

Die Fortschritte der Ozeanographie.

Vortrag, in französischer Sprache gehalten in der außerordentlichen Festsitzung der k. k. geographischen Gesellschaft am 2. April 1912

von

Albert I. Fürsten von Monaco.

(Übersetzung aus dem Französischen.)

Mit 3 Tafeln. (Werden Heft 5 beigegeben werden.)

Eines Tages erschien am Horizonte des menschlichen Gedankens in der Mitte der Verführungen der Unwissenheit und der Leichtgläubigkeit unter den sozialen Bewegungen, die der moderne Fortschritt auslöst, ein helles Licht. Es war die Wissenschaft, strahlend wie die Wahrheit, entzückend wie ein Führer der Menschen in der Erforschung der Prinzipien einer endgültigen Zivilisation.

Und wenn, Tag für Tag wachsend, diese Kraft immer mehr ihren Einfluß auf unseren Geist zu üben vermag, wenn sie ihm eine Unabhängigkeit verleiht, die die Vernunft und die Würde des menschlichen Geistes zugleich befriedigt, so ist es deswegen, weil die Evolution der Elemente des organischen Lebens unsere Art an die Spitze der Hierarchie aller Wesen gestellt hat.

Aber während die Naturwissenschaft alle dem menschlichen Geiste zugänglichen Gebiete erforscht hatte, war das des Meeres bis vor kurzem noch unbekannt. Und dennoch, welche wissenschaftlichen Reichtümer schlummerten noch darin, von der beweglichen Oberfläche des Wassers an, die den gestirnten Himmel widerspiegelt, bis in die tiefen Abgründe hinab, die sich in die ewig zitternden Eingeweide unserer Erde senken.

Erst wenige Jahre sind es her, daß uns neue Erleuchtungen aus dem flüssigen Elemente aufzusteigen beginnen. Und was für Erleuchtungen! Sie lassen uns ahnen, daß das Leben im Meere entstanden ist, und lehren uns in den Emanationen des Ozeans eine ständige Quelle der Verjüngung für das Leben erkennen. Sie enthüllen uns, wie die wunderbare Tätigkeit des Meerwassers

die Trümmer der alternden Kontinente in Bausteine für neue Festländer verwandelt. Heute hat sich die Ozeanographie schon jenen Platz erobert, der ihr in unserem geistigen Leben gebührt, und fast bei allen seefahrenden Völkern teilen sich Staat und private Initiative in die Kosten der Meeresforschung.

Hat sich England durch seine Expedition des „Challenger“, die volle drei Jahre dauerte, in die erste Reihe der Begründer der Ozeanographie gestellt, so hat andererseits auch Österreich schon früh mit einem energischen Schritte zu derartigen Forschungen beigetragen; ich erinnere nur an die Arbeiten der „Pola“, die so wichtig für unsere Kenntnis des Mittelmeeres geworden sind. Ich erinnere an die beiden Institutionen, welche gegenwärtig hochwichtige Untersuchungen im Adriatischen Meere anstellen, an den unter dem Protektorate Seiner kaiserlichen Hoheit des Erzherzogs Franz Ferdinand stehenden Verein zur Förderung der naturwissenschaftlichen Erforschung der Adria in Wien und an die Österreichisch-Italienische Adriakommission, welche von den beiden Regierungen eingesetzt wurde, um die ozeanographischen Verhältnisse der Adria mit Hilfe von Kriegsschiffen zu untersuchen, die von der Kriegsmarine jedes der Staaten zur Verfügung gestellt wurden. Diese Kommission ist ein bemerkenswertes Zeichen der Verbrüderung, durch die die Völker die sozialen und philosophischen Probleme würdiger, entsprechender und ersprißlicher als durch die Gewalt der Waffen lösen werden.

Ich möchte hier die Aufmerksamkeit ernster Geister auf die großen Dienste lenken, die der Wissenschaft vom Meere durch Ozeanographen geleistet worden sind, wie Luksch, Natterer, Steindachner, v. Marenzeller, Brückner, Cori, Mazelle, Grund, v. Keßlitz, die meine österreichischen Mitarbeiter waren oder in anderer Weise unsere für die Fortschritte der Menschheit so wichtige Wissenschaft förderten.

Aber ich möchte auch meiner Freude und Genugtuung Ausdruck geben, daß ich hier vor Ihnen von den Fortschritten sprechen soll, die seit 25 Jahren durch meine Bemühungen unsere heute so machtvoll gewordene Wissenschaft gezeitigt hat. Welches Anzeichen kann mir besser den Einfluß der Pflege der Wissenschaft auf die Entwicklung der modernen Gesellschaft dartun als die Tatsache, daß ich hier ein Auditorium finde, das sich aus einer Elite der Intelligenz zusammensetzt, und der Gedanke, daß überall, wo ich die große Sprache des Meeres in die Sprache der

Wissenschaft übersetzt habe, das stets vor den höchsten Männern des Staates und vor einem erleuchteten Kreise geschehen ist, der das geistige Niveau der Völker zu heben bestrebt ist.

Welch gewaltiger Umschwung hat sich in der kurzen Zeit einer Generation in der Meereskunde vollzogen, dieser Wissenschaft, die den Hauptschlüssel zu den Mysterien unseres Ursprunges, für das Werden der Erde und damit auch für das Werden unseres Planetensystems und der anderen entsprechenden Systeme besitzt. Einst glaubte man, daß die ungeheuren, vom Meere eingenommenen Räume unbewohnt und unbewohnbar seien; heute zeigt sich uns das tierische Leben von der Oberfläche bis zum Grunde des Meeres, und zwar in einem Reichtume, von dem man sich nach dem, was man an Leben in der Lufthülle der Erde sieht, keine Vorstellung machen kann. Immerhin sind wir heute noch weit davon entfernt, alle Geheimnisse der Biologie des Meeres zu kennen, die uns zweifellos einstmals die Wahrheit über die Natur des Lebens, über die Gesetze, welche seit Millionen von Jahren die Entwicklung der Arten beherrschen, und über die alle bewegende Frage nach der Herkunft des Menschen bringen wird.

Wenn ich hieher gekommen bin, so geschah es auch, um die führenden Geister in Österreich anzuspornen bei den Bestrebungen auszuharren, die so viele andere Länder im Studium der Probleme der Ozeanographie verbinden, sei es, um das Gebiet unserer Erkenntnis zu erweitern, sei es, um neue Quellen für die Arbeit und für den Wohlstand der menschlichen Gemeinschaft zu erschließen, sei es, um ihrer Zivilisation, ihrem moralischen Fortschritte und den Beziehungen, die sie einander nähern sollen, eine den Lehren der Naturwissenschaft, der Vernunft und der Gerechtigkeit entsprechende Richtung zu geben.

Das ist das Ziel, das ich mir gesetzt habe, indem ich strebe, alle Mittelmeerstaaten zu vereinigen, damit sie sich in die ozeanographischen Untersuchungen des Mittelmeeres teilen, entsprechend einem Beschlusse des IX. internationalen Geographenkongresses zu Genf, welcher mir die Präsidentschaft der beiden Kommissionen übertragen hat, die beauftragt sind, einerseits den Atlantischen Ozean, andererseits das Mittelmeer zu studieren.

Schon beteiligen sich Österreich und Italien je viermal im Jahre mit Kriegsschiffen an den Beobachtungen zum Studium des Adriatischen Meeres. Wenn Spanien, Frankreich und Algerien sich dieser Vereinigung angeschlossen haben werden und die For-

sungen auf das westliche Becken des Mittelmeeres ausdehnen, dann wird unser Binnenmeer bald hinsichtlich der Gesetze gut bekannt sein, deren Kenntnis für die Sicherstellung seiner industriellen Reichtümer und besonders für den Fischfang notwendig ist.

Die Ozeanographie im weiteren Sinne des Wortes umfaßt zwei Zweige: die Ozeanographie im engeren Sinne, welche die physikalischen, chemischen und dynamischen Probleme behandelt, und die biologische Ozeanographie, welche die Erscheinungen des Lebens im Ozean studiert.

Den Arbeiten, die ich begann, nachdem die englischen Gelehrten des „Challenger“ ihre bewunderungswürdige Expedition beendet hatten, habe ich bereits 27 Jahre meines Lebens gewidmet; der Reihe nach habe ich vier Schiffe dazu benützt, von denen das letzte erst kürzlich erbaut wurde. Diese Schiffe wurden mit Ausnahme des ersten, das ein Segelschiff war, ausschließlich zu dem Zwecke erbaut, die Probleme des Meeres zu lösen, deren Erforschung naturgemäß ganz besondere Einrichtungen erfordert. So besitzt die Jacht „L'Hirondelle II“, die soeben ihre erste Reise vollendet hat, Einrichtungen zur wissenschaftlichen Arbeit, die alles durchzuführen gestatten, was mein Programm noch verlangt. Der Fassungsraum beträgt 1600 Tonnen, ihre Maschinen besitzen 2200 HP; sie enthält 18.000 m Stahlkabel auf mächtigen Rollen für die Arbeiten in den großen Tiefen, zwei Laboratorien, in denen die Forscher an Bord die Untersuchungen ausführen können, welche am Platze gemacht werden müssen, endlich alle Gerätschaften, die für die Meeresforschung notwendig werden könnten. Ich selbst werde dieses Jahr meine 24. ozeanographische Forschungsreise antreten.

Ich will mich hier nicht vor Ihnen ausführlich über die Ozeanographie im engeren Sinne verbreiten; ich müßte sonst eine ganze Reihe technischer Betrachtungen einschalten, um mit Nutzen vor Ihnen darüber sprechen zu können. Eine flüchtige Skizze wird genügen, um Ihnen die Rolle zu zeigen, die das Meer in der Geschichte der irdischen Welt spielt, sowie die eigenartigen Bedingungen, die das Leben im Schoße des Meeres findet.

Druck. Zuerst ist zu beachten, daß der Luftdruck, d. h. das Gewicht der Atmosphäre, unter dem die Organismen an der Oberfläche der Erde stehen, beim Eindringen in die Tiefen des

Meeres durch die Last des Wassers rapid auf ein Vielfaches ansteigt. Diese Zunahme, die für je 10 m eine Atmosphäre beträgt, erreicht in der größten bekannten Tiefe — 9636 m — das $800\frac{1}{2}$ -fache des Druckes, unter dem wir leben. Ein Hohlzylinder aus Gußeisen mit Wänden, die mehrere Zentimeter stark sind, wird schon in der Tiefe von 5000 oder 6000 m zerquetscht. Das zeigt, welche große Widerstandsfähigkeit unsere Instrumente, die zur Erforschung dieser Tiefen dienen sollen, haben müssen.

Temperatur. Doch das Leben, so wie wir es bei uns kennen, erscheint in den Wassermassen der Meere vereinfacht infolge einer viel weniger variablen Verteilung der Temperatur, die von einigen hundert Metern unter der Meeresoberfläche abwärts fast unveränderlich ist. Immerhin sinkt sie mit wachsender Tiefe, zuerst rasch, dann immer langsamer und langsamer, je mehr man in die großen Tiefen hinabsteigt. In 5000 m Tiefe nähert sie sich 1° C. Der Grund dieser Abnahme liegt darin, daß die von der Sonne erwärmten Wassermassen wegen ihrer geringeren Dichte auf den kälteren schwimmen, während die in den polaren Regionen abgekühlten Gewässer wegen ihrer größeren Dichte zur Tiefe sinken. Die Richtigkeit dieser Theorie beweist die Tatsache, daß das polarkalte Wasser in solche tiefe Becken nicht eindringt, die vom Ozean durch unterseeische Schwellen getrennt sind. So beträgt die Wassertemperatur in 4000 m Tiefe im Mittelländischen Meere, das vom Ozean durch eine fast bis zur Meeresoberfläche emporsteigende Schwelle getrennt ist, 13° C. Die Kenntnis dieser Tatsache hat mir seinerzeit erlaubt, im Bereich der Erhebung der Azorischen Inseln aus einer einzigen Lotung auf die Existenz eines ausgedehnten submarinen Kraters zu schließen. Die Beobachtung ergab in 3000 m Tiefe eine Temperatur von 5° , während einer solchen Tiefe im offenen Ozean normalerweise eine Temperatur von 3° entsprach. Ich schloß daher, daß jene 5° ein Becken anzeigen, das von den umgebenden Wassermassen des Ozeans durch eine bis 1500 m emporsteigende Schwelle getrennt ist. In dieser Tiefe findet man nämlich im Mittel eine Temperatur von 5° . Einige spätere Lotungen bestätigten diesen Schluß.

Gas- und Salzgehalt. Die Feststellung der im Meerwasser gelösten Gase, ferner des Gehaltes an Salz sowie an anderen gelösten oder suspendierten Körpern verlangte ein eingehendes Studium. In verschiedenen Ländern ausgeführte Forschungen haben teilweise Licht auf diese Frage geworfen; man weiß heute,

daß das Wasser der Ozeane fast alle bekannten Körper enthält, daß aber Kochsalz und Calciumverbindungen vorherrschen. Das Vorkommen der Mineralien erklärt sich dadurch, daß die Brandung und der Wind sie vom Festland losreißen und in das große allgemeine Reservoir hinaustragen, als das sich das Meer darstellt.

Strömungen. Eine gewaltige Kraft herrscht im Meere, indem sie bedeutungsvolle Wirkungen auf die Verteilung der Wassertemperatur und auf den Transport der in allen Tiefen suspendierten Materialien ausübt; es sind die Meeresströmungen, die in gar verschiedenem Sinn und manchesmal geradezu als gewaltige Flüsse das Meer durchziehen. Eine der mächtigsten ist der Golfstrom, der aus mehreren Zuflüssen an der amerikanischen Seite des Nordatlantischen Ozeans entsteht, den ganzen Ozean quert und so den europäischen Küsten ausreichend Wärme bringt, um ihr Klima erheblich zu mildern.

Untersuchungen dieser Meeresströmung waren es, mit denen ich 1885 meine Laufbahn als Ozeanograph begann. Ich warf damals nach wissenschaftlichen Prinzipien gebaute Schwimmkörper, im ganzen 1675 an der Zahl, entlang mehrerer Linien zwischen Amerika und Europa aus. Jeder enthielt eine verlötete Glasröhre mit einem in mehreren Sprachen abgefaßten Schriftstück, in dem der Finder gebeten wurde, das Schriftstück mit Angabe des Ortes und des Datums des Fundes mir senden zu wollen.

Ich habe von diesen Schwimmkörpern 16% zurückerhalten. Ein großer Teil derer, die in der Nachbarschaft der Neuen Welt ausgeworfen worden waren, hatte sich längs der Küste von Europa bis Gibraltar sowie an der afrikanischen Küste bis zu den Canarischen Inseln und bis zum Kap Verde hin zerstreut. Später fand man andere der Schwimmkörper im Bereich der Antillen und an den Küsten von Zentralamerika. Kurz, indem ich das Nacheinander des Eintreffens und die Dauer der Reise der Schwimmkörper in Rücksicht zog, vermochte ich auf einer Karte den großen Wirbel darzustellen, den jene Strömung beschreibt, und sogar annähernd die Geschwindigkeit anzugeben, die sie in verschiedenen ihrer Teile besitzt. Die Schwimmkörper, die für diesen Versuch benutzt wurden, dessen brauchbarer Teil sich über 4 oder 5 Jahre erstreckte, waren gut konstruiert; denn es geschieht heute noch von Zeit zu Zeit, daß man einen solchen Schwimmkörper findet, der sich seit 27 Jahren auf dem Meere umhergetrieben hat. Hier handelte es sich um Oberflächenströmungen; doch auch die Ge-

wässer der Tiefen des Meeres unterliegen Strömungen, die jedoch infolge der geringeren Wirksamkeit der Ursachen, die sie hervorgerufen, sehr schwach sind. Ihre Langsamkeit scheint mit wachsender Tiefe zuzunehmen und die Bewegung beträgt in den ganz großen Tiefen nur einige Meter in 24 Stunden.

Ich habe während mehrerer meiner Fahrten viel Mühe der sehr schwierigen Untersuchung dieser Strömungen nach der Methode von Professor Thoulet gewidmet. Sie gibt Resultate, indem sie gestattet, die Temperatur- und die Dichtebestimmungen mit einander zu vergleichen, die von der Oberfläche bis zum Grunde in Intervallen entlang dreier vertikaler Linien gewonnen werden, die mindestens 60 Meilen von einander entfernt sind und in ihrer Lage ein Dreieck bilden. Diese langwierige und langweilige Arbeit dauert gelegentlich eine Woche; denn man muß die Zahl der Beobachtungen zwischen Oberfläche und Grund vervielfachen. Ich habe sie bis 5943 m angewendet.

Licht. Nach und nach haben wir einige Vorstellungen über die Anwesenheit von Licht in den Tiefen gewonnen. Das Sonnenlicht läßt sich durch seine chemische Einwirkung mit unseren heutigen Mitteln nur einige hundert Meter tief ins Meer hinein verfolgen; doch kennen wir eine große Zahl von Tieren, die spezielle Organe besitzen, mit deren Hilfe sie das für sie notwendige Licht erzeugen. Es ist daher sicher, daß sich auch in den größten Tiefen optische Erscheinungen von der Art abspielen, wie wir sie mit unseren Augen wahrnehmen, allerdings sicher nicht mit der Intensität, wie sie das Sonnenlicht charakterisiert, sondern nur in dem Umfang, wie ihn die Aufspeicherung und Wiederausendung dieses Lichtes durch eine physiologische Disposition möglich macht.

Andererseits komplizieren gewisse Eigentümlichkeiten in dem anatomischen Bau von Tieren, die neuerdings durch unsere Forschungen im Tiefseewasser entdeckt wurden, unsere Anschauungen vom Sehvermögen mancher dieser Lebewesen. In der Tat, was muß man von den Lichtempfindungen von Fischen oder Cephalopoden denken, die mit leuchtenden Organen begabt sind, welche rings um sie einen verschiedenfarbigen Schimmer verbreiten!

Biologische Ozeanographie. Ausgehend von diesen summarischen Darlegungen der Ozeanographie im engeren Sinne des Wortes können wir nun in summarischer Weise auch an die Fragen der biologischen Ozeanographie mit der Möglichkeit heran-

treten, die Bedeutung der Probleme, die sie darbietet, und den Wert der Lehren, die sie uns gibt, zu erfassen.

In einem Medium, das in bezug auf den Mechanismus des Lebens grundverschieden von dem ist, in dem wir leben, und ohne daß die Grundelemente des Lebens sich geändert hätten, sind seit Millionen von Jahren Lebewesen aufeinander gefolgt, die ihre Organe den Veränderungen angepaßt haben, welche dieses Medium erlitt. Sie haben ihre Lebenskraft zahllosen Formen vererbt, beginnend von der ersten lebenden Zelle aufsteigend bis zum menschlichen Organismus. Diese Lebenskraft, das ist das große Problem, dessen Lösung den Geist erleuchteter Menschen gefangen nimmt; dieses Problem ist es, das uns am meisten in der Erkenntnis unserer selbst und in der Aufstellung einer Philosophie und einer Moral konform der wissenschaftlichen Überlegung interessiert.

Man kann heute sagen: Seitdem der Mann der Wissenschaft, gestützt auf die Lehren der Ozeanographie im engeren Sinne, in das Gebiet der marinen Biologie einzudringen sucht, seitdem eröffnet ihm der Mechanismus der letzteren völlig neue Gesichtspunkte über die Ursprünge des Lebens und sein Geist folgt, um der Entwicklung der Lebewesen durch die Zeitalter der Erde nachzugehen, getrost dem von Lamarck und Darwin bezeichneten Wege.

Da entdeckt man zunächst, sobald man die Oberfläche des Ozeans und die derselben benachbarten Wasserschichten untersucht, eine Fülle des Lebens, die derjenigen an der Oberfläche des Landes weit überlegen ist. Und wenn man bedenkt, daß in allen Niveaus bis zum Grunde der ungeheuren Wassermassen mehr oder weniger zahlreiche Lebewesen vorhanden sind, während die Lufthülle der Erde nur in einem einzigen Niveau, nämlich nur an der Oberfläche des festen Bodens solche aufweist, wenn man die unendliche Mannigfaltigkeit ihrer ineinander übergehenden Formen ins Auge faßt, dann ahnt man, daß das Meer für den Vorgang der Auswahl und für die Entwicklung der ersten Organismen ein passendes Milieu abgegeben haben kann — als die Wiege des Lebens.

So erklärt sich, da man auch die Bedingungen kennt, unter denen sich die Abkühlung der Erdkruste vollzog, die spätere Besiedlung der Kontinente durch gewisse Organismen, die die nötige Anpassungsfähigkeit besaßen und, nach und nach dem flüssigen Medium entsteigend, imstande waren, unter dem Einfluß der

atmosphärischen Kräfte sich der Wirksamkeit der Gesetze zu unterwerfen, die die Arten umformen. Da wird man sich nicht wundern, in der ganzen Reihe der Organismen Gruppen zu finden, wie die Cetaceen oder die Pinnipedier, die an der Grenze des Lebens im Wasser und an der Luft stehen geblieben sind.

Lassen Sie das Senkblei Ihres Geistes die Tiefen der Zeiten loten, die zur Vollendung dieses Wunderwerkes nötig gewesen sind, dann wird er zurückkehren, erschüttert durch die neue Größe, die die Geschichte des organischen Lebens vor ihm gewinnt, wenn er keinen anderen Führer zur Erforschung dieser unbekanntem Reiche des Weltalls hat, als die Naturwissenschaft.

Die Meerestiere sind in ihrem Medium entsprechend der Adaptierung ihrer Organe an die physikalischen und chemischen Verhältnisse verbreitet, die ich oben in ihren Hauptzügen geschildert habe. Sie lassen sich in drei Gruppen teilen: die Bewohner der Oberfläche, sogenannte pelagische Tiere, die, den wechselnden Einflüssen der Meeresströmungen und der Temperatur unterworfen, größtenteils Wanderer sind; die Bewohner der mittleren Regionen, die bisher noch wenig bekannt sind und als bathypelagisch bezeichnet werden; endlich die Bewohner des Meeresgrundes selbst. Die Angehörigen der beiden letzten Gruppen sind zu einem recht düsteren Dasein verurteilt; denn sie sind in die Tiefen unterhalb der ersten paar hundert Meter des Meeres verbannt, wo die physikalischen und chemischen Bedingungen fast vollkommen unveränderlich sind. Endlich gibt es Tiere, die im Larvenstadium wechselnde Tiefen aufsuchen, von den größten Tiefen bis zur Oberfläche. Die Velellen, jene gallertartigen Organismen, die im Frühjahr von einem Tage zum anderen an gewissen Punkten des Mittelmeeres in Schwärmen von mehreren Kilometern Länge auftreten, scheinen dieser Kategorie anzugehören. Doch gibt es auch Tiere, die in diesem Medium, verfrachtet von den Kräften des Meeres, umhertreiben, bis eine zufällige Ortsveränderung ihnen die Bedingungen für eine definitive Transformation liefert. So treffen wir oft mitten im Ozean die Larvenform der Languste; diese eigenartige Larve setzt ihre Entwicklung bis zu ihrer endgültigen Bestimmung nicht eher fort, als bis die Meeresströmungen sie eines Tages an eine günstige Küste getragen haben. Die Temperatur scheint unter den physikalischen Faktoren den größten Einfluß auf die Meeresorganismen zu besitzen; wir treffen viele Arten in ihrer Verbreitung durch eine Isotherme bestimmt und

nicht durch eine Isotherme: man begegnet ihnen in niederen Breiten nur in bedeutenden Tiefen, während sie in den Eismeerern geringe Tiefen bewohnen. Die Temperatur wirkt also auf diese Arten viel mächtiger ein als der Druck oder das Licht. Im Mittelmeer, wo die Temperatur von 400 m abwärts bis zum Grunde sich auf 13° erhält, ist die vertikale Anordnung der Arten viel weniger ausgesprochen als in den Ozeanen, wo die Temperatur mit wachsender Tiefe abnimmt. Ich habe sogar bei mehreren Arten, so bei einem Hai (*Centrophorus squamosus*) und bei einem Kruster (*Acanthephyra pulchra*), festgestellt, daß sie, nachdem sie aus einer Tiefe von 2000 oder 3000 m emporgeholt worden waren, noch einige Zeit in einem Aquarium leben konnten; doch scheinen dabei die Tiere in der Erhaltung ihres Gleichgewichtes teilweise behindert zu sein; sie schwimmen auf der Seite oder auf dem Rücken. Dieses Gebrechen entsteht durch zwei Ursachen: einerseits stört die Ausdehnung der in den Organen oder Geweben enthaltenen Gase mechanisch das Gleichgewicht und andererseits preßt sie die Nervenstränge, die infolgedessen Lähmungserscheinungen zeigen. Man beobachtet ähnliche Zufälle bei Menschen, die in gewisse Tiefen des Meeres tauchen, ohne besondere Vorsichtsmaßregeln zum Auftauchen zu treffen.

Plankton. Es ist hier der Platz, einer Fauna zu gedenken, die unter dem Namen Plankton bekannt ist, animalischer Staub, der, mehr oder minder dicht, von der Oberfläche bis zu einer Tiefe von 400 oder 500 m im Meerwasser flottiert und, abgesehen von der Fähigkeit einer geringen Ortsveränderung in der Vertikalen, infolge seiner Schwäche oder seiner geringen Größe ohne Kampf ein Spiel der Strömung und der Windstöße ist. Diese Masse, die aus Eiern, aus Larven und aus entwickelten Tieren besteht, die, in kleinsten Dimensionen auftretend, eine große Zahl von Tierfamilien repräsentieren, enthält auch Algen. Sie wird uns vielleicht eines Tages etwas über die Geheimnisse sagen, die den Ursprung des Lebens umhüllen; denn sie scheint sich zusammen mit der Welt der Mikroben auf der tiefsten Stufe der organischen Entwicklung in den Ozeanen zu befinden.

Das Plankton bildet die Nahrung einer Fülle von kleinen und mittelgroßen Fischen; diese wiederum werden die Beute stärkerer Tiere, welche ihrerseits durch das Plankton in einfache Elemente übergeführt werden. Betrachten wir die Peridineen, die zu den kleinsten Organismen des Planktons gehören: wir finden deren bis

zu 20 Millionen im Darm einer Sardine; und wenn wir, wie dies oft geschieht, einen Schwarm von Sardinen treffen, der eine Fläche von der Größe einer Provinz einnimmt, dann sehen wir große Fische, so vor allem Thunfische, sich von den erbeuteten kleineren nähren; aber auch sie werden von noch stärkeren Tieren gefressen. Die Körper der Riesen endlich, welche durch Größe und Kraft die Welt des Meeres beherrschen, werden wiederum vom Plankton verzehrt, sobald das Alter ihre Widerstandsfähigkeit ausreichend geschwächt und ihre Lebenskraft vermindert hat. Bei einem Tier aber, dem Walfisch, sehen wir die Glieder des Zyklus auf die beiden äußersten beschränkt. Alle Vermittler fehlen; denn dieses Tier, eines der größten des Meeres, nährt sich direkt und einzig vom Plankton.

Bakteriologie. Während mehrerer meiner Fahrten hat ein gelehrter Bakteriologe, Dr. Portier, die Bakteriologie des Meerwassers mit Hilfe von Instrumenten studiert, die, in meinem Laboratorium konstruiert, gestatten, aus allen Tiefen Wasserproben unter Vermeidung jeglicher Berührung, die eine Fehlerquelle bedingen würde, zu entnehmen. Die gewonnenen Resultate zeigen folgende allgemeine Züge: In der Nähe der Küsten ist die Zahl der Bakterien bedeutend (Hunderte oder gar Tausende im Kubikzentimeter). Gegen die hohe See hin nimmt die Zahl rasch ab und weit von der Küste entfernt sind Bakterien eher selten, auch hier aber stets am häufigsten in der Nähe der Oberfläche (einzelne bis Hunderte im Kubikzentimeter). Sie nehmen gegen die Tiefe hin rasch ab und oft trifft man in 1000 m Tiefe in 30 cm³ Wasser keine einzige Bakterie.

Doch gibt es Ausnahmen und auch das Wasser der größten Tiefen kann bis zu mehreren Einheiten Bakterien im Kubikzentimeter enthalten. Das erklärt sich daraus, daß die Zahl der Bakterien im direkten Verhältnis zu der Intensität des Lebens steht: Es steht fest, daß sich diese Organismen dort reichlich entwickeln, wo sie auf Kadavern oder Exkreten eine Arbeit zu verrichten haben: daher ist an der Oberfläche das Plankton am reichsten vertreten.

Es wäre am Platze, gegenwärtig die Physiologie der marinen Bakterien zu studieren, deren Rolle, die wir heute schon ahnen können, eine hervorragende zu sein scheint. Hier nur eine kurze Andeutung. Die Ausscheidungen der Landtiere werden, nachdem sie durch gewisse Bakterien in einfachere Verbindungen übergeführt worden sind, durch die grünen Pflanzen aufgenommen,

die mittelst der Chlorophyll-Assimilation auch Kohlenstoff in den Kreislauf des Lebens eintreten lassen.

In dem Medium des Meeres scheint dieses Chlorophyllstadium des Kreislaufs des Lebens der Materie zu fehlen, da die Pflanzenwelt hier ganz verschwindend ist. Es ist daher fast sicher, daß die marinen Bakterien mit der Umwandlung des Stickstoffes und des Kohlenstoffes eine sehr bedeutungsvolle Arbeit leisten.

Physiologie. Die Physiologie der marinen Lebewesen weist den Forschungen der Ozeanographen Tatsachen auf, die gestatten, ihr ein ganz spezielles Interesse und ein ganz neues Gebiet zuzuschreiben. Ich will hier nur einige unserer Beobachtungen erwähnen, die die große Bedeutung zeigen, die dieses Kapitel der Ozeanographie gewinnen kann. Doch gibt es viele andere solche Beobachtungen, die schon der Gegenstand schöner Untersuchungen in den fast überall in Europa und Amerika errichteten Laboratorien gewesen sind.

Hypnotoxin. Ein französischer Gelehrter, Dr. Charles Richet, hat zusammen mit Dr. Portier, einem meiner Mitarbeiter, in meinem Laboratorium eine hochinteressante Untersuchung über verschiedene Toxine durchgeführt, mit denen die Gruppe der Coelenteraten ausgestattet ist und deren sie sich zum Angriffe wie zur Verteidigung bedient. Die Coelenteraten sind Lebewesen, die mit Tentakeln versehen sind und entweder in festsitzenden Kolonien, wie die Korallen, oder in flottierenden Kolonien, wie die Siphonophoren, zusammenleben. Ein Beutetier, selbst ein recht großer Fisch, der sich in die Nachbarschaft eines Siphonophoren wagt und eines der Tentakeln berührt, wird sofort gelähmt; andere Organe der Kolonie ergreifen dann Besitz von seinem Muskelgewebe. Die mikroskopische Untersuchung der Tentakel oder Fangfäden, die diese furchtbare Waffe bilden, zeigt, daß sie eine große Zahl von kleinen Organen tragen, die Nematozysten genannt werden. Es sind das Bläschen, gefüllt mit einer giftigen Flüssigkeit, in der ein kapillarer Faden, der innen hohl, außen aber behaart ist, in sich selbst zusammengerollt ruht. Sobald ein Tentakel die Berührung mit dem Gewebe einer Beute spürt, schleudert die Nematozyste auf den Befehl des Nervensystems die Kapillarröhre aus, welche in jenes Gewebe eindringt und hier das Gift des Bläschens ausspritzt.

Eine kleine starre Faser, die sich an der Seite der Kapsel befindet, „Cnidocil“ genannt wird und mit einer großen Empfind-

lichkeit begabt ist, gestattet dadurch, daß sie eine Beute von einem anderen schwimmenden Gegenstande unterscheidet, dem Organ nützlich zu funktionieren.

Die Untersuchung der fraglichen Substanz durch die Herren Richet und Portier hat ihr den Namen Hypnotoxin eingebracht, der genau ihre Wirksamkeit ausdrückt. In der Tat, wenn man in die Brustmuskeln einer Taube oder einer Ente ein Kubikzentimeter der Lösung einspritzt, zeigt der Vogel zuerst etwas Aufregung, rollt sich aber gar bald zu einer Kugel zusammen, schließt die Augen und schläft ein. Der Muskelsinn bleibt jedoch bestehen, wenn auch die Empfindlichkeit für Schmerz vollständig geschwunden ist. So bleibt eine Taube, die diesem Experiment unterworfen wird, trotz des Rollens des Schiffes vollkommen im Gleichgewichte auf dem Stabe sitzen. Ein anderes dieser Tiere wurde mit einem Papagei in Freiheit zusammengebracht; man fand den letzteren beschäftigt, mit seinem Schnabel der Taube den Schädel zu zerhacken, ohne daß sie irgend dagegen protestiert hätte.

Sofern nicht die eingespritzte Dosis von Hypnotoxin ein gewisses Maß überstiegen hat, nimmt das Versuchstier nach etwa 12 Stunden sein normales Leben wieder auf. Andernfalls fällt es bald in unüberwindlichem Schlaf zur Erde und stirbt an Erstickung.

Arsenik. Unter den Gelehrten, die ihre Arbeiten im Zusammenhänge mit meinen ozeanographischen Untersuchungen angestellt haben, haben die Herren Armand Gautier, Mitglied des Institutes, und Gabriel Bertrand, Chef d'étude am Pasteurschen Institut, versucht, die normale Anwesenheit von Arsenik in den tierischen Geweben festzustellen.

Herr Bertrand hat an einer Fahrt auf meinem Schiffe teilgenommen, um mit Hilfe des von ihm vervollkommenen Apparates von Marsh diese Tatsache wieder nachzuweisen, indem er dazu Tiere benützte, die möglichst weit von der Küste oder in sehr großen Tiefen, stets fern von allen Einflüssen, die imstande gewesen wären, die Schlüsse zu fälschen, gefangen worden waren.

Nachdem Herr Bertrand den Apparat von Marsh empfindlich genug gemacht hatte, um die Anwesenheit von einem halben Milligramm Arsenik nachzuweisen, vermochte er Tiere zu untersuchen, die ich ihm aus 3000 oder 4000 m Tiefe, aus dem Eise des Polarmeeres oder aus 2000 m Höhe von Inseln mitten im Ozean verschaffte. Stets konnte er die Anwesenheit von Arsenik

in mehreren Organen der Versuchsobjekte nachweisen. Die Frage hat ein besonderes Interesse im Hinblick auf die Therapeutik und ein anderes vielleicht noch größeres in gerichtlicher Hinsicht; denn die Unkenntnis der fraglichen Tatsache hat mehr als einmal die Verurteilung eines Unglücklichen veranlaßt, weil man Arsenik in den Organen eines Toten fand, an dessen Hinscheiden jener ein Interesse haben konnte.

Künstliches Serum. Die Ozeanographie schließt fraglos noch viele andere Geheimnisse in sich, die für die Physiologie des Menschen interessant sind; ich will hier nur noch die neuerdings aufgekommene Verwendung von Meerwasser oder Salzwasser für intramuskuläre Injektionen erwähnen. Dieses künstliche Serum gibt ausgezeichnete Resultate für die Belebung von in tiefem Kräfteverfall befindlichen Lebewesen. Man erzählt von einem Fall, daß ein Hund, dem man das Blut abgezapft hatte, durch eine große Injektion von Meerwasser auf die Beine gebracht werden konnte. Unser an das Leben auf dem Lande angepaßter Organismus verlangt also auch heute noch, daß die ihn aufbauenden Zellen von einer Flüssigkeit befeuchtet werden, die dem Meerwasser sehr ähnlich ist. Man kann in dieser Tatsache eine Erinnerung an die primitiven Quellen des Lebens ahnen, einen neuen Hinweis auf den marinen Ursprung der organischen Welt. Andere Symptome stellen, wie ich schon gesagt habe, ein geheimnisvolles Band zwischen mehreren wichtigen Tiergruppen und dem Ozean her, als wenn das Meer für jene in weiter Vergangenheit die Heimat gewesen wäre. Viele Landtiere verzehren gierig das Salz, das sie finden; die Menschen schätzen es hoch, und selbst diejenigen, die durch ihre Wanderungen seit vielen Generationen in sehr große Entfernung vom Meere verbannt worden sind, streiten sich um das Salz, das die Reisenden ihnen bringen.

Orientierung. Eine andere Eigentümlichkeit auf dem Gebiete der Physiologie verdient gleichfalls im Zusammenhange mit der Ozeanographie eine Erwähnung. Sie betrifft die Orientierungsfähigkeit bei den Meerestieren, die sie in viel größerem Maße zu besitzen scheinen als die Landtiere; denn in der relativen Dunkelheit des flüssigen Mediums gibt es keine Merkzeichen, die imstande wären, ihren Gesichtssinn zu leiten. Wir sehen z. B., wie sich die Individuen einer Schar von Walen, welche auf der Jagd nach Beute sich über eine Strecke von mehreren Kilometern zerstreut hatten, doch rasch wieder zusammenfinden, wenn es gilt, die Reise

fortzusetzen. Kürzlich verfolgte ich mit meinem Schiffe einen Walfisch der Art *Balenoptera musculus*, der mit Überlegung in einer bestimmten Richtung zu schwimmen schien. Nachdem ich während 6 Stunden sein Auftauchen an die Oberfläche zum Atemholen scharf beobachtet hatte, stellte ich fest, daß dieser Walfisch auf einer Strecke von 40 Kilometern nicht mehr als 2 oder 3 Grad von der eingeschlagenen Richtung abgewichen war.

Wanderung der Landtiere. Die Meeresforschung hat vor zwei Jahren ein helles Licht auf das Problem der geographischen Verbreitung gewisser Tiere geworfen, die als Zeitgenossen des prähistorischen Menschen lebten und durch meine Ausgrabungen in den Höhlen „Baus Rous“ bei Mentone entdeckt wurden. Wie soll man in diesem hohen Gebirge die Anwesenheit von Tieren, wie Elefanten, Nashörnern und Nilpferden erklären, die ausschließlich der Ebene angehören? Lotungen, die ich von meinem Schiffe aus von der Küste bis auf eine Entfernung von 5 oder 6 Kilometern in das offene Meer hinaus anstellen ließ, lieferten den Schlüssel des Geheimnisses. Es hat hier einst eine Ebene bestanden, die sich am Fuße dieses Gebirges ausdehnte, so daß die Meeresküste viel weiter im Süden verlief; und der Beweis für eine solche einstige Gestaltung der Örtlichkeit wird durch die Tatsache geliefert, daß wir bis weit hinaus in die hohe See unter dem heutigen Meere die Verlängerung des Bettes des Flusses La Roya verfolgen konnten. Die Ebene, eine Art von Terrasse, die sich dem Fuße des hohen Gebirges entlang zog, erstreckte sich in den Golf von Genua hinein, verlief entlang der Küste von Italien nach Süden und verband so den Norden Afrikas mit Ligurien und der Provence. Das war der Weg, dem die großen Dickhäuter folgen konnten, um sich in das heute unter Wasser stehende Gebiet zu verbreiten, für das eine Reihe von Höhlen, welche sich heute etwa 20 m über dem Meeresspiegel befinden, gleichsam eine abgesteckte Markierung am Fuße des Gebirges darstellen.

Meteorologie der oberen Luftschichten. Vor einer Reihe von Jahren habe ich in das Programm meiner ozeanographischen Studien meteorologische Untersuchungen der oberen Schichten der Atmosphäre von einer neuen Art aufgenommen; ich habe das getan, weil sich die Gebiete der Ozeanographie und Meteorologie gegenseitig durchdringen. So wurden von meinem Schiffe aus, unter Mitwirkung von Prof. Hergesell aus Straßburg, zum ersten

Male vom Ozean aus in die oberen Schichten der Atmosphäre Drachen steigen gelassen, ferner Ballons sondes (Ballons mit Registrierapparaten) und Pilotballons, während bisher alle diese Methoden nur auf dem Festlande in Gebrauch gewesen waren. Nach den zahlreichen Erfahrungen, die wir von der Breite der Canarischen Inseln bis zu 80° Nord im Norden von Spitzbergen gewonnen haben, können wir heute unsere Instrumente in Höhen bis 20.000 m herum emporsenden und vermöge unserer Berechnung finden wir sie bei klarem Wetter mit Zuverlässigkeit wieder, in welcher Entfernung von uns sie auch ins Meer gefallen sein mögen. Wir beobachteten sogar Pilotballons bis zu einer Höhe von 25.000 m.

Geologie. Eines der interessantesten Kapitel der Ozeanographie betrifft das Studium des Meergrundes, lehrt es uns doch, indem es uns die Art und Weise seiner Bildung vorführt, vieles über die Entstehung der Kontinente, die ja auch einstmals vom Meer bedeckt gewesen sind. Besondere Instrumente, die am Ende unserer Lotleine funktionieren, gestatten uns, Proben der schlammigen oder sandigen Ablagerungen, die sich aufeinander schichten, emporzuheben, wobei deren Schichtung in einzelnen Fällen erhalten bleibt. Es ist eine 2 m lange Röhre, welche sich in den lockeren Grund einbohrt und in der ein zylindrischer Ausschnitt des Grundmaterials aufgenommen wird, sofern es sich um einen ausreichend plastischen Schlamm handelt. Oder es ist ein Greifer, bestehend aus zwei einander kreuzenden hohlen Schaufeln, die durch ein Gelenk verbunden sind und die in dem Momente zusammenschnappen, wenn sie den Boden berühren, dabei das lose, nicht plastische Material des Grundes wie Sand und Kies ergreifend.

Nach den bemerkenswerten Studien Prof. Thoulets über die Verschleppung und Verteilung der durch das Meer und den Winden Küstenregionen entnommenen oder durch die Flüsse aus dem Innern der Kontinente herausgeführten Materialien wissen wir, wie diese durch die Meeresströmungen, durch den Wind oder das Eis mehr oder minder weit in die hohe See hinaus verfrachtet und geographisch verteilt werden. Wir wissen auch, wie sich auf dem Meeresgrunde fernab von den Landmassen und ihren Einflüssen Schlamm bildet, ausschließlich entstanden durch die Zersetzung oder Zerkleinerung der Organismen, die, oft in kompakten Massen, in allen Tiefen des Ozeans, besonders aber in den oberen 400 Me-

tern verbreitet sind. Das Schauspiel dieser heute sich vollziehenden Arbeit der Meere wirft ein wachsendes Licht auf die frühere Bildung der Schichtgesteine, auf denen wir heute wandeln.

Hydrographie und Topographie. Während ich in den Jahren 1906 und 1907 Forschungen dieser Art in den Polarregionen oblag, führte ich mit meinem Schiff hydrographische Arbeiten an der Nord- und Westküste von Spitzbergen aus, um ein Unternehmen gleicher Art fortzusetzen, das ich 1899 begonnen hatte. Unter anderem schickte ich eine Kolonne von Norwegern unter der Leitung von Kapitän Isachsen und Leutnant Staxrud aus, um das Innere der Gegend in geologischer und botanischer Hinsicht zu erforschen und eine Karte zu entwerfen. Die durch ihren Mut und ihre Energie ausgezeichneten Forscher haben das Arbeitsprogramm durchgeführt. Sie haben dabei im Jahre 1906 in diesem vollkommen unbekanntem Gebiet, das fast ganz mit Gletschern bedeckt ist, 1000 km zurückgelegt. Unter ihnen befand sich 1905 — zweifellos zum ersten Male in der Geschichte der arktischen Regionen — eine Frau, die Botanikerin Dieset von der Universität Kristiania. Sie zeigte während des ganzen sehr harten Lebens der Expedition große wissenschaftliche Aufopferung, gestützt auf moralische und physische Kräfte, auf die ein Mann stolz sein könnte.

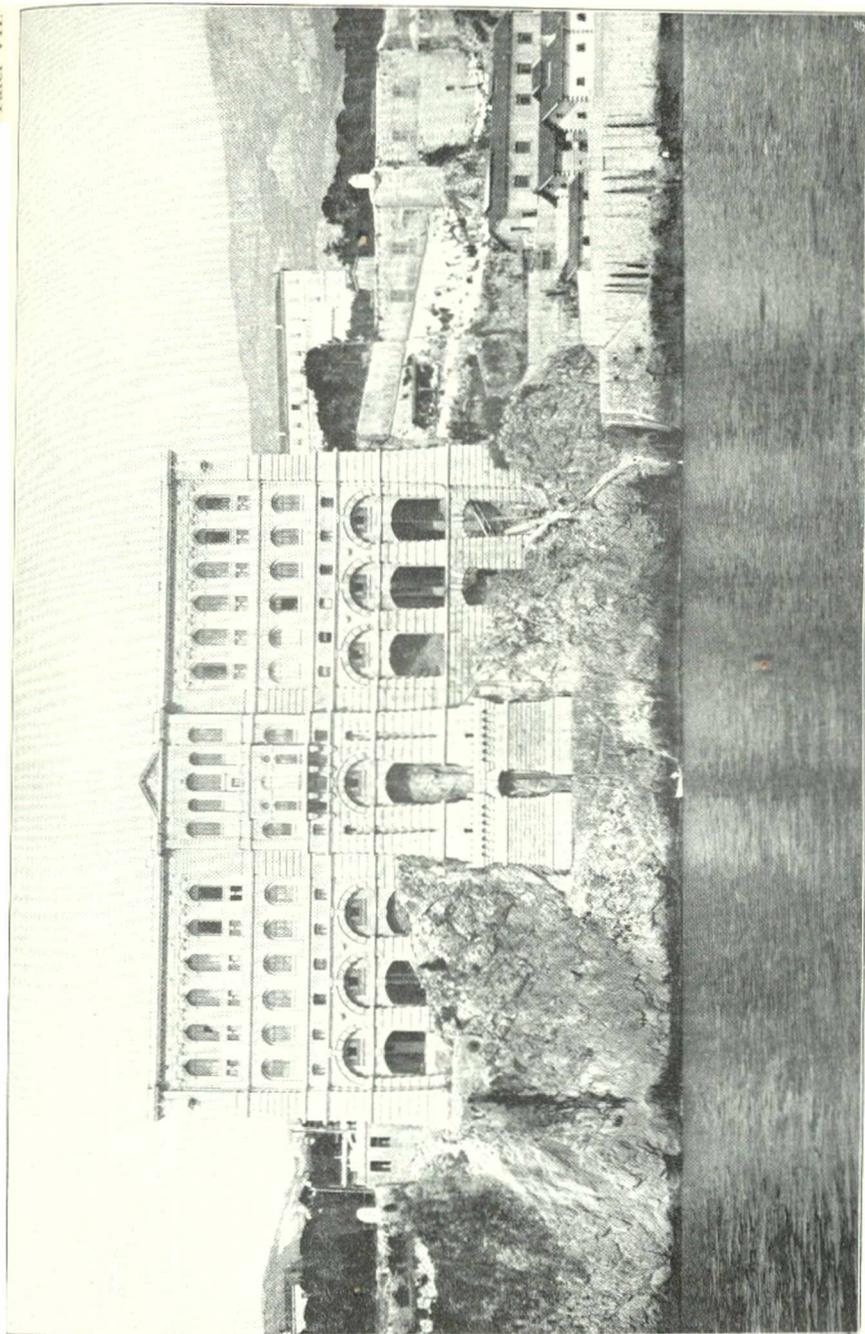
Gegenwärtig ist die Karte für das Gebiet zwischen der Smerenburgbucht und der Wood-Bai sowie zwischen Kap Vogel auf dem Foreland und dem Dreikronengebirge fertig. Die erreichten Höhen übersteigen 800 m. Angewendet wurden die Methoden der Triangulation mit dem Theodoliten und die der Photogrammetrie. Auf diese Weise gewann man gleichzeitig die Elemente für die Konstruktion und Kontrolle der Karte und ein Bild des untersuchten Landes.

Schluß. Die Ergebnisse der ozeanographischen Arbeiten, die in dieser Weise seit 25 Jahren ohne Unterbrechung unter Mitwirkung von etwa 40 Gelehrten verschiedenster Nationalität verfolgt wurden, verlangten eine Zentralisation und Konzentration, welche für die neue Wissenschaft der Ozeanographie eine feste Grundlage bilden sollten, auf der die Aufgaben der Zukunft aufgebaut werden können. Zu diesem Zwecke habe ich vor acht Jahren die Konstruktion einer Tiefenkarte aller Meere der Erde begonnen, die die sicheren Informationen zusammenträgt, welche bis jetzt durch die der Wissenschaft mehr oder weniger nahe-

stehenden Seefahrer oder durch große Menschenwerke gewonnen worden sind. Diese Arbeit zeigt schon für mehrere Regionen der Erde in klarer Weise die Formen des submarinen Reliefs. Andere Karten sollen folgen, die durch Kurven die hauptsächlich chemischen und physikalischen Vorgänge darstellen werden, deren Schauplatz die Ozeane sind, und endlich wieder andere, die erlauben werden, die Äußerungen des Lebens im Schoße des Meeres zusammenzufassen.

Aber ich wollte auch der Ozeanographie ein internationales Heim geben, das im Verhältnis zur großen Flügelweite ihrer Rolle im Fortschritt der menschlichen Erkenntnis steht, und zugleich ein verbindendes Zentrum schaffen, wo die Diener der Wissenschaft, die auch die Diener der Wahrheit sind, ihre Kräfte vereinigen und neue Waffen finden können, um gemeinsam die Widerstände zu bekämpfen, die die Unwissenheit und der Aberglaube der Vergangenheit, ebenso wie die Blindheit der brutalen Revolutionen vervielfacht vor dem Fortschritt des Gedankens aufsteigen lassen. Ich gründete das ozeanographische Institut, wo die Gelehrten aller Nationen, ihre Anstrengungen vereinigend, arbeiten können. Die Laboratorien mit dem Museum befinden sich in Monaco in einem Palast, der der intellektuellen Menschheit würdig ist. Das Zentrum, das zur Verbreitung dieser neuartigen Pflege der Wissenschaft nötig ist, ist in Paris, innerhalb der Welt der Universität.

So gibt es dort heute, angesichts des großen Meeres, dessen Tiefe das Leben gebar und dessen Oberfläche die Unendlichkeit des Weltalls widerspiegelt, eine Heimstätte für die Arbeiter, welche sich, vollständig unabhängig in ihren Konzeptionen, durch die Forschung über die nichtigen, aus dem primitiven Kampf ums Dasein hervorgegangenen Streitigkeiten erheben wollen.



Gilletta phot. (Autorrecht des Ozeanographischen Museums.)

Das ozeanographische Museum in Monaco von der Seeseite.

Mitteilungen der k. k. Geographischen Gesellschaft in Wien, 55. Band, 1912, Heft 5 u. 6.



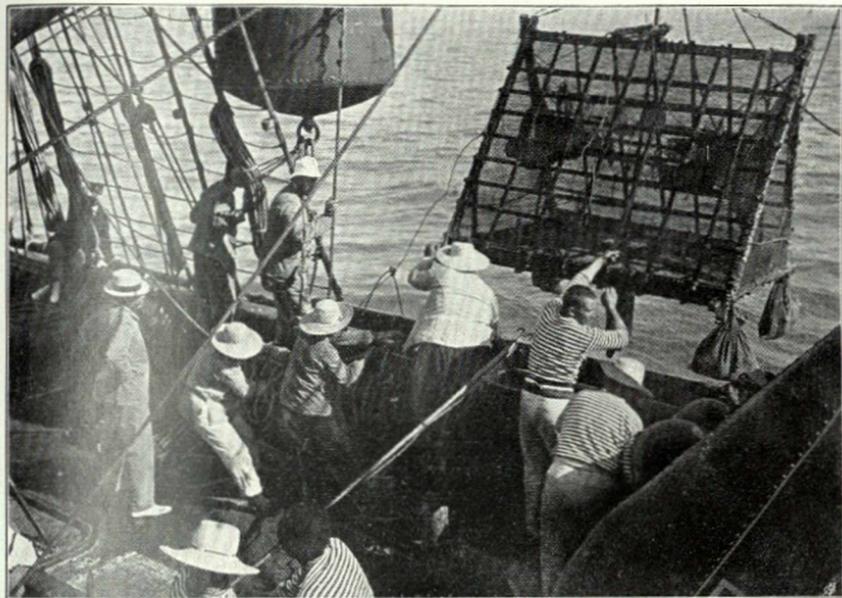
Bourée phot.

Die Yacht „Princesse Alice II“ im Hafen von Monaco.



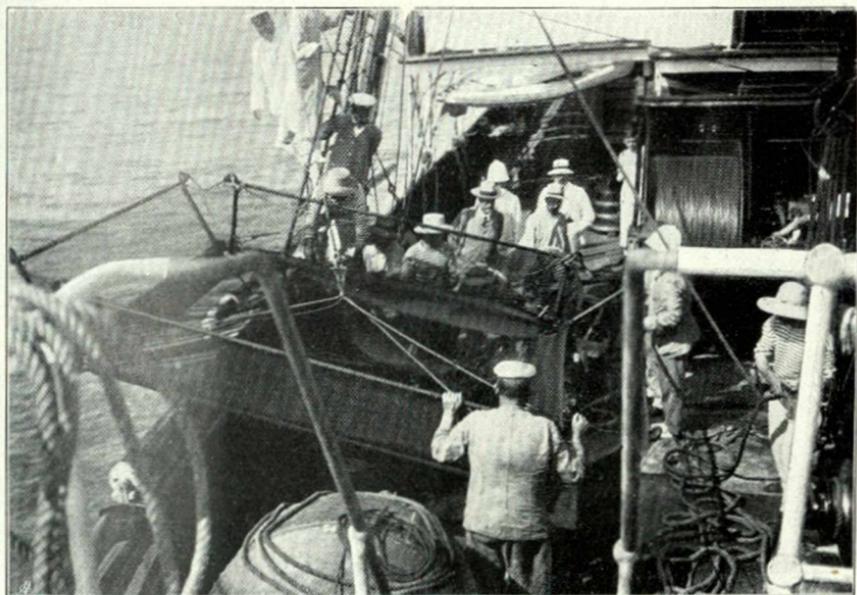
Bourée phot.

Das Laboratorium an Bord der Yacht „Princesse Alice II“.



Bourée phot.

Die Reuse wird an Bord gebracht.



Bourée phot.

Das große Bourée-Netz für volle Fahrt beim Herablassen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: [55](#)

Autor(en)/Author(s): Fürsten von Monaco Albert I.

Artikel/Article: [Die Fortschritte der Ozeanographie. 178-195](#)