahre nicht überschreiten, ist aber auch nicht geringer als dieses einzuschätzen.

VI. Golf von Korinth und Jonisches Meer

Einige der zahlreichen submarinen Ruinen am Golfe von Korinth werden von Phokion Négris zusammengestellt;²⁾ die von ihm angegebenen Senkungswerte sind in einzelnen Fällen um 1—2 m größer als das von mir anderwärts ermittelte Maß. Ich glaube, daß das auffallend größere Maß der Tiefenlotungen in den meisten Fällen nicht allein ausschließlich für die Größe einer positiven Strandlinienverschiebung in Anspruch genommen werden darf, sondern daß hier einer Abtragung der ursprünglichen Oberfläche des Bauwerkes oder des Terrains, vielleicht auch Lageveränderungen ein Teil der betreffenden Tiefenermittlung zuzuweisen ist. Möglicherweise ist deren Größe durch lokale Krustenbewegungen gesteigert worden. Jedenfalls ist es sehr erwünscht, an den von Négris angeführten westlichen Stationen des Golfes von Korinth durch neuerliche Untersuchungen die sich hier ergebenden Differenzen gegenüber der in den anderen Teilen des Mittelmeeres ermittelten Niveauerhöhung des Meeres aufzuklären. Sonst sind aber die Untersuchungen, die wir Phokion Négris danken, als topographische Vorarbeit sehr wertvoll. Soweit sich das aus dem Golfe vorliegende Material überblicken läßt, steht seine Nord- wie Südküste während der historischen Zeit unter dem umbildenden Einflusse der seit den Zeiten des römischen Imperiums um mindestens $1\frac{1}{2}$ m in der Vertikalen emporgestiegenen Strandlinie. Brauchbares Beobachtungsmaterial findet sich in dem mit antiken Hafenanlagen ausgestatteten Golf von Amphissa, die in Beziehung zu Delphi stehen. Ich verweise hier auf zwei sub-

¹⁾ Négris Ph., Delos pag. 12 f.

²⁾ Négris Ph., Vestiges antiques submergées, p. 352 ff.

marine Bauten, die sich zur Vornahme von Messungen eignen. Der submarine Molo von Itéa (Golf von Amphissa), der zwischen den Inseln St. Konstantin und St. Athanasius sich hin erstreckt, hat eine zerstörte Oberfläche, deren Veränderungen sich durch ihre zwischen 2·5 *m* und 3 *m* wechselnde Tiefenlage kenntlich machen. Hingegen scheint die antike Kaianlage bei Galaxidi (Golf von Amphissa) ziemlich intakte Partien zu haben, deren Tiefe Négris mit 1·25 *m* lotet.¹⁾

Die Frage der Küstenumwandlung an den Gestaden des Jonischen Meeres hat in jüngster Zeit für jene ein erhöhtes Interesse gehabt, die an dem viel besprochenen Versuch Dörpfelds, das homerische Ithaka mit Leukas zu identifizieren, irgendwie Anteil genommen haben. Dörpfeld²⁾ selbst und P. Goeßler³⁾ ist die Erscheinung einer Niveauverschiebung des Meeres dem Festlande gegenüber nicht entgangen; bei der Erörterung der Frage aber, ob das heutige Leukas in homerischer Zeit noch über ungestörten Landzusammenhang verfügte oder nicht, wurde diese Erkenntnis nicht entsprechend gewürdigt.

Im Gebiete der jonischen Inseln haben seit historischer Zeit registrierbare Bewegungen der Kruste weder im Sinne der Hebung noch der Senkung stattgefunden. Spuren der allgemeinen Niveauerhöhung des Meeres von 1½ *m* konnte ich in Santi Quaranta (Epirus), an submarinen Moloresten und Rivabauten vor der Lagune von Kalichiopulo⁴⁾ (antiker Hafen von Korfu, südlich der heutigen Stadt Korfu) nachgehen. Es ist zu erwarten, daß auch die heutige Insel Leukas in gleicher Weise wie die nächstliegenden Beobachtungsstationen durch das Ansteigen des Meeres Umwandlungen der Küstenkontur erfahren mußte, deren Verlauf an Ort und Stelle nicht allein gut zu beobachten ist, sondern deren Etappen auch zeitlich fixiert werden können. Als einen Nachweis für das Bestehen einer historischen Landbrücke zwischen Leukas und Akarnanien möchte ich doch die bestimmte Nachricht des Livius über den Kanalbau der Korinther und Plinius' (N. h. II, 205) Worte: *perrupit mare Leucada* anführen, obwohl er es als Beispiel für Einbruchs- und Überflutungserscheinungen

¹⁾ Négris Ph. p. 353 f.

²⁾ Vgl. Dörpfeld Wilhelm, Zweiter Brief über Leukas-Ithaka: Die Ergebnisse der Ausgrabungen von 1905.

³⁾ Goeßler Peter, Leukas-Ithaka, die Heimat des Odysseus.

⁴⁾ Partsch, Die Insel Korfu, p. 65.

gleichzeitig mit der Öffnung des Golfes von Korinth und des Schwarzen Meeres nennt. Man hat also schon zu Plinius' Zeiten wie auch aus anderen Stellen seiner *Historia naturalis* hervorgeht,¹⁾ die Transgression des Meeres über flache Gebiete hinüber beobachtet, deren ursprünglicher Landcharakter noch in Erinnerung war. Man war auf Leukas die Landverbindung mit Akarnanien gewohnt und auf sie angewiesen. Als sich die flache Niederung in eine Lagune verwandelt hatte, wurde eine Dammstraße errichtet, in die eine niedrige Bogenbrücke eingefügt wurde, an der sich deutlich die Erhöhung des Meeresspiegels um ungefähr $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{3}{4}$ m berechnen läßt. Den Versuch, an den Bau-resten dieser wahrscheinlich römischen Brücke, die gelegentlich der Kanalbaggerung 1903 zum Vorschein kamen, einen Senkungswert von 3 m abzulesen, hat Négris unternommen. Er ist entschieden zugunsten seines früher für den Zeitraum von 2000 Jahren berechneten angeblichen Senkungswertes der Küsten von 3 m so hoch angenommen worden. Die antiken, aber nicht mehr intakten Moloreste an der Kanalmündung in die Drepanobai sprechen auch für die Niveauerhöhung, ohne jedoch eine sichere Ablesung ihres Wertes wie an den Überresten der antik-römischen Lagunenbrücke bisher gestattet zu haben.

Noch vor nicht allzu ferner Zeit bestandenen Landzusammenhang zwischen Akarnanien und Leukas verlangt auch die Bildung der großen Kiesnehrung, die den nördlichen Abschluß der heutigen Lagunen von Leukas bildet. Die thalassogenen Aufschüttungen dieser Nehrung können sich nur unter Anlehnung an ursprüng-

¹⁾ Plinius, *Nat. hist.* I. V, 7. Die Aufzählung der Inseln des Syrtensees endet mit der Nennung der beiden Altäre des Ägimuron, die dem Busen von Karthago gegenüber zwischen Sizilien und Sardinien zu liegen kommen. Es sind dies die beiden Klippen des Keith Reef im nordöstlichen Gebiete der großen Skerkibank. Die Bemerkung des Plinius, daß die Felsen des Ägimuron einstmals bewohnte Inseln waren, die aber größtenteils versunken sind, könnte nur durch die Annahme eines gewaltigen Einbruches zu den verhältnismäßig großen Tiefen der Skerkibank (30—40 Fathoms) Erklärung finden. Diese Nachricht paßt aber mehr zu den landnahen Inseln im Gebiete der Kleinen Syrte, wo nachweisbare Inundationen kultivierter Landteile durch die See aus frühester Zeit noch in Erinnerung waren. Weniger auf die Felsen des Ägimuron, sondern mehr auf die kurz vorher aufgezählten Inseln wie Meninx (Jerba), Cercina (Skerki-Eiland), Ceremibis (Rumedia) usw. wäre die von Plinius gebrachte Mitteilung anonymer Geographen zu beziehen.

liches Land gebildet haben, dessen Strand parallel zu ihr einst vom Festlande weg zur Insel hinüber verlief.

Nach den herrschenden Verhältnissen war Leukas in homerischer Zeit wohl noch Halbinsel. Die Inundation des Isthmus war ja selbst zu Strabos Zeit nicht vollständig, so daß man damals noch von einer Halbinsel Leukas sprechen konnte.¹⁾ Erst die Niveauerhöhung des Meeresspiegels während der letzten 2000 Jahre hat trotz starker Ablagerung von Sinkstoffen in den Lagunen von Leukas die vollständige Abtrennung der Insel geschaffen.

VII. Levantinisches Meer, Syrische und Kleinasiatische Küste

Die phönikischen Häfen, deren ursprüngliche Wasserbauanlagen gut um ein halbes Jahrtausend älter sind als die Niveau-marken der römischen und griechischen Küsten, liefern alle deutliche Merkmale für die Erhöhung des Meeresniveaus. Dem höheren Alter der Anlagen entsprechend sind die an ihnen beobachteten Niveaudifferenzen um einen kleinen Betrag größer. Ihnen und weniger der Versandung der Buchten, von der öfter in Handbüchern bei Besprechung der phönikischen Städte die Rede ist, ist die Verschlechterung der alten Häfen zuzuschreiben. Ihre Uferflächen werden durch die Ingression des Meeres überschwemmt, die nun eine seichte Strandsee bildet, welche durch Abrasion sich vertieft, wo nicht gleichzeitig Sedimenteinfuhr stattfindet und mit dem abgeschwemmten Material die Hafenbecken füllt. Letzteres kann in manchen Fällen heute noch Fahrzeuge aufnehmen; die vorgeschobene Strandlinie aber macht den Hafen vom Lande aus durch die zwischenliegende Neubildung einer Lagune unzugänglich, die bei oberflächlicher Untersuchung der Verhältnisse den Eindruck eines versandeten Hafens hervorruft. Diese eigentümlichen Erscheinungen begegnen auch in antiken Häfen der afrikanischen Nordküste. So ungefähr hat sich die heutige Situation des antiken Hafens von Laodicea (Latakiya) durch Erhöhung des Meeresspiegels entwickelt. Ein großer Teil des alten Hafengestades ist überschwemmt. Von seinen Wasserbauanlagen liegen umfangreiche Reste $1\frac{1}{2}$ —2 m tief unter dem Meeresniveau östlich des Eilandes el-Burj und ebenso an der landseitigen Küste

¹⁾ Strabo, p. 452, 8.

der das südliche Hafenbecken absperrenden Halbinsel. Für die Fortdauer der positiven Bewegung der Strandlinie in die historische Zeit hinein geben die Ruinen mittelalterlicher Befestigungswerke an der Hafeneinfahrt Zeugnis.

Ein typisches Beispiel für die Umwandlung ehemals geschlossener Naturhäfen, die in antiker Zeit benützt und ausgebaut wurden, in offene, völlig ungeschützte Buchten liefert die Umgebung der Halbinsel Ras-Ibn-Hâni (Latakiya N). Dieselbe trägt in antiker Zeit eine bedeutende Ansiedlung, an die sich südlich ein Hafen anschloß, der durch zwei gegeneinander zulaufende Halbinseln von geringer Höhe bis auf eine ungefähr 40 m breite Einfahrt völlig abgesperrt wurde. Die niedrigen natürlichen Dämme wurden nach erfolgter Steigung des Meeresspiegels bei schweren SW-Seen überflutet, so daß sie schließlich durch die positive Bewegung der Strandlinie und die nun möglich gewordene intensivere Abtragungsarbeit unter dem Niveau verschwanden. Wäre die Hafensituation von heute die ursprüngliche, dann wären die Hafenanlagen, die in ihren Resten am Südgastade von Ras-Ibn-Hâni verfolgt werden können, bei nur etwas ungünstiger See unbrauchbar und überhaupt nicht konstruierbar gewesen. Eine ganz gleiche Rückwirkung auf die Umbildung und Zerstörung von Naturhäfen durch Strandlinienverschiebung zeigt nördlich die kleine Bucht Minat el-Kaban. Diese bildete den nördlichen Teil eines typischen phönikischen Doppelhafens. Derselbe ist heute völlig ungeschützt, seitdem ein gegen N vorgelagertes Riff, das ursprünglich die Funktion eines Wellenbrechers hatte, überflutet wird. Außer diesen beiden Stationen ist die phönikische Küste reich an submarinen Ruinen, an denen sich verschiedene Arten der Küstenumbildung infolge der positiven Strandlinienverschiebung nachweisen lassen und die gleichzeitig das Beweismaterial für die Tatsache der historischen Niveauschwankung und ihrer Allgemeinheit liefern. Als interessantere, mir bekannte Beobachtungsstationen der phönikisch-syrischen Küste nenne ich noch:

Arsus (Rhosus), submarine Baureste.

Ras el-Bazit, submarine Hafenreste der antiken Stadt Posidium.

Reede von Tripoli (Tarabulus), Auflösung einer in antiker Zeit noch bestehenden Halbinsel durch Überflutung in ein Riff.

Saida (Sidon), submarine Baureste in den alten Hafenbecken von El-Mina und Minat el-Abaruha.

Sûr (Tyrus), seit antiker Zeit untergetauchte Inselreihen nördlich und südlich der Stadt; Umwandlung geschlossener Buchten in ungeschützte Reeden. An der Südseite derselben Ingression des Meeres in das alte Stadtgebiet, an dessen heute zum Teile bereits submarin gelegenen Stadtmauerresten eine Niveauerhöhung des Meeresspiegels von ungefähr 2 m konstatiert werden kann. Gleiche Niveaudifferenzen sind am Nordgestade an antiken Hochbau- und Wasserbauresten nachweisbar.

Ras Sidin (Tyrus N), teilweise überflutete Nekropole und Baureste.

Auch an der Südküste Kleinasien scheinen einzelne der antiken Hafenplätze Kilikiens günstige Gelegenheit zur Beobachtung der gleichwertigen Strandlinienverschiebung zu bieten, wie sie die gegenüberliegende Küste Phönikiens gezeigt hat. Einen großen Reichtum an submarinen Ruinen besitzt der antike Hafen von Aegae, von deren Situation, ohne sie aber irgendwie namhaft zu machen oder zu erklären, die Aufnahme von E. W. Broecker¹⁾ ein gutes Bild gibt.

VIII. Nordafrikanische Küste

Soweit Beobachtungen von der nordafrikanischen Küste vorliegen, gehen auch dort seit antiker Zeit Verschiebungen der Strandlinie durch Überhöhung des Meeresspiegels vor sich. Professor Oskar Lenz teilte mir eine diesbezügliche Beobachtung bei Kap Spartel an der Straße von Gibraltar mit. Was die jüngsten Untersuchungen über die Topographie der Häfen des alten Karthago an neuem Material erbrachten, läßt in überraschender Weise die Überflutung des Strandgebietes und seiner baulichen Einrichtungen in der Höhe von $1\frac{1}{2}$ m bis 2 m seit den letzten 2000 Jahren deutlich erkennen. Über die topographischen Forschungsergebnisse, die den Lieutenants de vaisseau de Roquefeuil und Hantz zu danken sind, liegen bereits Mitteilungen vor.²⁾ Nach ihnen ist der sichere Nachweis der submarinen Existenz punischer Hafenanlagen in einer Tiefe von 1.5—2 m zwischen Khereddine und Pointe d'el-Kram er-

¹⁾ Admiralty See Plan, Asia minor 2791, Port Ayas.

²⁾ Berichte von A. Schulten im Jahrbuche des Kaiserl. Deutschen Archäologischen Institutes, Arch. Anz., Bd. XIV, p. 7 ff. Die Häfen von Karthago.

bracht. Leutnant Hantz lotete in der Bucht el-Kram an geschützten Stellen mit 0·7—0·8 m die Oberflächen antiker Moli ab. Dort, wo die antiken Hafengebäude der SO-See ungedeckt entgegenliegen, sinkt durch Abschleifung und Abtragung die Molofläche auf 1·7 m Wassertiefe herab. Qualitative Lotungen weisen innerhalb des punischen Hafens in 1·5—3 m Tiefe Schlammablagerungen nach, die, seit historischer Zeit eingeschwemmt, trotz höherer Wasserstände das Hafenbecken ausseichten. Der innere in den Befestigungsrayon Alt-Karthagos einbezogene Kothonhafen ist heute durch eingeführtes Schwemmmaterial ganz verlegt, von dem auch die zugehörigen antiken Hafengebäude überdeckt werden. Als einen weiteren Punkt Nordafrikas, an dem sich die Niveauveränderung des Meeres in Küstenumbildungen durch Ingression seit historischer Zeit bemerkbar macht, erwähne ich die ägyptische Küste. Landverlust an Stellen, wo nicht kräftige Sedimenteinfuhr durch die Nilarme stattfindet und Vergrößerung der Lagunen des Deltagebietes sind nachgewiesen. Auch die in Alexandrien und Umgebuug beobachteten Strandlinienverschiebungen erklären sich durch die marine Niveauerhöhung.

Die Tatsache der allgemeinen, in historischer Zeit fortschreitenden Niveauerhöhung des Meeres wird bei Untersuchungen auf dem Gebiete der antiken Topographie besonders dort nicht mehr zu übersehen sein, wo die Angaben der aus dem Altertum auf uns gekommenen Küstenbeschreibungen und Segelhandbücher zur Identifizierung mit der entsprechenden Örtlichkeit gebracht werden sollen. Denn die Niveauerhöhung von $1\frac{1}{2}$ —2 m kann mit ihren Konsequenzen gerade bei Hafenanlagen, wie schon gezeigt wurde, derart veränderte Situationen schaffen, eventuell Häfen so weit verschwinden lassen, daß man für die ursprüngliche Charakterisierung eines Küstenkomplexes an Ort und Stelle keine lokalen Deckungen mehr vorfindet, um zu sicheren Identifizierungen schreiten zu können. Verschiedene örtliche Eigentümlichkeiten des Küstenwassers und seiner zugehörigen Landteile können aus dem gleichen Grunde so umgeformt sein, daß auch die überlieferten Winke und Ratschläge für die Navigation an manchen Stellen unverständlich erscheinen. Der Bearbeiter der alten Küstenbeschreibungen und Segelhandbücher wird daher gerade bei der Genauigkeit mancher ihrer Detailangaben aus einer Verlegenheit in die andere geraten, wenn er nicht im Verhältnis zur historischen Niveauerhöhung des Meeres die Reduktion

der unterdessen landwärts vorgeschobenen Strandlinien auf die ungefähre antike Position vorgenommen hat. Inwieweit jedesmal an der Küstenumwandlung noch die anderen von der See wie vom Lande ausgehenden umgestaltenden Faktoren tätig waren, wenn sie überhaupt erheblich zur Verlegung der Küstenkonturen beigetragen haben, wird in den gegebenen Fällen noch Gegenstand einer besonderen Untersuchung sein. Es wird, wie zum Beispiel an der nordafrikanischen Küste, bis zum Nildelta hin in den meisten Fällen die Einstellung der Größe der Niveauschwankung als Reduktionskoeffizient schon zu topographisch brauchbaren Resultaten führen.

Als ein Beispiel, wie sich bei der angegebenen Methode der Strandlinienkorrektur mit Sicherheit die antik-topographischen Angaben einer treuen Überlieferung verfolgen lassen, und wie sich andererseits aus den antiken Küstenbeschreibungen nach der Fixierung ihrer Routen wertvolles Material zum Studium der historischen Küstenumwandlungen ergibt, wird in folgendem die Lokalisierung der im *Stadiasmos maris magni* für die Strecke Alexandrien—Ben Ghazi angegebenen Örtlichkeiten durchgeführt.¹⁾ Als kartographische Basis dienen die entsprechenden Blätter der Admiralty charts und ihrer See plans.

Chersonesos.²⁾ Diese in antiker Zeit bestehende Halbinsel erstreckte sich ursprünglich vom heutigen Küstenfort Adjemi über das Marabut-Eiland und fand ihr Ende in einer von hier südöstlich sich abbiegenden Landzunge, die heute in eine Klippenreihe umgewandelt ist. So konnte sie den vom *Stadiasmos* überlieferten Innen- und Außenhafen bilden. Ersterer ist der Chersonesoshafen, letzterer die vor die Westfront des Küstenforts Ad-

¹⁾ *Geographi Graeci minores*, vol. I, ed. Carolus Müller. *Ἀνονόμου σταδίασμος ἤτοι περίπλους τῆς μεγάλης θαλάσσης*. p. 429—450.

²⁾ Für die Küstenstrecke Alexandria—Ras Bulaou wurde benützt Nr. 374 der Admiralty charts, *Mediterranean sea Egypt; Ras Bulaou to Alexandria*. Die den einzelnen Orten von mir in Klammer (...) in englischer Sprache beigefügten Angaben sind von der Seekarte neben dem betreffenden Orte abgelesen. Neben der Seekarte ist bei einer Untersuchung des *Stadiasmos* jedenfalls heranzuziehen: *Segelhandbuch für das Mittelmeer*. III. Teil: Die Nordküste von Afrika, herausgegeben vom kaiserl. deutschen Reichs-Marineamt, Berlin 1905; wo im Folgenden für die Bearbeitung und Verwertung einer *Stadiasmos*-stelle Weisungen und Angaben des *Segelhandbuches für das Mittelmeer* herangezogen werden können, wird auf letzteres hingewiesen.

jemi zu verlegenden Dysmai,¹⁾ wo nur Fahrzeuge mit geringem Tiefgang anlegen konnten. Die nächsten Stationen sind ohne weitere Angaben überliefert und außerdem meist offene Reeden mit ursprünglich so hohen Uferändern, daß seit antiker Zeit durch die Niveauveränderung des Meeres kein nennenswerter Wechsel in den Verhältnissen dieser Küstenlokalitäten eingetreten ist. Auf der Admiralty chart identifiziere ich die nach Alexandria genannten Stationen des Stadiasmus mit folgenden Lokalitäten:

Plinthine = Krea (Quarri).

Taposiris, die Stadt hat keinen Hafen;²⁾ die 90 Stadien Distanz von Plinthine führen zu ihrem Ankerplatz, der ziemlich in der Mitte liegt zwischen Aboosir, den erhaltenen Ruinen von Taposiris und Boorra-dahn.

Chimo, der in Betracht kommende Ort bleibt auf der Seekarte ohne Namen (Tumulus, anc^t Glaucus), die Notiz des Stad. βράχη ἐπισταίνόμενα nimmt Bezug auf die Medina-Untiefen (Medina Reef), die sich heute, bestehend aus 2—3 Fathoms tiefen Bänken und einer Klippengruppe 5 Seemeilen weit von der Küste, dem Orte Chimo gegenüber in die See hinausziehen.

Glaukos = el-Amaid (anc^t Well, ruined tower, square and two storied, Leuchtfeuer anchorage).

Antiphrai = Bucht von Shimahme, südöstlich von Joun il Meleha.

Derra = Einbuchtung zwischen Ras Shkeik und Shkeik Reef (ungefähr 3 Meilen südöstlich davon Ras el-Migrif mit tumulus or artificial mound).

Zephyrion-Hafen, Ankerplatz = Aboo Darrach (Water, anc^t Derrhis). Der überlieferte Hafen ist erst nach Rekonstruktion der kleinen, jetzt überfluteten und in Klippen aufgelösten Halbinseln möglich.

Myrmex, Klippe, 6 Stadien vom Lande entfernt³⁾ = Tanoob Reef, das bald nach dem Auslaufen aus dem Hafen Zephyrion zu passieren ist. Distanz 6 Stadien ist richtig.

Tracheia, Vorgebirge = Ras et-Dhabba, 90 Stadien von Zephyrion und noch 20 Stadien von Pedone entfernt.

¹⁾ Stad. 429, 3.

²⁾ Stad. 430, 3. Neben dem antiken Ortsnamen stelle ich im folgenden die zur Station gehörigen näheren Angaben und Weisungen des Stadiasmus.

³⁾ Stad. 432, 3.

Pedone = Trobiat Ijmaime (anc^t Well) Pnigeus, niedriges Vorgebirge¹⁾ = flache Halbinsel, 1 $\frac{1}{2}$ Meilen westlich der felsigen Steilküste von Aboo Samba. Die dem auslaufenden Schiffe avisierten nördlich liegenden felsigen Untiefen identifiziere ich mit dem Samba Reef (anc^t Myrmiki).

Phoenikus, Anlegeplatz bei den Zwillingsinseln, genügend Wassertiefe auch für tiefe Lastschiffe, Zisternenwasser in dem Talkessel.²⁾ = El-Egailly. Die Zwillingsinseln sind in dem überfluteten Gregrien Reef erhalten, das mit Ras Gregrien und den gegenüberliegenden, heute ebenfalls überfluteten Landzungen einen sicheren Hafenschutz geboten hat. Wassertiefe im Hafenbassin heute 4—5 Fathoms. Der vom Stad. angegebene Talkessel (φάραγγι) als landseitige Fortsetzung seines submarinen Teiles, der den Phoenikushafen bildet, ist auf der Karte ersichtlich.

Hermaia, sobald steuerbord das Vorgebirge zu liegen kommt, landen; Wasser ist im Kastell zu haben.³⁾ = Vorgebirge und kleine Buchten im Golf von Kanais, welche nordwestlich der Klippe und Untiefe el-Homfis liegen (Ruins, anc^t Ermea, Well innerhalb der auf der Höhe liegenden Ruinen).

Leuke akte, vorgelagert ist eine kleine, niedrige Insel, 2 Stadien entfernt vom Lande, Station auch für tiefgehende Fahrzeuge, aufzusuchen bei Westwinden. Längs des Gestades unterhalb des Vorgebirges Anlegeplätze für alle Schiffstypen, Heiligtum des Apollo, berühmte Orakelstätte, Wasser besitzt der Ort neben dem Heiligtume.⁴⁾ = Die zweite größere Bucht südlich Ras-el Kanais (Ruin and Marabut), 5—3 Fathoms Tiefe bis in Strandnähe, 2 überflutete, nebeneinander liegende Klippen, von denen die nördlichere 2 Stadien vom Lande entfernt, den Rest des τραπεζίου νησιού, des niedrigen Inselchens, darstellen, das vor der Hafembucht liegen soll. Bei Westwind völlig geschützte Ankerplätze südlich Ras el-Kanais.

Zygris, kleine Insel, vor der Landung bleibt dieselbe links, Wasser im Sande.⁵⁾ = Marsa Dakalla (Well in sandiger Strand-

1) Stad. 432, 6.

2) Stad. 432, 9.

3) Stad. 432, 12.

4) Stad. 433, 1.

5) Stad. 433, 7. Segelhandbuch, p. 398. Zur Distanzangabe ἄπο Λευκῆς ἄκτῆς ἐπὶ Ζύγριον στάδια 90 bemerke ich, daß diese von der Spitze des Vorgebirges Leuke akte gemessen bis Marsa Dakalla noch angenommen werden kann. Von der Hafembucht Leuke akte aber sind ungefähr 140 Stadien bis Zygris zu rechnen. Westlich Leuke akte ist im Küstenverlauf Marsa Dakalla

ebene, Arab encampment). In der Detailkarte zu Admiralty chart 374 (Sketch of Marsa Dakalla ancient Zygren) ist die antike Hafensituation und die in der historischen Niveauveränderung des Meeres bedingte Umwandlung der Strandkonturen ersichtlich, die an der sandigen Flachküste umso wirksamer war. Das Hafenbecken ist durch das steilrandige Bluff Point gegen Osten abgeschlossen, das nur durch einen 20 m breiten flachen, vielleicht rezenten Sandstreifen Landverbindung erhält. Es ist sicher das vom Stad. als Direktionspunkt genannte kleine Inselchen, das als einzige größere Erhebung in der völlig flachen, sandigen Umgebung als auffallender Peilungspunkt genannt wurde. Sofortiger Kurswechsel nach dem Passieren der Insel Bluff Point zum Einlaufen in den Hafen notwendig, weil die Hafeneinfahrt auf ungefähr 80 m bei Bluff Point sich verengt. Jenseits derselben verläuft ein teilweise untergetauchter Rücken, der nach den Tiefenverhältnissen zwischen seinen Inseln und Klippen zur Zeit der Redaktion des Stadiasmos wohl noch als intakte Halbinsel bestand.

Ladamantia, dem Hafen liegt eine hinlänglich große Insel vor; liegt sie rechts zur Fahrt, lande; Hafen ist gegen jeden Wind geschützt; er hat Wasser.¹⁾ = Südöstliche Bucht von Ras Bakshuba (Anchorage); die Insel, die rechts der Fahrt bleiben muß, um anlaufen zu können, ist die heute $2\frac{1}{3}$, im Altertume wohl noch 3 Kabel lange Insel Bakshuba. Heute überflutete und $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ Fathoms submarin gelegte Untiefen gaben in antiker Zeit dem Hafenbecken gegen Süden einen Abschluß.

Kalamaion, Vorgebirge mit östlich gelegener Klippe, unter der Schiffe ankern können.²⁾ = Ras al-Hawalla mit der Bucht Marsa Hawalla, vor der, wie vor dem Kap, kleine Untiefen liegen.

Graias Gony, steiniges Vorgebirge, Klippe draußen im offenen Meere, am Strande steht ein Baum, Anlegestelle und unter dem Baume Wasser; Vorsicht bei Südwind.³⁾ = Niedrige, mit Klippen besetzte Landvorsprünge und kleine Bucht südlich der von hier gegen Ras alem Room sich hinziehenden Medina Reefs, das ἀρχα ἐστὶ τρυχεῖα bezieht sich wohl auf die vorgelagerten

das erste Küstenlokal, das der Hafenbeschreibung des Stad. entspricht. Auch die Distanzen der folgenden Stationen sprechen für Zygris = Marsa Dakalla. Es fehlt somit im Stadiasmos die Distanzangabe der Hafenstation Leuke akte — Leuke akte (Ras el Kanais) 50 Stad.

¹⁾ Stad. 433, 10. Segelhandbuch, p. 398.

²⁾ Stad. 433, 13.

³⁾ Stad. 433, 15.

Felsklippen; daß es sich um ein flaches Küstengebiet im Stad. handelt, ist aus der Angabe eines Baumes am Strande als Landmarke ersichtlich. Das *σκόπελον ἐπὶ τοῦ ὑψηλοῦ* sind zweifellos die großen Medina Reefs, an die man leicht bei Südwind angetrieben werden könnte, dem man hier am Rande einer 4 km breiten Küstenebene völlig ungedeckt ausgesetzt ist.

Artos, felsiges Vorgebirge ohne Ankerplätze¹⁾ . . . , auf der Westseite des Vorgebirges liegt die Stadt Paraitonium,²⁾ = Ras alem Room, die Küste ist an der Ost- und Nordseite von strandnahen Klippen begleitet. Die Stadt Paraitonium ist an die erste Bucht nach Ras alem Room zu verlegen, wo die Seekarte Paroetionion promontory einträgt.

Zephyrion und die beiden Delphininseln, Hafen gegen jeden Wind geschützt, er hat Süßwasser.³⁾ = Marsa Matroo (Ruins, anc^t Paraitonion, Well, brackishwater, tank), Ruinen sind in die Detailkarte Marsa Matroo an der Nord-, Süd- und Westküste der Bucht eingetragen. Zwei schmale, in der Richtung der Küste verlaufende Felsenrücken verengen die tiefe Einfahrt in den alten Zephyrionhafen auf ungefähr 50 m Breite. Die beiden Halbinseln bestanden in antiker Zeit intakt und sind unterdessen teilweise in die Riffs von Point Labeit und in den Matroo Reef aufgelöst. Mit ihnen wären die beiden Delphininseln, die demnach Halbinseln waren, zu identifizieren, wenn die Aufzählung des Stadiasmos in der richtigen Reihenfolge überliefert ist; vielleicht sind aber die Delphininseln in dem großen Hafenbecken von Zephyrion zu suchen. Dann können sie aber nur jene niedrigen und unbedeutenden Inselchen gewesen sein, die heute bereits submarin liegen und deren Bänke auf dem Seeplan Marsa Matroo der Admiralty chart 374 eingetragen sind. Letztere Inseln sind bei ihrer geschützten Lage nur durch eine Strandlinienverschiebung submarin versetzt. Die Lokalität Zephyrion selbst kann in den Ruinenfeldern an der Süd- und Nordküste von Marsa Matroo erkannt werden.

Apis, die nach Zephyrion folgende Station des Stad. liegt noch an den Gestaden von Marsa Matroo. Vielleicht deckt sich dieser Ort mit dem Ruinenkomplex, den die genannte Karte auf der Halbinsel zwischen den Lagunen und Hafengebieten Marsa Matroo neben dem Vermerk anc^t Quai einträgt. Für diese

¹⁾ Stad. 433, 19. ²⁾ Stad. 434, 1.

³⁾ Stad. 435, 1. Segelhandbuch, p. 397.

Lokalisierung erscheint allerdings die Distanzangabe Zephyrion—Apis mit 30 Stadien etwas zu hoch. Jedenfalls zwang das ungünstige, vielfach verlegte Fahrwasser in Marsa Matroo zu Umwegen, welche für diese Route, wie für die Nachbarrouten Paraitonion—Zephyrion und Zephyrion—Nesos die scheinbar zu hoch angegebenen Distanzangaben aufklären.

Nesoi = Ras Omrakum und Omrakum Reef (anchorage). Nach der heutigen Situation der drei größten, östlich und südlich von Ras Omrakum gelegenen Bänke und Riffs lagen hier im Altertum neben einer Reihe von Klippen und Untiefen noch drei große Inseln, von denen eine Insel das von Strabo überlieferte Küstenitinerar die *Ανηρείπαστα νήσος* nennt. Diese Insel war in antiker Zeit noch so weit über Wasser erhalten, daß sie nach der gleichen Quelle einen Hafen besaß; sie kann ebenso im Omrakum Reef wie in der Klippengruppe (Rock awash) des innersten Winkels der Omrakumbucht untergebracht werden.

Selenis, Vorgebirge, unterhalb desselben Anlegeplatz; rechts Untiefen; sobald dieselben gesichtet werden, landen.¹⁾ = Die Fahrt führt an Ras Bulaou vorbei, von dem ungefähr $2\frac{1}{2}$ Seemeilen westlich Selenis anzusetzen ist.

Azy. Diese Station des Stad. wird nach der Distanzangabe in eine flache Bucht verlegt, die in der Mitte zwischen Ras Bulaou und den Ishaila rocks liegt.

Tyndareioi, Klippen, unter ihrem Schutze Ankerplatz für Lastschiffe.²⁾ = Bucht südlich des Ishaila Rocks (Spongers cove, anchorage). Von den *σκοπελοι Τυνδαρείοι* existiert über Flut nur noch mehr der westlichste als Ishaila-Eiland. Strabo nennt hier vier Inseln,³⁾ Ptolemaeus drei, während nach dem Detailplan⁴⁾ Ishaila, Rocks and Anchorages in antiker Zeit noch 6 ziemlich gleich große Inselchen von geringem Umfange existiert haben müssen.

Chautaion, Anlegeplatz für kleine Schiffe, der Ort hat Quellwasser in den Feldern der Umgebung.⁵⁾ = Die zweite

¹⁾ Stad. 436, 2. Die Route des Stad. von Selenis bis Darne ist auf der Admiralty chart 244, Mediterranean sea, Tripoli & Egypt, Derna to Ras Bulau fixiert und untersucht worden.

²⁾ Stad. 436, 6. Segelhandbuch, p. 397, Ankerplatz bei den esch-Schaila-Klippen.

³⁾ Strabo I. 17.

⁴⁾ Admiralty chart 244.

⁵⁾ Stad. 437, 2.

Bucht östlich der Taifa Rocks, deren schützende Landzungen zum Teile untergetaucht sind, seichtes Küstenwasser.

Zygrai = Gegend ungefähr 5 Seemeilen östlich von Ras Haleima.

Ennesyphora, Anlegeplatz, nur in der guten Jahreszeit anzulaufen, Süßwasser im Sande, in See eine Klippe.¹⁾ = Zonie (Well, Klippen in nächster Küstennähe).

Katabathmus, hochgelegenes Land, gegen jeden Wind geschützter Hafen, Regenwasser befindet sich im ersten Tale, das gegen Süden gelegen ist. Zisternenwasser im Kastell.²⁾ = Sollum, innerster Winkel des Golfes von Sollum. Die dem Verfasser des Stadiasmos jetzt auffallende *χώρξ ὑψηλή* verzeichnet auch die Admiralty chart, indem sie ein der Gegend von Sollum an der Küste eingezeichnetes Erhebungsgebiet High table land nennt, während sie im Küstenlande zwischen Ennesyphora bis Katabathmus „Low white sand hills“ zur Zeichnung des Charakters der Küstenlandschaft einträgt. Das erste Tal, das südlich vom Anlegeplatz liegen soll, läßt auf der Karte sich ermitteln.

Syke, Station „beim Feigenbaum“ innerhalb eines großen und hohen Vorgebirges, Ankerplatz und ein großer See, zur Linken (westlich) eine künstliche Anlegestelle; Wasser unter dem Feigenbaume.³⁾ = Akaba es Sollum, an der ersten Halbinsel an der Westküste des Golfes von Sollum (Point Beacon, Ruins auf dem Beacon Point und südlich davon anchorages). Der große See des Stadiasmos am Gestade ist heute versumpft und wird nur zeitweilig von den zahlreichen Torrenten gespeist, die vom Tafelland herabkommen.

Panormos, tiefes Tal, sehr gutes Wasser unter einem Feigenbaume.⁴⁾

Eurea, Talkessel, flacher Strand mit Feigenbäumen, schöner Anlegeplatz, Süßwasser.⁵⁾ = Marsa Limreig.

Petras, reichlich Wasser beiderseits des Hafens.⁶⁾ = Port Bardia (anchorage).

¹⁾ Stad. 437, 6. Die Notiz zu Ennesyphora (*ἔχει καὶ ἐπὶ θαλάσσης σκόπελον*) dürfte wohl eher nach 437, 4 zur Station Chautaiou gehören; das Stad. hat kaum die Taifa Rocks übersehen, auf welche der Küstenfahrer bei der Weiterfahrt von Chautaiou wohl Rücksicht nehmen mußte.

²⁾ Stad. 438, 1. Segelhandbuch, p. 394, Salum.

³⁾ Stad. 438, 5.

⁴⁾ Stad. 438, 10.

⁵⁾ Stad. 439, 1.

⁶⁾ Stad. 439, 3.

Kardamis, Anlegeplatz, das auf der Fahrt dahin passierte Vorgebirge ist das äußerste Kap dieser Küste; es hat Höhlen, bei starkem Winde (Westwind) hier landen; Wasser im inneren Lande.¹⁾ = Bucht ungefähr $7\frac{1}{2}$ Meilen westlich Ras al-Milhr (C. Lukka), mit dem das äußerste Kap, die *ἄκρα ἀπολήγρουσα* gemeint ist.

Menelaos, Hafen, Brackwasser im Sande.²⁾ = Mijaar, kleine Bucht, 4 Seemeilen östlich Ras el-Ghain (Ruins on Mound, anc^t Ardanaxes, Keep).

Katanis, erste größere Bucht westlich von Ras el Ghain (unweit westlich encampment).

Kyrthanion. Auf der Fahrt nach Kyrthanion halte man wegen der Untiefen den Kurs 8 Stadien vom Lande. Der Ort hat Süßwasser.³⁾ = Bucht, ungefähr 4 Seemeilen östlich von Ras al-Kabish.

Antipyrgos, Ankerplatz nur in der guten Jahreszeit brauchbar, Halbinsel mit Kastell, hier Heiligtum des Ammon, Wasser auf der gegenüberliegenden Küste.⁴⁾ = Marsa Tebruk (anc^t Antipyrgos), an der Südküste der Bucht münden zahlreiche Torrente. So ziemlich an der Basis der Halbinsel Tebruk zeigt die Seekarte einen Ruinenkomplex mit der Legende Ruins, probable site of Anti Pyrgos.

Mikros Petras, 3 Seemeilen östlich von Ras allem Dauhr.

Batrachos, Anlegeplatz in der schönen Jahreszeit benützlich unter dem Vorgebirge; viel Wasser im Tale.⁵⁾ = Ras allem Dauhr, Plataea Point. In die Admiralty chart 245 The Gulf of Bombah sind auf einem Landvorsprung (Plataea Point) Ruinenkomplexe, einstigen Hochbauten zugehörig, eingetragen, die sich in $\frac{1}{2}$ Fathom (0.9 m) tiefes Küstenwasser vom Lande aus hinein verfolgen lassen. Die vom Plataea Point aus sich nach Nordwest 3 Seemeilen weit erstreckende Bank, auf der als letzter Landrest das Ruinen tragende Seal-Eiland liegt, ist bei ihrer $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Fathom Tiefe für die antike Zeit noch als intakte Halbinsel anzusprechen, was bei der weiteren Verlegung der Schiffsroute und der Lokalisierung ihrer Stationen zu berücksichtigen ist. Das wasserführende Tal, welches der Stadiasmus anführt, ist

¹⁾ Stad. 440, 1. ²⁾ Stad. 440, 5.

³⁾ Stad. 440, 8. Segelhandbuch, p. 394. Von Marsa Tobruk bis zum Golf von Salum.

⁴⁾ Stad. 440, 11. Segelhandbuch, p. 393, Marsa Tobruk.

⁵⁾ Stad. 442, 1. Segelhandbuch, p. 392, Seal-Insel.

zum Teile durch das Eindringen des Meeres zur langgestreckten Marsa Enharit Khurzitah umgewandelt, in welche der Wadi al Sedd einmündet. Um die folgenden Distanzen bis Derna nach ihren Stationen einhalten zu können, sind die einzelnen Routen längs des antiken Küstenverlaufes des Golfes von Bombah zu verlegen, der besonders an der Westküste einst eine kräftige Gliederung mit ausgedehnten Küstenentwicklungen besaß, wodurch die großen, für die Küstenfahrt angegebenen Distanzen aufgeklärt werden.

Plateia; 30 Stadien entfernt liegt gegen die hohe See zu die Insel Sidonia,¹⁾ welche Lastschiffen einen Anlegeplatz gewährt; Wasser hat (Plateia) im landwärts gelegenen Kastell.²⁾ = Flache Bucht nördlich der Mündung des Gharrah Wadi, von ebenem Terrain umschlossen. (Ruins) landwärts nördlich der Bucht von Plateia auf der ersten Anhöhe.

Sidonia (Aedonia) kann nur die Insel el Bhurda (Bombah) sein; eine steil abfallende Felsinsel, die durch ihre Höhe und charakteristische Gestaltung noch heute für die Schifffahrt ein wichtiger Orientierungspunkt ist.³⁾

Paliuros, hat Brackwasser,⁴⁾ = Bucht zwischen Wadi al Hassan und Tanks Point, westlich auf der die Küstenniederung begrenzenden Bodenschwelle Ruins, Azyris?. Die fast 2 Seemeilen weit ins Land mit einer Wassertiefe von $\frac{3}{4}$ —1 Fathom eindringende Lagune scheint nach der Erscheinung ὕδωρ ἕξει πλάτυ zur Zeit dieser Beobachtung in den tieferen Stellen die erste Seewasserinundation erlitten zu haben.

Phaia; hat angesammeltes Wasser 15 Stadien vom Orte entfernt.⁵⁾ = Bucht südöstlich Jebel Ramlah. Die scheinbar zu große Distanz Paliuros—Phaia von 90 Stadien klärt sich damit auf, daß das heute befahrbare Küstenwasser nach einer Absenkung des Meeresspiegels von $1\frac{1}{2}$ —2 m, also von ungefähr 1 Fathom zwischen Tanks Point und den äußersten Klippen von Zouzrah Mezrata auch für Fahrzeuge geringen Tiefganges nicht

¹⁾ Ptolemaeus nennt die Insel Ἀιδωνία.

²⁾ Stad. 442, 4. Zur Untersuchung der Strecke Plateia—Phaia ist außer Admiralty chart Nr. 244 noch Seeplan Nr. 245 the Gulf of Bombah verwendet.

³⁾ Die Ansicht der Insel Bombah (Sidonia) auf dem See plan Nr. 245 ist vom Ankerplatz in der Gegend von Plateia aus aufgenommen, von wo aus gesichtet dieselbe auch im Stad. angegeben wird.

⁴⁾ Stad. 413, 1. ⁵⁾ Stad. 443, 3.

mehr passierbar zu Umwegen zwingt. Zur Zeit des Stadiasmos war die Fahrt von Paliuros nach Phaia nur mit Umschiffung der NO-Spitze von Zouzrah Mezrata möglich.

Dionysos.¹⁾ = Im nördlichen Teile der offenen Reede zwischen Jebel Ramlah und Erba Aksur (anchorage) gelegen.

Chersonesos, eine der ersten kleinen Buchten westlich nach Ras et-Tyn (Chersonesos).

Azaris; auf der Fahrt nach Azaris ist im offenen Meere zu segeln, weil die Felsen hoch sind. Der Ort selbst hat einen großen Fluß.²⁾ = Bucht, in der der W. Agbik mündet (als wasserführend bezeichnet, water).

Darne³⁾ = Derna, Ras Boasa, frequenter Hafen (water abundant).

Zephyrion, Vorgebirge mit dichtem Wald, Anlegeplatz nur bei guter Jahreszeit benützbar.⁴⁾ = Angbah et Boolen, nach N und O ungedeckte Bucht.

Chersis; auf halbem Wege zwischen Zephyrion und Chersis, 10 Stadien von der Küste entfernt Anlegeplatz auf der Insel Aphrodisias; hier Tempel der Aphrodite.⁵⁾ = Flache Bucht ungefähr 4 Meilen westlich Kersah (Ruins, anc^t Cherson) ohne Namen. Die in antiker Zeit ungefähr 3 km lange Insel Aphrodisias läßt sich mit dem genau 10 Stadien vom Festlande entfernten, bis auf ein unbedeutendes Inselchen zu einer Klippenbank untergetauchten Tzor Kersah mit Bestimmtheit identifizieren.

Erythron, kleiner Ort = Waaila Trum (anc^t Erythe).

¹⁾ Die Distanzangabe Phaia—Dionysos 90 Stadien rechnet wohl mit der Umschiffung der Ship Rocks (Oum al-Gharami). Segelhandbuch, p. 391. Ras et-Tyn. Der Dionysoshafen ist wahrscheinlich identisch mit dem neben Erba Aksur vom Segelhandbuch erwähnten kleinen Hafenplatz.

²⁾ Stad. 444, 4. Die Seekarte gibt zwischen Ras et-Tyn und Azaris zu großer Tiefe (25—35 Fathoms) plötzlich abfallende Steilküste (cliff coast) an. Das Segelschiff meidet die Nähe zu großer Tiefe abfallender Steilküste wegen der selbst bei geringem Seegang hier durch Reflexwellen, ungehinderte Strömung u. dgl. sich entwickelnden Wellenkomplifikationen.

³⁾ Stad. 444, 7. Zu den Distanzangaben Chersonesos—Azaris 100 Stadien Azaris—Darne 150 Stadien bemerke ich, daß erste um 50 Stadien zu groß, die zweite um 50 Stadien zu klein angegeben erscheint.

⁴⁾ Stad. 445, 1. Der Untersuchung der Küstengestade Darne—Berenike liegt die Admiralty chart Nr. 241, Benghazi to Derna zugrunde.

⁵⁾ Stad. 445, 3.

Naustathmos, weithin erstreckt sich der Ankerplatz; der Ort hat Wasser im Sande.¹⁾ = Reede unterhalb Ras al Hilil (Anchorage, ungefähr $1\frac{1}{2}$ Seemeilen südlich Ras al-Hilil, spring of good water an der Küste), oberhalb sind in die Seekarte Ruins of anc^t Naustathmus eingetragen. Ruins ungefähr 600 m südlich Ras al-Hilil auf der Höhe eingezeichnet.

Apollonias = Marsa Susa. Deutlich ist in dem Detailplan „Marsa Susa“ auf der Admiralty chart 241, das den Lageplan des antiken Apollonias mit seinen wichtigsten Bauresten wiedergibt, der Fortschritt der Strandlinienverlegung seit antiker Zeit zu verfolgen. In der Bucht westlich Ras al-Susa erscheinen tombs in $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Fathom (0.5—0.9 m) tiefem Wasser. Die antiken Kaianlagen und das Terrain des Kothon mit Bauresten (magazines) liegen $\frac{1}{2}$ Fathom unter Wasser. Die den Kothon gegen Ost und Nordost schützende Halbinsel ist bereits inundiert, die etwas höheren Partien an der Nordspitze sind in Klippen aufgelöst. Große Hafenmauern (Remains of piers) mit inundiertem Hinterterrain liegen östlich vom Kothon im Stadtbezirk.

Phykus, kleiner Ort, bei Westwind einlaufen, nur in der guten Jahreszeit benützlich, der Ort hat Wasser.²⁾ = Ras al-Hamama (anc^t Phygus Prom., Ruins). Gegen Winde von NW und NO ungeschützt.

Nausis (Ausigda), kleiner Ort, Wasser am Strande.³⁾ = Innerste Bucht der Küste zwischen Ras al-Hamama und Ras Tolmeita (Ruins, anc^t Nausidos).

Ptolemais, sehr große Stadt; sicherer Hafen; Insel names Ilos; Vorsicht.⁴⁾ = Tolmeita; die den Kothon gegen Ost abschließende Landzunge ist bereits überflutet, wodurch der Hafen heute nach Ost ungedeckt ist. Nach dem Detailplan auf der Admiralty chart 241 ist Ilos die östlich vom Kothon liegende kleine Insel Zarat.

Tencheira, alte Stadt der Pentapolis, wird auch Arsinoe genannt = Taukra (ruins), der antike Hafenplatz kommt nordöstlich der Ruinen zu liegen.

¹⁾ Stad. 446, 1. Segelhandbuch, p. 390.

²⁾ Stad. 447, 1.

³⁾ Stad. 447, 4. Die Distanzangabe Phykus—Nausis ist von 190 Stadien auf 130 Stadien richtigzustellen.

⁴⁾ Stad. 448, 1.

Berenikis; der Kurs des Schiffes wird hier geändert,¹⁾ nach 6 Stadien wird eine nach Westen gerichtete Landzunge gesichtet; nebenan sind Untiefen; beim Vorüberfahren Vorsicht; ferner sichtet man eine kleine schwarze Insel; das Vorgebirge heißt Brachea; zur Linken gewährt es Fahrzeugen mit geringem Tiefgange Anlegeplätze.²⁾ = Ben Ghazi und seine Häfen Bogaz di Zera, Marsa tal Juliana und Zera tal Juliana. Im Gebiete des antiken Haupthafens, der nördlich des modern teilweise ausgebauten Hafens Marsa tal Juliana im Bogaz di Zera ertrunken liegt, sowie in der östlichen und südlichen Umgebung von Ben Ghazi hat die historische Transgression des Meeres über ausgedehnte flache Terrains sich verbreitet und zum Teile Lagunen gebildet. In letzteren, die durch niedrige, parallel zur Küste laufende Höhenrücken von der See abgeschlossen sind, ist das Verschwinden des Landes nur durch Überhöhung des Meeresspiegels herbeigeführt. Nicht nur das Hinterland des antiken Hafens, sondern auch das vor dem antiken Berenike liegende Strandgelände ist überflutet, von hier abgeschwemmtes Material hat das kleine antike Hafenbassin ausgesiebt. Einzelne Felspartien und festere Hochbaureste ragen als Reste der den Hafen einst sichernden Landteile noch über See heraus. Wie die alten phönikischen Häfen und manche der aufgezählten Stationen der nordafrikanischen Küste wie Alexandria, Ptolemais, Apollonia, besaß auch Berenike einen Doppelhafen, der beiderseits einer Halbinsel etabliert war. Der zweite Hafen lag im Marsa tal Juliana, der sich durch die positive Strandlinienverschiebung bedeutend landwärts erweitert und in einer neugebildeten Lagune (Sibba, 5—6 feet water, sand and weed) endet. Südlich der Bucht Marsa tal Juliana tritt aus dem Strande eine flache Halbinsel heraus, dessen Spitze in der Länge von ungefähr $\frac{1}{2}$ km in eine Klippenreihe, die bei Flut inundiert wird, bereits aufgelöst erscheint. Die submarine Versetzung dieses

¹⁾ Daß die Angabe des Stad. $\delta \piλοῦς \kappa\acute{\alpha}\mu\pi\epsilon\tau\alpha\iota$ auf die Route Berenike—Rhinia bezogen ist, wird unter andern auch durch die Küstendarstellung der ptolemäischen Karte gestützt, die auffallend von Ptolemais die Küste west-östlich bis Berenike verlaufen läßt und erst nach Berenike die Küste südwestlich bis Boreum Promontorium und von hier bis zum 29° genau meridional verlaufen läßt. Vgl. A. E. Nordenskjöld: Faksimile-Atlas, Ptol. Romae 1490, tab. XIV.

²⁾ Stad. 449, 1. Zur Untersuchung der Hafenbeschreibung des Stad. ist See plan 1978, Africa north coast, Ben Ghazi verwendet. Segelhandbuch, p. 384 ff., Bongasi.

Landteiles ist nach seiner Situation und seinen morphologischen Verhältnissen fast nur der Niveauveränderung des Meeres zuzuschreiben. Nicht viel mehr als 250 m nordwestlich von der antiken Situation des Juliane Point, der Bracheaspitze des Stadiasmos, liegt ziemlich in der verlängerten Achse der Halbinsel, 3 Fuß tief, die Felsplatte Diamanta Petro, die in antiker Zeit nur um wenig über das Mittelwasser emporgeragt haben kann. Sie hat eine Länge von ungefähr 180 m. Kleine Landvorsprünge, heute ebenfalls inundiert, bildeten an der Westseite der Juliana-Halbinsel jene seichten Buchten, welche im Stad. als die südlich der Bracheaspitze liegenden Anlegeplätze erwähnt werden. Mehr noch als an der Küste hat im Hinterlande von Ben Ghazi Landverlust durch Meeresüberflutung stattgefunden, wodurch alle Ansiedlungen auf die niedrigen Anhöhen gedrängt erscheinen. Außer den 3–6 Fuß tiefen Lagunen sind ausgedehnte Terrains auf der Karte mit der Bemerkung covered during northerly gales verzeichnet, die zur Zeit der durch boreale Luftströmungen gesteigerten Sturmfluten von der See als erste Etappe der Transgression vorübergehend mit dem Meere in Verbindung gesetzt und inundiert werden. Zur Illustration der antiken Verhältnisse an den Küsten von Ben Ghazi und der seither eingetretenen Veränderungen ist dann auch der der Station Berenike im Stadiasmos beigefügte Navigationsbehelf heranzuziehen. Die Erklärung desselben und der Lokalisierungsversuch seiner Angaben ist verschieden versucht worden. Otto Cuntz steht im Gegensatze zu Müller, der in 449, 1 ff. eine Beschreibung des Hafens von Berenike und seiner südlichen Nachbarschaft sieht, und nimmt dieselben Navigationsangaben für die Strecke Taukra—Berenike in Anspruch.¹⁾ Dazu wird Otto Cuntz durch die Lesung 90 Stadien anstatt 6 Stadien geführt, die er als Distanzangabe von Teuchira in 449, 1 bis zu dem Punkte annimmt, von dem aus das segelnde Fahrzeug die Bracheaspitze zu sichten beginnt, die dann freilich nur mit Adrian Point identifiziert werden kann. Daß aber die alte, von Müller gebrachte Lesung 6 Stadien die richtigere zu sein scheint, gewinne ich aus folgendem: Auf der Fahrt von Teukra nach Ben Ghazi halte ich es zunächst ausgeschlossen, Adrian Point in einer Entfernung von 80 Stadien = 15 km zu

¹⁾ Otto Cuntz: Der Stadiasmos Maris Magni (Texte und Untersuchungen etc.). N. F. XIV, 1, p. 259 f.

sichten. Dieser flache, ungefähr $\frac{1}{2}$ km allmählich zu einer Spitze aus der Mitte einer seichten Einbuchtung heraustretende Landvorsprung wird vom Küstenfahrer bestenfalls erst nach Annäherung auf 4—5 Seemeilen deutlich gesichtet werden können.¹⁾ Eine kleine Felsbank (Lipsos) liegt fast 40 Stadien nördlich Adrian Point, 25 Stadien vom Festlande entfernt, in See.²⁾ Mit ihr kann das kleine schwarze Inselchen, das *νησίον ταπεινὸν μελανόν* des Stad. nicht zur Deckung gebracht werden, denn ihre Lotung von 3 Fathoms ($5\frac{1}{2}$ m) läßt noch immer eine submarine Position von 2—3 m für antike Zeit erwarten. Damals waren wenigstens teilweise die am Adrian Point im Strandwasser liegenden unbedeutenden Klippengruppen noch landfest und kommen selbst als Klippen bei ihrer Situation für die Küstennavigation nicht besonders in Betracht, mit welcher die Angabe des Stad. rechnet. In kongruenter Deckung aber mit einer Örtlichkeit erscheint im Stad. 449, 1 die Situation nur dann gezeichnet, wenn man sie für die Navigation eines aus dem Hafen von Berenike auslaufenden Schiffes in Anspruch nimmt. Aus der Hafenkarte von Ben Ghazi lese ich an Situationen, welche den Angaben des Stadiasmus entsprechen, folgendes heraus: Das Fahrzeug verläßt Bogaz di Zera. Es hat von der Anlegestelle aus Kurs nach N nehmen müssen, dann wendet es backbord SW und fährt an der Nordseite der den Hafen gegen W einschließenden flachen Halbinsel entlang, die heute inundiert ist. Erst nach dem Auslaufen aus dem Hafen und der Kursänderung nach SW kommt die flache, höchstens 2 m über See sich erhebende, in nordwestlicher Richtung (*πρὸς ἐσπέραν*) entwickelte Halbinsel Brachea, bisher vielfach gedeckt, ganz zum Vorschein, die nun nach 6 Stadien bisher zurückgelegter Fahrt in der Mitte zwischen dem Diamanta petro und der eben passierten Hafenhälfte in Sicht liegt. Die Passage am Vorgebirge Juliana vorbei ist durch Untiefen und Klippen ge-

¹⁾ Ich habe untersucht, auf welche Distanz man Landvorsprünge vom Charakter des Adrian Point noch sichten kann und wählte dazu die istrische Westküste. Flache Landvorsprünge mit kurzer Entwicklung wie Kap Adrian sichtet man selbst bei günstigster Beobachtungsposition vor 40—50 Stadien Annäherung überhaupt nicht. Von See aus gesehen decken sie sich derart mit den schwach gegliederten Küstenkonturen der Umgebung zu einer Linie, daß sie erst für den Beobachter der nächsten Nähe aus ihrer Umgebung heraustreten.

²⁾ Segelhandbuch, p. 387 gibt für Lipsos Riff an: $32^{\circ} 26'$ n. Br., $20^{\circ} 17'$ ö. L., 23 Sm. nordöstlich von Bengazi, 46 m. Länge, 9 m. Breite, 5.2 m Wasser, Grund felsig, mit poröser Korallenschicht bedeckt.

hindert. Der Kurs SW wird bis zur Nordspitze von Diamanta petro beibehalten und wechselt dann mit Kurs nach S, um die nächsten Küstenstationen des Stad. anfahren zu können. Die heute bereits vielfach in größeren Tiefen ($2-3\frac{1}{2}$ Fathoms) submarin versetzten Bänke mit den Klippen (Four feet Rock, Rock awahs) zwingen, den Kurs um die Außenseite von Diamanta petro herum zu nehmen, das als das niedrige, schwarze Inselchen des Stad. anzunehmen ist und das dem Brachea Kap gegenüber liegt.¹⁾

Die Besprechung eines Teiles des Stadiasmos hat gezeigt, wieviel brauchbares Material für die Untersuchung der historischen Küstenumwandlung aus antiken Küstenitinerarien gewonnen werden kann. Nicht zu unterschätzen ist aber auch für den genannten Zweck eine Reihe topographischer Mitteilungen über Inseln und Küstenländer, die sich zerstreut in der auf uns gekommenen geographischen Literatur des Altertums vorfindet.

Überaus interessant ist es, an Flachküsten jener niedrigen Inseln und Festlandsteile, für die uns antike Messungen ihrer Flächen überliefert sind, an der Hand der Zahlen die Fortschritte der Transgression des Meeres zu überprüfen, ohne deren Berücksichtigung die überlieferten Messungen völlig unrichtig erscheinen müßten. Plinius führt im fünften Buche, Kap. 7 seiner Nat. hist. die Inseln des im Stadiasmos 469, 6 erwähnten Cercinaeum pelagus mit Angabe ihrer Größe an. Die Insel Meninx ($\Lambda\omega\tau\omicron\varphi\acute{\alpha}\gamma\omega\nu$ $\nu\eta\sigma\sigma\acute{\iota}\varsigma$ des Stad., heute Insel Jerba) hatte eine Länge von 25.000 Schritten und eine Breite von 12.000 Schritten, also von $20\frac{1}{4}$, beziehungsweise fast 10 Seemeilen. Zu dieser Länge der heute in ihrer Längsachse nur 15 Seemeilen messenden Insel Jerba kommt man, wenn man die 0·5 m tiefen Bänke an der Süd- und Nordseite als in antiker Zeit noch trockenes Land erkennt und zuzählt. An der engsten Stelle in der Mitte decken sich die 12.000 passus des Plinius fast mit der heutigen Distanz. Küsten-nahe Tiefen von 2—4 Fathoms lassen nämlich an der Ost- und

¹⁾ Jedenfalls hat der Stadiasmos in seiner originalen Fassung in dem Umfang für alle schwierigen Passagen Detailweisungen enthalten, wie sie für die Hafenumgebung von Berenike vorliegen. Wie reichhaltig das Stationsverzeichnis des Küsteninventars gewesen ist, zeigt z. B. die Beschreibung der Syrtenküste von Berenike angefangen, welche selbst die neben einander liegenden Anlegeplätze ein und derselben Lokalität bringt, während anderwärts Reihen wichtiger Küstenpunkte im Stadiasmos weggefallen sind. Diese vollständigeren Teile des Stadiasmosfragmentes geben uns Vorstellung von der Einrichtung antiker Segelhandbücher.

Westküste für antike Zeit eine ziemlich gleiche Strandsituation erwarten. Stad. 465, 6 gibt die Entfernung der Insel Meninx vom Lande mit 8 Stadien an, heute mißt dieselbe durch Überflutung eines 7 Stadien breiten, flachen Strandstreifens der Südwestküste der Insel mit 0·5—0·9 *m* Wasserhöhe bereits 15 Stadien ($1\frac{1}{2}$ Seemeilen).¹⁾

Viel großartiger und auffälliger sind die Landverluste, welche die im nördlichen Teile des Golfes von Gabes liegende Insel Cercina (heute aufgelöst in das Sherki- und Gharbi-Eiland) seit den Zeiten ihrer antiken Vermessung entsprechend dem seither eingetretenen Anwachsen des Meeresspiegels im Ausmaße von 1·5 *m* bis 2 *m* erlitten hat. Plinius gibt nach der Tiefenkarte und der Größe der Strandlinienverschiebung zu urteilen ganz richtig die Länge der Insel mit 25.000 Schritten, also $20\frac{1}{4}$ Seemeilen an. Die Distanz zwischen Ras Sidi Jusuf (Westkap der Insel Gharbi) und der Nordspitze der Insel Sherki beträgt 17 Seemeilen, die größte Breite konnte einst mit halber Inselänge, also mit ungefähr 10 Seemeilen gemessen werden, heute ist dieselbe durch Transgression auf weniger als 5 Seemeilen reduziert.

Nördlich von Cercina, 50.000 passus (in Wirklichkeit sind es aber, vom äußersten Punkte der Cercina-Insel gemessen, anstatt dieser 40 Seemeilen ungefähr 55 Seemeilen) entfernt liegt die Insel Lopadusa (heute Kuriat-Inseln, die den Golf von Monastir gegen Ost abschließen). Sie hat in antiker Zeit eine Länge von 6000 passus, fast 5 Seemeilen, während das größte Eiland der Inselreihe heute kaum $1\frac{1}{4}$ Seemeilen lang ist. Zur antiken Gestalt der Insel Lopadusa gelangt man, wenn man die beiden kleinen Inseln der Gruppe samt ihrer 0·5—0·1 *m* tief gelegenen Felsbank durch Reduktion der historischen Niveauerhebung wieder emporsteigen läßt; die rekonstruierte Insel besitzt die von Plinius richtig überlieferte Längenausdehnung von 6000 passus. Ursprünglich bildete diese Insel das Ende einer schmalen Halbinsel, von der sie aber schon in antiker Zeit durch einen schmalen Kanal abgetrennt war.

IX. Westküste Europas

Es fehlt mir heute noch das entsprechende Beobachtungsmaterial und seine Bearbeitung, um mit Sicherheit sagen zu

¹⁾ Vgl. Admiralty chart, Nr. 249, Mediterranean, Tunis, Mahedia to Ras Makhabez.

können, daß sich an den westlichen europäischen Gestaden die Niveauerhöhung des Meeres ebenfalls um ungefähr $1\frac{1}{2} m$ seit der Zeit der ersten christlichen Jahrhunderte an der entsprechenden positiven Verschiebung der Strandlinie abmessen läßt. Was aber hier bisher — von den Küsten Skandinaviens abgesehen, wo als Wirkung endogener Kräfte die bekannten korrespondierenden Hebungs- und Senkungsphänomene sich auslösen — festgestellt wurde, scheint der Entwicklungsperiode und der Intensität nach mit der im Mittelmeere beobachteten Niveauerhöhung und ihren Begleiterscheinungen durchaus parallel zu laufen.

Einen sprechenden Beweis für eine positive Bewegung der Strandlinie an der französischen Westküste seit prähistorischer Zeit liefert der heutige Zustand der Ile d'Oleron und der Ile de Ré und ihre Lageverhältnisse. Über die physische Geschichte dieser Gebiete gibt A. Pawlowski in zwei bezüglichen Arbeiten wertvolle Aufschlüsse.¹⁾ Ile de Ré und Ile d'Oleron nimmt er in prähistorischer Zeit noch als landfest an und ist in der Lage, durch Funde aus dieser Zeit, die auf letzterer Insel gemacht wurden, diese Annahme hinlänglich zu stützen. Pawlowski nimmt aber zur Erklärung der Trennung dieser Inseln explosionsartige Eruptionen und vulkanische Phänomene an und weist die Möglichkeit des Auftretens einer allmählichen Niveauverschiebung zurück, für die sich zum Nachweise Marken der progressiv veränderten Strandlinienpositionen erbringen lassen. Das in Frage kommende Terrain hat somit seit der Zeit der prähistorischen Kultur der Insel eine positive Strandlinienverschiebung von ungefähr $2-2\frac{1}{2} m$ erfahren müssen, um die heutige Situation zu schaffen.

Auch südlich der Gironde wird die Erhöhung des mittleren Meeresniveaus seit historischer Zeit beobachtet. Die Verhältnisse im Bassin von Arcachon erinnern an die nur künstlich gegen Transgression des Meeres geschützten und verteidigten Gebiete der holländischen Nordseeküste und des deutschen Marschlandes. Hier wie dort wird Landgebiet, das einst von der tiefer liegenden See noch unbedroht, durch vorgeschichtliche oder frühgeschichtliche Besiedlung vom Menschen okkupiert werden konnte, jetzt nach der im Laufe der historischen Zeit eingetretenen Erhöhung des Mittelwasserstandes der Inundation mit Seewasser ausgesetzt.

¹⁾ A. Pawlowski, L'île d'Oléron à travers les âges d'après la Géologie, la Cartographie et l'Histoire (Bulletin géogr. hist. et descript. 1905, 217—236).

Die kongruente historische Entwicklung zum heutigen gleichen Situationsverhältnis dieser beiden verschiedenen, räumlich entgegengesetzten Lokale der europäischen Westküste, des Bassins von Arcachon und der Marschlanddistrikte zwischen Rhein und Elbe, lassen bei der Gleichheit der herrschenden Angriffstendenzen von See her ursächlich eine gleichwertige Niveauerhöhung des Meeres erwarten. Von letzterer oder wenigstens von der Tatsache der positiven Strandlinienverschiebung kann man hier heute nach den Ergebnissen der vielseitigen Untersuchungen nicht mehr absehen, die gerade in letzter Zeit auch aus praktischen Interessen das Wesen des Werdens und Schwindens der germanischen Küsten an der Nordsee bis Kap Skagen hinauf erklärend festzustellen suchten. Besonders betonen möchte ich aber, daß zur Erklärung der fortschreitenden Landverluste neben der durch die Flutkomplikation der Nordsee gesteigerten Angriffstätigkeit des Meeres auch eine progressive Erhöhung der Mittelwasserstände angenommen werden muß, von deren Anwachsen die maximalen Fluthöhen in ihren Größen auch beeinflußt werden. Wo es möglich ist, freilich nur annähernd den Wert der historischen positiven Strandlinienverschiebung an der holländischen Küste abzuschätzen, zeigt sich, daß auch hier die Niveauveränderung des Meeres seit dem Beginne der christlichen Ära sich nur zwischen der Größe von $1\frac{1}{2}$ und 2 m bewegen kann.

Erst in jüngster Zeit ist man wiederholt der Frage nähergetreten, ob auch an der baltischen Küste des norddeutschen Flachlandes eine positive Strandlinienverschiebung seit historischer Zeit im Gange ist. Daß man den damit zusammenhängenden Erscheinungen hier geringere Beachtung geschenkt hat, mag wohl zunächst daher kommen, daß an der baltischen Küste bei der etwas stärker entwickelten Uferhöhe die aus einer Niveauerhöhung resultierende Transgressionsfläche, also das Ausmaß des Landverlustes meist verschwindend klein ist. Schließlich ist auch der Küstenbewohner am baltischen Meere an der Erhaltung eines Stückes sandigen Dünenstrandes nicht im entferntesten so interessiert wie der Bauer in den Marschen an dem Erfolge der Verteidigung seines teuren Bodens. In den nur wenig über das Mittelwasser sich erhebenden Nordseemarschen haben die durch Sturmfluten gesteigerten und vehement eingesetzten Transgressionen meist mit gewaltigen Etappen die Strandlinien landwärts verschoben. Dieses durch die Verbindung mit eigenartigen Flut-

phänomenen sprungweise erfolgende Vorrücken des Strandes in einem landwirtschaftlich überaus produktiv gewordenen Küstenlande konnte nicht ohne Eindruck auf den Menschen bleiben. An den hohen baltischen Rändern aber, wo das historische Übergreifen der See bei dem ruhigeren Charakter ihres Wassers auch allmählicher vor sich geht, wurden nicht die Effekte erzielt, welche schon frühe die Aufmerksamkeit auf das Aufwärtswandern der Strandlinie hätten lenken können. Daß die baltischen Südgestade zu den sogenannten Senkungsküsten zugezählt werden konnten, ist schon geraume Zeit bekannt. Nun haben aber jüngster Zeit die Ergebnisse von Baggerungen, die Entdeckung von untergetauchten Kjökkenmöddings und submarin liegenden prähistorischen Steindenkmalen auch hier an verschiedenen Punkten zwischen der dänischen Küste und der Weichselmündung die in historischer Zeit noch vor sich gehende Verschiebung der Strandlinie, hervorgerufen durch Niveauänderungen des Meeres, mit Sicherheit erkennen lassen.¹⁾ Als eine interessante Marke im baltischen Meere, an der sich die Niveauerhöhung des Meeres seit vorgeschichtlicher Zeit wie an den Unterwasserruinen des Mittelmeeres abschätzen läßt, führe ich die Überreste auf der Vinetabank an, die 2 m unter dem Meeresspiegel gelotet ist. Eine Untersuchung dieser Lokalität, mit der sich die bekannte Sage der versunkenen Stadt Vineta verbindet, erbrachte den Nachweis, daß die Sandbank die Reste einer prähistorischen Nekropole trägt, deren Anlagen aus gewaltigen Findlingen aufgebaut waren. Leider ist der einst bedeutende Reichtum dieser submarinen Fundstätte an Granitfindlingen und erkennbaren Anlagen teilweise verschwunden, als man das Steinmaterial hob, um es zum Aufbau der Swinemünder Wellenbrecher zu verwenden. In prähistorischer Zeit existierte somit die Vinetabank als flache Insel, die vor allem durch Überflutung in ihre heutige Situation versetzt wurde.

X. Schlußfolgerungen

In den aus verschiedenen Teilen des Mittelmeergebietes und der westlichen Gestade Europas hergeholten Beispielen drückt sich eine tatsächliche Übereinstimmung in dem Maße der Strandlinienverschiebung während der letzten 2000 Jahre aus. Die Allge-

¹⁾ Über die positiven Strandlinienverschiebungen und historische Küstenumbildung an den deutschen Küsten orientiert zuletzt Dr. Fr. Solger, Die

meinheit dieses Phänomens ist hier nur an jenen wenigen Küstengebieten nicht mit voller Sicherheit nachweisbar, an deren Strandlinienverschiebung die lokalen Wirkungen endogener Kräfte sich wirksam tätig zeigen. Als Rückwirkung dieses Phänomens ist das Überfluten antiker Wasserbauten, niedriger, strandnaher Bauwerke und von Strandebenen geringster Seehöhe an den Beobachtungsstationen nachgewiesen. Öfter hat die Küstenkonfiguration durch die Wanderung der Strandlinie besonders an Flachküsten durchgreifende Umbildungen erfahren. Vielfach sind bisher bei der Behandlung der antiken Topographie von Küstenstrichen und Küstenplätzen diese Begleiterscheinungen unbeachtet gelassen worden; wie oben gezeigt wurde, wird in Hinkunft bei derartigen Untersuchungen immer auf die historische Niveauerhöhung des Meeres Rücksicht genommen werden müssen.

Alle hieher gehörigen Erscheinungen sind einzeln schon öfter Gegenstand der Beobachtung und von Untersuchungen gewesen, die aber immer nur zu dem Resultat kamen, daß es sich um ein mehr oder weniger lokales Phänomen handelt, als dessen letzte Ursache Vertikal- oder auch Horizontalverschiebungen der festen Kruste angegeben wurden. Ich bin aber bei der Gleichmäßigkeit der Erscheinung in der Strandlinienverschiebung zu dem Schlusse gekommen, daß die Ursache nicht in den Landfesten, sondern in einer Erhöhung des Meeresniveaus zu suchen ist, die einer Vergrößerung der geozentrischen Entfernung des mittleren Meeresniveaus um fast 2 m während des Zeitraumes zweier Jahrtausende entspricht. Diese Erkenntnis führt aber weiter zu der Frage, ob überhaupt eine Veränderung der mittleren Niveaus während des letzten geschichtlichen Abschnittes in der Entwicklung unserer Erde angenommen werden kann, ob dann dieselbe in einer Reliefveränderung des Meeresbodens ihre Ursache findet oder ob dieselbe mit Volumschwankungen der in den ozeanischen Bassins deponierten Wassermengen ursächlich zusammenhängt. Verminderung des Fassungsraumes der Weltmeerbecken durch fluviatile Sedimenteinfuhr, äolische Deponierung und vielleicht auch durch Einlagerung kosmischen Festmaterials mit folgender Niveauerhöhung besteht zweifellos. Wenn man aber nachrechnet, wie hoch

deutschen Seeküsten in ihrem Werden und Vergehen (8. Heft der Meereskunde); ferner Dr. G. Wegemann: Die Veränderungen der Ostseeküste des Kreises Hadersleben (Petermanns Mitt. 52, 53, 1907).

in 2000 Jahren durch diese Prozesse bei der heutigen Erosions- und Transportfähigkeit der fließenden Gewässer das Meeresniveau ansteigt, so ergeben sich als Resultat wenige Zentimeter und nicht die ermittelten Niveaudifferenzen von $1\frac{1}{2}$ —2 m. Wenn man den Versuch machen will für deren Auftreten eine befriedigende Erklärung zu geben, wird man wohl etwas weiter ausgreifen müssen.

Seit dem Beginne der Diluvialzeit bekommt das Antlitz unserer Erde neue charakterisierende Züge; weniger durch die Tätigkeit der endogenen Kräfte, denn an der Umgestaltung und Durchbildung des Reliefs arbeiten jetzt hauptsächlich exogene Kräfte. Und unter ihnen herrschen die vor, welche die für die letzte Entwicklung der Erde so bedeutungsvollen Erscheinungen des Glazialphänomens ausgelöst haben. Durch die hervorragenden Arbeiten Rudolf Credners, Albrecht Pencks, Sievers u. a. sind der Verlauf und das Wesen der diluvialen Eiszeit soweit untersucht worden, daß wir von der Lösung des Eiszeitproblems nicht mehr allzuferne stehen. Die moderne physikalische Geographie sieht heute bereits nicht allein in der großartigen Entwicklung der festländischen Eismassen den wichtigsten Charakterzug der Eiszeit; sie nennt diesen Zeitraum lieber Pluvialzeit als eine Zeit mit einer maximalen Wasserdeponierung am Festlande. Nicht allein in fester Form erfolgte die Aufspeicherung des Wassers in den polnahen Ländern, sondern alle abflußlosen Becken und Depressionsgebiete waren hoch bis an ihre Ränder mit Wasser angefüllt und in den heute trockenen Wendekreisgebieten entwickelten sich damals transport- und erosionskräftige Ströme. Und zwischen diesen Pluvialperioden, in denen die ozeanischen Reservoirs auf tiefere Wasserstände herabsinken müssen, liegen die Interglazialzeiten, die überall durch Gletscherückgang, Steppenklime, Austrocknen aller Becken, vollständiges Aufgeben oder Reduzierung ganzer Stromgebiete, somit durch Rückdeponierung der Wässer in die Weltmeere sich charakterisieren. Sinken und Steigen des Meeresniveaus ist eine nächste Konsequenz der hydrographischen Erscheinungen der Glazial- und Interglazialperioden.

Nun möchte ich daran erinnern, daß ja auch unsere Tage in ihrer eigentümlichen physikalischen und meteorologischen Charakterisierung ein Glied in der Entwicklung der terrestrischen Phänomene bilden. Die Erde wird noch von dem Wechselspiele

des glazialen und interglazialen Phänomens beherrscht, wie sie heute in ihrem Luftmeere und auf ihrer Oberfläche auch die Folgeerscheinungen periodischer Klimaschwankungen niedrigster Ordnung beobachten läßt. Die Frage nach dem Wege, auf dem sich heute die Erde mit ihren großen Klimaschwankungen befindet, wird wohl damit zu beantworten sein, daß wir zwischen der Kulmination einer glazialen und einer interglazialen Periode stehen und uns letzterer nähern. Denn soweit die menschliche Beobachtung zurückreicht, läßt sich ein seit dem Beginne der historischen Zeit fortschreitender Verlust an temporär deponiertem Landwasser erkennen, ebenso sind Gletscher im Rückgehen begriffen. Auf den zeitlichen Parallelismus, der heute zwischen der fortschreitenden Austrocknung der gegenwärtigen afrikanischen Wüstenseen und dem Zurückweichen der alpinen Gletscher besteht, machte erst kürzlich A. Penck¹⁾ aufmerksam. So wie auf dem festen Lande ein deutlich ausgesprochenes, zeitliches Nebeneinander zwischen diesen hydrographischen Einzelercheinungen besteht, die eine dauernde Wassarentnahme auf den Festländern ohne gleichwertigen Rückersatz hervorrufen, so muß sich eine weitere Parallele in der derzeitigen Entwicklung der Quantitätsverhältnisse der ozeanischen Wasservorräte konstruieren lassen. Gehen ferner die Rückdeponierungen der Wässer in das Meer so kräftig und rasch vor sich, daß sie sich deutlich in ihren Rückwirkungen auf die Umänderung der hydrographischen Verhältnisse der Festländer seit geschichtlicher Zeit beobachten lassen, so muß auch ihre Reaktion auf die Niveauverhältnisse der Meere registrierbar zum Ausdruck kommen. Daß es sich da nicht um bloße Mikrodifferenzen der Wasserstände handelt, zeigen schon die sicheren Berechnungen Pencks, der nachweist, daß die während der Glazialperioden auf dem Lande deponierten Wassermengen den Meeresspiegel um zirka 70 m herabdrücken mußten, der in einer darauffolgenden Interglazialzeit um das gleiche Maß ansteigen wird.²⁾ Für einen Bruchteil der großen interglazialen Erhöhung des Meeresniveaus halte ich nun die seit historischer Zeit im Mittelmeere und, so weit die Beobachtung heute reicht, auch stellenweise an atlantischen Küsten konstatierbare Niveauerhöhung von fast 2 m für den

¹⁾ Penck Albrecht, Climatic Features on the pleistocene Ice Age (The G. J., Bd. XXVII, London 1906, p. 182 ff.).

²⁾ Penck Albrecht, Morphologie, p. 528.

Zeitraum zweier Jahrtausende, die somit als eine Begleiterscheinung des großen Glazialphänomens aufzufassen ist. Leicht ließ sich die Erhöhung des Meeresspiegels an den Mittelmeerküsten erkennen, wo alte Kulturen vor 2000 Jahren und früher das ehemalige Meeresniveau fixiert haben. Nicht schwer wird sich aber auch anderwärts seine Verschiebung nachweisen lassen, besonders wo flache Küstenländer mit geringster Seehöhe nicht unter dem wirkamen Einfluß endogener Kräfte stehen, die Hebungen oder Senkungen auslösen, und wo irgend eine alte topographische Fixierung des Küstenverlaufes überliefert ist. Ein Beispiel für derartige Verhältnisse gibt die holländische Küste. Schwer oder auch unmöglich werden die Beobachtung und Messung der glazialen Niveauschwankung an steigenden oder sinkenden Küsten sein. Bei der Bestimmung der Maße ihrer Auf- oder Abwärtsbewegung aber wird man auf die Größe der allgemeinen säkularen Meeresschwankungen Rücksicht nehmen müssen.

Schließlich möchte ich noch darauf hinweisen, daß die aus meinen Messungen sich ergebende Relation zwischen der Größe der Versetzung des Meeresspiegels und der Zeitdauer, innerhalb der bereits meßbare Niveauschwankungen vor sich gehen, eine derartig günstige ist, daß die allgemeine Hebung des Mittelwasserstandes auch bei verhältnismäßig kurzer Beobachtungsperiode durch Messung nachweisbar sein muß. Denn eine angenommene maximale Niveauerhöhung von 2 *m* für den Zeitraum der letzten zwei Jahrtausende ergibt bei Annahme eines gleichförmigen Fortschrittes des Phänomens eine Vergrößerung der geozentrischen Entfernung des Mittelwasserstandes von ungefähr 1 *mm* per Jahr. Es handelt sich also um eine ganz bedeutende Aufwärtsbewegung, die durch Beobachtung von Fixmarken bald auffallen muß.

Daß in der Jetztzeit das Phänomen der Niveauerhöhung des Meeres so wie in den letzten Jahrtausenden noch in gleicher Intensität wirksam ist, glaube ich aus dem Emporsteigen des mittleren Meeresniveaus schließen zu können, das zunächst seit einigen Dezennien an den Fixmarken der Pegelstation und des Flutmessers im Kriegshafen (K. u. K. Seearsenal) zu Pola abgelesen wurde. Ich danke der Freundlichkeit des Herrn K. u. K. Fregattenkapitäns Wilhelm Keßlitz, Vorstandes der Abteilung „Geophysik“ des hydrographischen Amtes in Pola, die bezüglichen, mir im September dieses Jahres überlassenen Daten, die ich zur Mitteilung bringe.

Beobachtungsjahr 1875, 5 Abstand des Mittelwassers von einer fixen Marke des Flutmessers im K. u. K. Seearsenal zu Pola (Mittel aus 6 Jahren)	153·33 cm
Beobachtungsjahr 1904, 5 Abstand des Mittelwassers von derselben fixen Marke (Mittel aus 4 Jahren)	155·13 „
	Differenz 3·20 cm

Die ermittelte Differenz von 3·2 cm entspricht dem Werte der Aufwärtsbewegung des mittleren Niveaus während der Zeit von 29 Jahren. Sie ist größer als der entsprechende Teil der von mir angenommenen allgemeinen Niveauerhöhung, die für den gleichen Zeitraum von 29 Jahren ungefähr 2·9 cm ergeben würde. Der Unterschied zwischen beiden Werten, von denen der eine das Ergebnis von exakten Messungen ist, während der andere mehr schätzungsweise gewonnen wurde, mag sich vielleicht auch aus der sich nicht mit voller Gleichförmigkeit vollziehenden Erhöhung des mittleren Niveaus erklären. So wenig wir in der Abwicklung klimatischer Prozesse und in dem Verlaufe der Klimaschwankungen verschiedener Ordnung eine Gleichförmigkeit wahrnehmen, sondern ein fortwährendes Wechseln zwischen intensiver fortschreitenden, stationären und auch zuweilen rückschlagenden Momenten unterscheiden können, so wird wohl auch das Diagramm eines säkularen Fortschrittes der Niveauerhöhung des Meeres eine Wellenlinie sein, die bald ober, bald unter der gleichmäßig ansteigenden Linie verläuft, welche die Niveaustände beim Eintritte und am Ende eines größeren Zeitabschnittes verbindend markiert. Sollte die Lage der Mittelwasserstände zu verlässlichen Fixmarken auch an anderen Orten für die letzten Dezennien mit den Ablesungen am Pegel von Pola gleiche Resultate bringen, dann ist anzunehmen, daß nach einem letzten, durch einige Zeit vielleicht stationären Verhältnis des mittleren Niveaus jetzt ein kräftigeres Anschwellen vor sich geht. Manche Beobachtung, die ich an einzelnen Punkten der Küsten des Mittelmeeres zu machen Gelegenheit hatte und manche sehr junge, kräftige Transgression in flaches Küstengebiet scheint darauf hinzuweisen.

Pola, Oktober 1907.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [51](#)

Autor(en)/Author(s): Gnirs Anton

Artikel/Article: [Beobachtungen über den Fortschritt einer säkularen Niveauschwankung des Meeres während der letzten zwei Jahrtausende 1-56](#)