

Die dritte Terminfahrt S. M. S. „Najade“ in der Hochsee der Adria vom 16. August bis 5. September 1911.

Vorläufiger Bericht,

im Auftrage des Vereines zur Förderung der naturwissenschaftlichen Erforschung der Adria in Wien

erstattet von

Prof. Dr. Ed. Brückner,

Leiter der Forschungskommission an Bord.

(Mit 4 Tafeln und 7 Figuren im Texte.)

Inhalt: 1. Installationen an Bord der „Najade“. — 2. Schilderung der Sommerfahrt. — 3. Witterungsverhältnisse während der Fahrt. — 4. Übersicht über die gewonnenen Beobachtungen. — 5. Tiefenmessungen. — 6. Oberflächentemperaturen. — 7. Diskussion der Profile in bezug auf Temperatur und Salzgehalt. — 8. Sichttiefe. — 9. Grundproben. — 10. Die blaue Grotte von Busi. — 11. Das ertrunkene Kerkatal bei Sebenico und die Kerkafälle bei Scardona.

Die dritte Terminfahrt S. M. S. „Najade“ hatte die Aufgabe, die sommerlichen Verhältnisse der Hochsee der Adria zu untersuchen. Entsprechend der zeitlichen Verschiebung, die die Extreme der Temperatur im Meere gegenüber denen der Atmosphäre erfahren, wurde der Beginn der Terminfahrt auf Mitte August gelegt und ihre Dauer auf 3 Wochen bemessen. Inzwischen waren die Adaptierungen an S. M. S. „Najade“, die sich im Laufe der beiden ersten Fahrten als notwendig herausgestellt hatten, ausgeführt worden. Die Anordnung der Instrumente und überhaupt alle Installationen waren während der Augustfahrt derart, wie sie in Zukunft wohl bleiben werden. Weitere Adaptierungen sind zunächst nicht beabsichtigt.¹⁾

Installationen an Bord der „Najade“. Auf dem Oberdeckplan der „Najade“, der dem Bericht über die erste Kreuzungsfahrt beigegeben ist (siehe diese „Mitteilungen“ 1911, S. 195),

¹⁾ Ausgenommen die Errichtung eines kleinen Decklaboratoriums für die botanischen Arbeiten mit der Zentrifuge.

ergeben sich einige Änderungen durch Umstellung der Instrumente, die zum Teil schon vor der zweiten Fahrt durchgeführt worden waren und die wir hier kurz erwähnen. Die Lotmaschine (2 auf dem Plan im Bericht über die erste Kreuzungsfahrt) ist jetzt mittschiffs unmittelbar neben der Stiege zur Kommandobrücke aufgestellt. Sie ist an einen Dampfmotor gekoppelt, der das Hissen des Lotes bedeutend beschleunigt. Im Decklaboratorium ist an Stelle des Ofens, der sich selbst bei der Winterfahrt als überflüssig herausgestellt hatte, eine Dunkelkammer eingerichtet worden. Vor allem war die schon für die zweite Terminfahrt teilweise installierte Einrichtung zum Dredschen vollständig durchgeführt und zu diesem Zweck am Fockmast ein kleiner Ladebaum angebracht, außerdem je ein großer eiserner Krahnbügel links und rechts an der Bordwand vor der Kommandobrücke. Über eine vom Krahnbügel getragene breite Messingrolle mit flacher Hohlkehle läuft das Drahtseil der Dredschen zuerst durch einen am Vordeck festgemachten Leitblock und dann über die links von der großen Maschinenluke gleichfalls auf Deck installierte Zählrolle (von S. M. S. „Pola“) zum Dampfwinch, der von der Direktion des k. k. Österreichischen Lloyd dem Adriaverein leihweise überlassen und zwischen der Kommandobrücke und dem Vorkastell aufgestellt worden war. Alle Einrichtungen funktionierten tadellos und haben sich ausgezeichnet bewährt.

Wir geben auf den beistehenden Tafeln I, II, III einige Bilder, aus denen die Anordnung und Handhabung der Instrumente ersichtlich ist. Wir verdanken sie Herrn Linienschiffleutnant G. Ritter v. Salvini, der sie während der Maifahrt aufgenommen hat.

Taf. I, Fig. 1 stellt die „Najade“ dar, wie sie vor Teodo im Golf von Cattaro liegt. Über das Achterdeck ist das Sonnenzelt gespannt. Dasselbe leistete uns besonders im August und September vorzügliche Dienste; es war selbst in der heißesten Zeit im Schatten dieses Sonnenzeltes eine ganz annehmbare Temperatur und man konnte ohne Belästigung durch Blendung arbeiten.

Taf. I, Fig. 2 zeigt die Anordnung der Winden auf der Steuerbordseite des Achterdecks. Im Vordergrund rechts ist die große elektrische Winde sichtbar, von der das Kabel zum Metermeßrad (Zählrad) läuft, das links oben am Krahn hängt. Am Ende des Kabels befindet sich der Wasserschöpfer von Pettersson-Nansen. Die elek-

trische Winde dient für die Wasserentnahme und die Temperaturmessungen in den großen Tiefen von 200 m abwärts. Im Hintergrunde rechts sieht man einen Teil des Decklaboratoriums und links davon zwei Handwinden, von denen Kabel wieder zu Metermeßrädern herübergehen. Diese Winden dienen für die Beobachtung der Temperatur und für die Entnahme von Wasserproben bis zu einer Tiefe von 200 m. Eine dritte entsprechende Handwinde befindet sich auf Backbord unmittelbar in der Nähe des Laboratoriums. Die eine der Winden auf Steuerbord und diejenige auf Backbord wurde bei den 24stündigen Beobachtungen auch für die Strömungsmesser verwendet.

Taf. II, Fig. 3 zeigt eine dieser Handwinden noch deutlicher. Man sieht die Kurbel und den Handgriff der Stahlbandbremse, desgleichen auch den Verlauf des Drahtkabels zum Metermeßrad, das vom Krahn herabhängt. Unmittelbar unter dem Metermeßrad hängt am Ende des Kabels ein Ekman'scher Strömungsmesser, bereit, in die Tiefe versenkt zu werden.

Taf. II, Fig. 4 stellt die große Zentrifuge dar, die Dr. Kupelwieser in Lunz dem Adriaverein für die feinen Planktonuntersuchungen, ganz besonders für die Untersuchung des Nanoplanktons (Zwergplanktons) geschenkt hat. Die Zentrifuge ist im Maschinenraum untergebracht, soll aber in Zukunft in einem besonderen botanischen Decklaboratorium Aufstellung finden.

Taf. III, Fig. 5 bildet die Filteranlage ab, die ebenfalls zur Gewinnung des feinsten Planktons von den Biologen im Maschinenraum installiert war, jetzt aber auch im kleinen Decklaboratorium aufgestellt werden soll. Beide Einrichtungen wurden während der Maifahrt von Dr. Ruttner, während der Augustfahrt von Professor Dr. Schiller mit bestem Erfolg benutzt.

Taf. III, Fig. 6 endlich zeigt die Muscheldredse im Moment des Aufholens an Bord. Man sieht rechts schräg ansteigend den Ladebaum, an dessen Ende, das allerdings vom oberen Rand der Photographie abgeschnitten wird, in einem Leitblock beim Anbordholen das Kabel läuft, an dem die Dredse befestigt ist. Links vorne ist der eiserne Bügel mit der Rolle zu sehen, über die das Kabel während des Dredschens selbst läuft. Beim Überbordholen des Netzes wird die Verbindung von Drahtseil und Hahnepot des Netzes gelöst, letzteres mit Hilfe eines am Ladebaum festgemachten Takels aufgehißt und dann durch Handkraft über die Bordwand gezogen.

Schilderung der Sommerfahrt.¹⁾ Am 15. August war die „Najade“ von Pola nach Triest überführt worden und am 16. August fand die Einschiffung des wissenschaftlichen Personals und des Instrumentariums statt. Eine Komplikation ergab sich dadurch, daß infolge der Cholerafälle, die sich im Juli und August in Triest ereignet hatten, der Mannschaft das Betreten des Landes verboten werden mußte. Da mit der Möglichkeit zu rechnen war, daß unterwegs in Häfen Cholera angetroffen und durch irgendeinen unglücklichen Zufall an Bord eingeschleppt werden konnte, hatte sich Prof. Dr. Ed. Brückner als Leiter der Forschungskommission an Bord an Herrn Privatdozenten Dr. R. Pöch in Wien gewendet und diesen gebeten, eine kurze Instruktion für das Verhalten in Choleraegegenden zu entwerfen. Herr Privatdozent Dr. Pöch hatte die Freundlichkeit, der Bitte zu entsprechen und eine solche Instruktion in einer großen Anzahl von Exemplaren zur Verteilung an die Mitglieder der Forschungsexpedition und des Stabes des Schiffes sowie auch an die Mannschaft zu übersenden, wofür ihm an dieser Stelle unser besonderer Dank ausgesprochen sei. Die Instruktion enthielt vor allem diätetische Vorschriften.

Der Schiffsstab bestand aus nachfolgenden Offizieren: Kommandant: Korvettenkapitän Th. v. Gottstein; Gesamtdetailoffizier: Fregattenleutnant (jetzt Linienschiffsleutnant) G. Ritter Salvini v. Meeresburg-Plawen; Navigationsoffizier: Seefährer G. Taschler.

Der wissenschaftliche Stab setzte sich folgendermaßen zusammen: Leiter der Forschungskommission: Universitätsprofessor Dr. Ed. Brückner aus Wien; stellvertretender Leiter der Forschungskommission: Fregattenkapitän W. v. Kesslitz aus Pola, zugleich Chef des meteorologischen Dienstes an Bord, der auch in Verbindung mit dem Schiffsstabe alle Positionsbestimmungen durchführte; Chef der biologischen Arbeiten an Bord: Universitätsprofessor Dr. C. I. Cori aus Triest; Chef der ozeanographischen Arbeiten an Bord: Universitätsprofessor Dr. A. Grund aus Prag; Botaniker der Expedition: Professor Dr. J. Schiller aus Triest (jetzt in Wien); Assistent für Zoologie: Dr. V. Pietschmann vom

¹⁾ Ein ausführlicher Reisebericht aus der Feder des Herrn Fregattenkapitän W. v. Kesslitz erscheint in den „Berichten der permanenten internationalen Adriakommission“. Das Manuskript desselben wurde mehrfach bei der Herstellung unserer Schilderung benutzt.

k. k. Naturhistorischen Hofmuseum in Wien; Assistent für Ozeanographie: Dr. H. Rudolphi, Assistent am Geographischen Institut der k. k. Universität Prag. An den ozeanographischen Arbeiten nahm im vollen Umfange auch Professor Dr. Ed. Brückner teil, so daß drei Ozeanographen und drei Biologen in Tätigkeit waren.

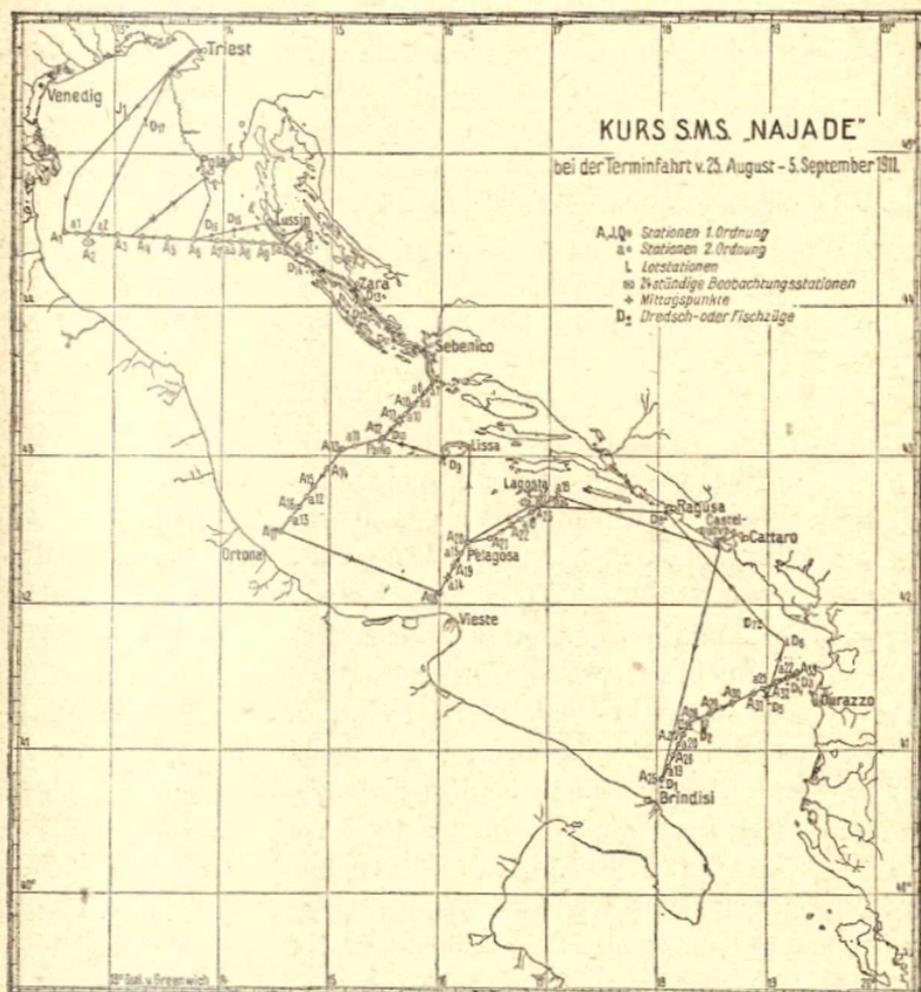


Fig. 1. Reiseskizze der dritten Terminfahrt S. M. S. „Najade“,
16. August bis 5. September 1911.

1 : 6·7 Millionen.

Entworfen von Fregattenkapitän W. v. Kesslitz.

Die Abfahrt von Triest erfolgte am 16. August um 3 Uhr 30 Minuten nachmittags bei schönem ruhigen Wetter in der Richtung auf Salvoze zu und von hier aus gegen den westlichen Endpunkt des Profiles II vor Ravenna. Das Schiff verfolgte denselben Kurs wie bei den früheren Fahrten (vgl. das Kärtchen).

Doch wurde mit Rücksicht auf das Wetter manche Abweichung notwendig. Gleich nach Mitternacht sprang Ostwind auf, der in den Vormittagsstunden des 17. August in dem Maße auffrischte, daß die Arbeiten am Profil nach Absolvierung der Station A 3 abgebrochen werden mußten und die „Najade“ gezwungen war, sich unter Landesschutz zu begeben, um dort besseres Wetter abzuwarten. Gegen 3 Uhr nachmittags gingen wir vor Saccorgiana nördlich der Bucht von Veruda, unweit von Pola, an eine Boje.

Da der Wind nachts abflaute und der Seegang sich legte, konnten noch in den frühesten Morgenstunden des 18. August die beiden östlichen Stationen des Profils II nachgeholt und dann eine Station im Quarnerolo durchgeführt werden. Hierauf dampfte die „Najade“ gegen Lussin piccolo, wo Kaisers Geburtstag gefeiert wurde. Die Mannschaft erhielt Landurlaub und der Schiffsstab gab der Forschungskommission ein Diner an Bord, bei dem der Kommandant das Hoch auf den Kaiser ausbrachte.

Am Morgen des 19. August verließ die „Najade“ den Hafen von Lussin piccolo und dampfte bei schwachem Südost durch die Kanäle von Selve und von Pašman nach Sebenico. Am 20. August begannen vom Eiland Mulo aus bei heiterem Wetter die Arbeiten im Profil IV (Rogoznica-Ortona). Sie zogen sich bis in die frühen Morgenstunden des 21. August hin. Gegen 3 Uhr morgens befanden wir uns vor Ortona und wandten uns nun gegen den Ausgangspunkt des Profils V (Vieste-Lagostini). Auch die Bearbeitung dieses Profils, das über Pelagosa führt, wurde anstandslos durchgeführt und dann der Kurs von Lagostini gegen die Spitze Ostro am Eingang in den Golf von Cattaro genommen, wo die „Najade“ am Morgen des 22. August vor Castelnovo an die Boje ging. Hier blieben wir bis zum Nachmittag des 23. August, um der Mannschaft Ruhe zu gönnen. Ein Teil der Mitglieder der Forschungskommission und des Schiffsstabes benutzte die Rastzeit zu einem Ausflug nach Cattaro und zu einem solchen in die Buchten von Morinje und Risano.

Am 23. August brach die „Najade“ zur Untersuchung des letzten, des VII. Profils (Brindisi-Durazzo) auf, das bei der ersten wie bei der zweiten Terminfahrt des ungünstigen Wetters wegen nur zum kleineren Teile hatte absolviert werden können. Diesmal ging es glatt. Kurz nach 4 Uhr morgens des 24. August hatte die „Najade“ den westlichen Endpunkt des Profils 10 Seemeilen von Brindisi erreicht. Hier wurde ein Dredschzug in 119 m Tiefe ge-

macht und darauf die Station A 25 absolviert. Außer an den Stationen A 25 bis A 33, an denen naturgemäß stets auch die Meerestiefe bestimmt wurde, loteten wir noch an drei Stellen, um weitere Klarheit über die Tiefenverhältnisse dieses Gebietes zu erhalten.

Am Punkt A 28, genau in der Mitte der Adria, wurden in über 1000 m Tiefe Züge mit dem Jungfischtrawl und mit der Schlammdredse ausgeführt, was geraume Zeit in Anspruch nahm. Erst gegen 6 Uhr abends dampfte die „Najade“ aus der Gegend der größten Tiefe fort gegen Kap Rodoni an der albanischen Küste. Da auf allen Stationen nicht nur hydrographisch, sondern in ausgedehntem Umfange auch biologisch beobachtet wurde, fanden die Arbeiten am Profil VII erst am 25. August um 6 Uhr 30 Minuten morgens ihr Ende. Die Beobachter waren 26 Stunden unausgesetzt in Tätigkeit gewesen. Als nun dem ursprünglichen Plan entsprechend etwas westlich vom Endpunkte des Profiles Brindisi-Durazzo vor Anker gegangen und sofort eine 24stündige Beobachtungsreihe gewonnen werden sollte, da zeigte sich bei den erschöpften Beobachtern wenig Neigung dazu. So wurde das nicht ganz günstige Wetter, das nicht mit Sicherheit die Durchführung der Beobachtungsserie gewährleisten konnte, zum Anlaß genommen, die 24stündigen Beobachtungen aufzugeben, und der Kurs direkt gegen Ragusa gerichtet. Nach einem hier verbrachten Rasttag wurde am 27. August 5 Seemeilen südlich von Lagosta in 145 m Tiefe geankert und dort eine vollständige Serie von 24stündigen Beobachtungen gemacht, obwohl in den Abendstunden ziemlich frischer Nordwest einsetzte, der eine kräftige See aufwarf, die die „Najade“ zu starkem Rollen brachte.

Am 28. August wurde der wissenschaftliche Stab auf der Insel Pelagosa für einige Stunden ausgebootet. Es handelte sich hier darum, einen geeigneten Platz für die Aufstellung eines registrierenden Flutmessers zu finden. Fregattenkapitän W. v. Kesslitz und der Berichterstatter nahmen die einzige hierfür geeignete Stelle in Augenschein. Es ist eine schmale, vor der Brandung gut geschützte Felskluft in der felsigen Bucht an der Nordwestseite der Insel. Es wird ein Zuleitungskanal von geringer Tiefe ausgesprengt werden müssen, während der Fingang der Kluft durch eine feste Mauer aus Blöcken vor den Wirkungen der Brandung geschützt werden wird. Hier kommt über einem Schacht der Mareograph mit seinem Schwimmer zur Aufstellung, dessen Auf- und

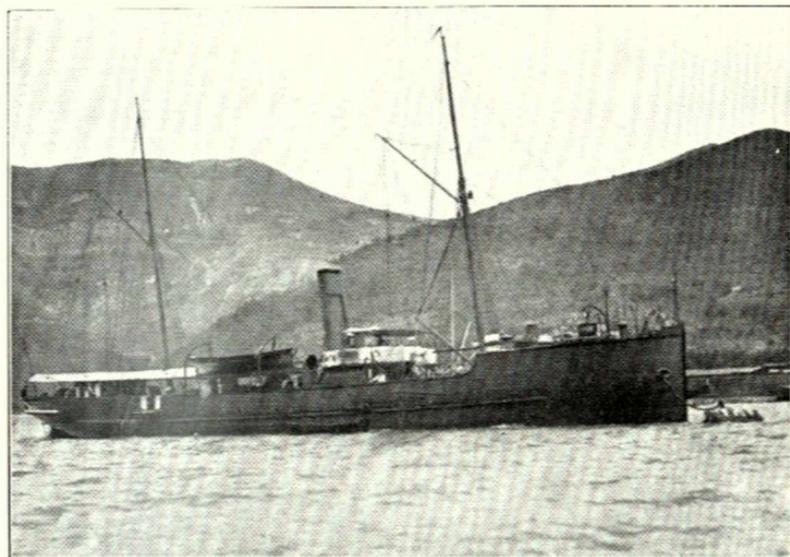
Abbewegungen auf einem Papierstreifen aufgezeichnet werden. Die Beobachtungen wird der Leuchtturmwächter Coda ausführen, der auch die meteorologische Station leitet.

Die Biologen hatten sich die Aufgabe gestellt, die Fauna und Flora der Emersionszone der Felsküste von Pelagosa zu untersuchen. Das geschah bei der prächtigen Witterung und dem warmen Wasser einfach im Badekostüm. Durch Badeschuhe geschützt, kletterten die Biologen den Felsstrand entlang, bald in tieferem, bald im flacherem Wasser beobachtend. Dabei leisteten Guckkästen ausgezeichnete Dienste. Es sind das einfache offene Holzkästen, deren Boden aus einer festen Glasscheibe besteht. Legt man solch einen Kasten auf das Wasser, so kann man durch das Glas hindurch ungestört von der an der Oberfläche des Meeres nie fehlenden Kräuselung der Wellen in das Wasser hinabschauen und den Meeresgrund bis zu einer Tiefe von mehreren Metern überblicken. Eine reiche Ausbeute von Algen und von allerlei Getier lohnte die Mühe.

Inzwischen besuchte der Berichterstatter die meteorologische Station auf dem Leuchtturm von Pelagosa und diesen selbst, der auf dem höchsten, sich 91 m über dem Meeresspiegel erhebenden Punkt der Insel aufragt und von dem aus man bis zu der 52 km entfernten italienischen Küste blicken kann. In etwas geringerer Entfernung — 42 km — sind im Nordosten die ersten dalmatinischen Inseln, Cazza und Lagosta, sichtbar. So überblickt man von der hohen Warte des Leuchtturmes die ganze Breite des Adriatischen Meeres.

In Lissa wurde am 30. August wieder ein Rasttag eingeschaltet; er wurde von einem Teil der Expeditionsmitglieder zu einem Ausflug zu Pferde auf den Berg Hum benutzt, der sich in der Westhälfte der Insel dicht über der Bucht von Comisa 585 m hoch erhebt. Der Hinweg wurde durch das Tal westlich von Lissa genommen. In der wilden Karstlandschaft bot nur der dürftige Talboden der Kultur eine Stätte: Weinfelder waren angelegt. Der Rückweg erfolgte durch das Campo grande, eine breite ebene Talung, die ein einziges großes Weinfeld darstellt, in dem sich isoliert dürftige Häusergruppen erheben. Hier liegt das Zentrum der Lissaner Weinproduktion.

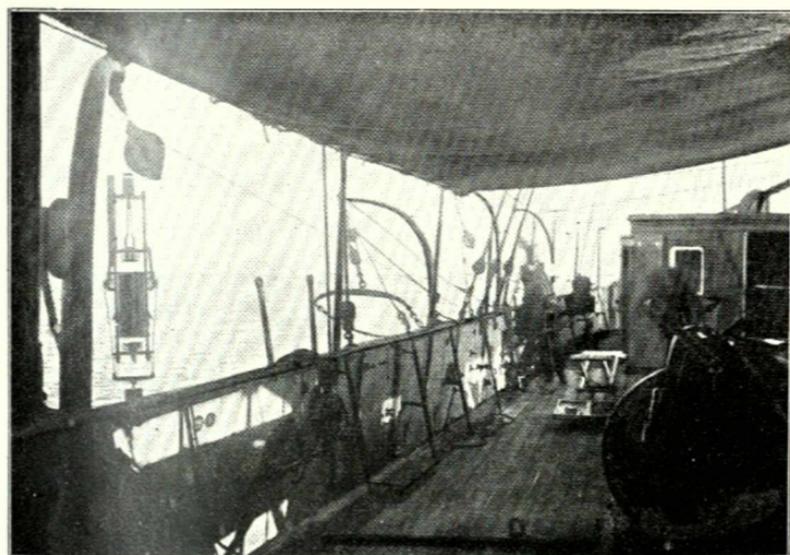
Der Vormittag des 31. August wurde einem Besuche der blauen Grotte auf der Insel Busi gewidmet (siehe die Beschreibung unten) und am Nachmittag das Eiland Pomo angelaufen, wo die



Mai 1911.

G. v. Salvini phot.

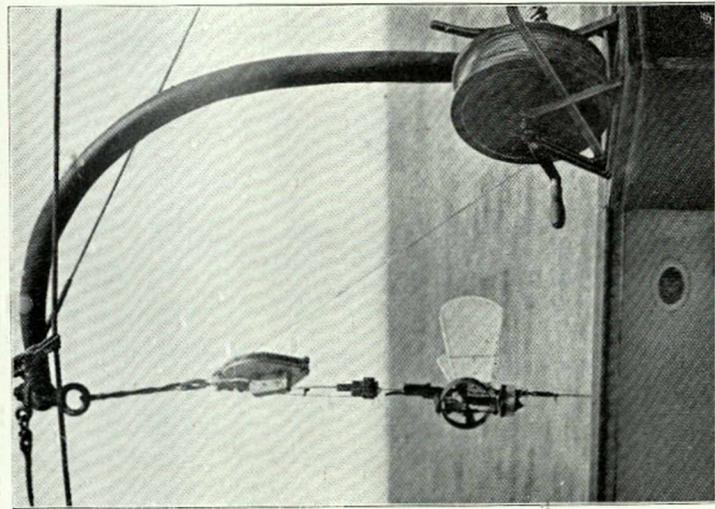
Fig. 1. S. M. S. „Najade“ vor Teodo in der Bucht von Cattaro.



G. v. Salvini phot.

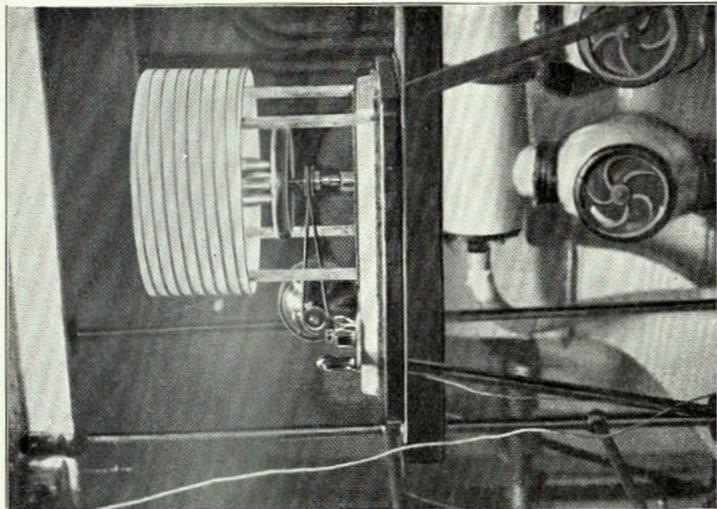
Fig. 2. Steuerbordseite des Oberdeckes der „Najade“.

Rechts hinten das Decklaboratorium, im Vordergrund die elektrische Tiefseewinde. Links vorne der Wasserschöpfer von Petterson-Nansen im Moment des Herablassens. Hinten links zwei Winden für Wasserschöpfer und Thermometer.



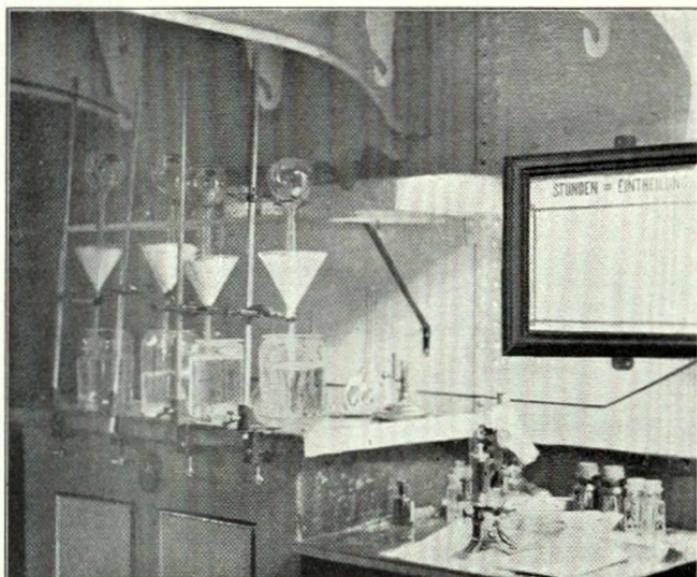
G. v. Salvini phot.

Fig. 3. Ekman'scher Strömungsmesser im Moment des Niederlassens ins Wasser mit einer Winde, deren Drahtseil über ein Zählrad geht.



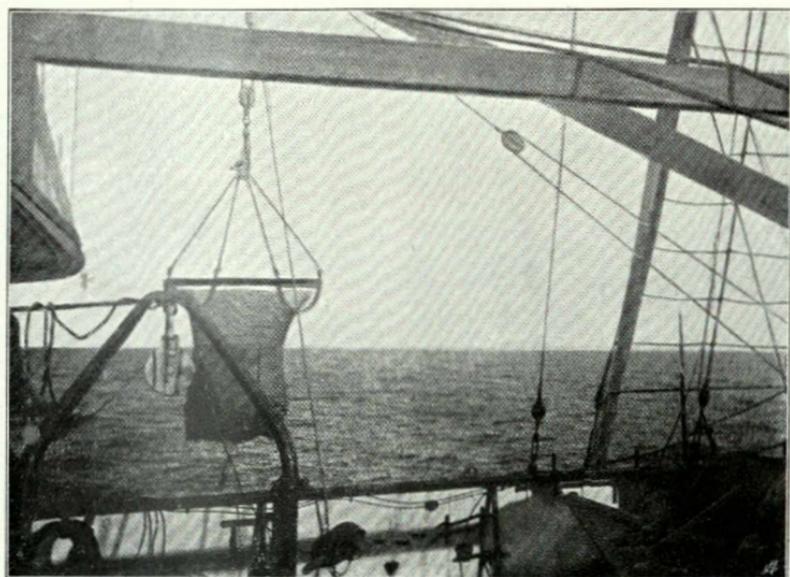
G. v. Salvini phot.

Fig. 4. Zentrifuge zur Gewinnung des Zwergplanktons. Geschenk des Herrn Dr. Hans Kupelwieser.



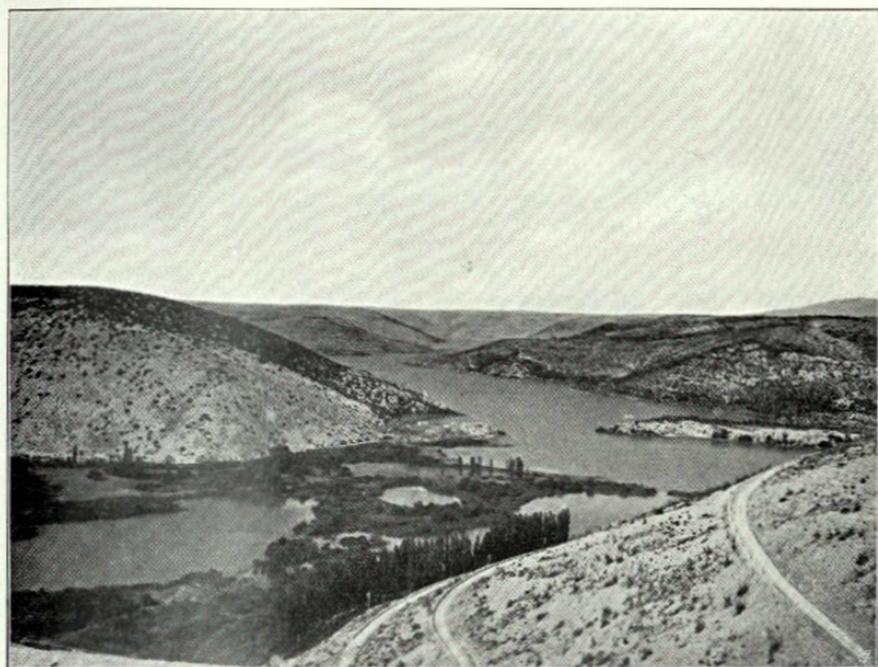
G. v. Salvini phot.

Fig. 5. Filter zur Gewinnung des Planktons.



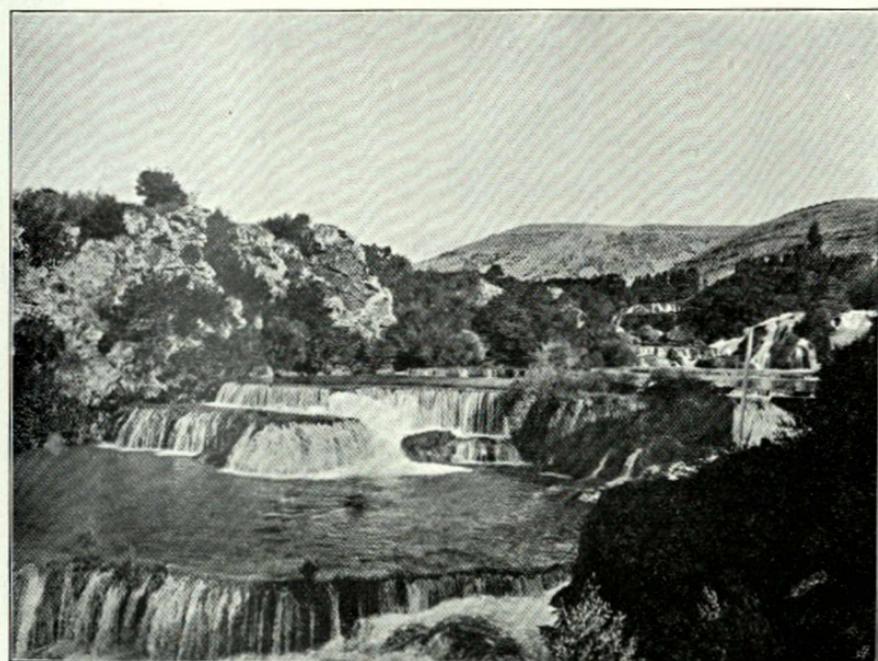
G. v. Salvini phot.

Fig. 6. Muscheldredsche im Moment des Aufholens an Bord.



V. Pietschmann phot.

Fig. 7. Das ertrunkene Kerkatal oberhalb der Fälle.



V. Pietschmann phot.

Fig. 8. Die Kerkafälle bei Scardona von unten bei der Kraftanlage gesehen.

Biologen wieder in der Emersionszone Studien anstellten. Der Versuch, beim Eiland Mulo 24stündige Beobachtungen durchzuführen, mißlang, da frische Bora aufsprang und das Schiff vor dem Anker zu treiben begann. Die Bora wurde immer heftiger und so mußte der Hafen von Sebenico angelaufen werden. Da auch am 1. September die Bora nicht nachließ, wurde notgedrungen wieder ein Rasttag eingeschaltet. Ein Teil der Mitglieder der Forschungskommission benutzte denselben zu einem Ausflug zu den schönen Fällen der Kerka bei Scardona (siehe unten).

Am 2. September wurde die Rückreise auf der alten Route durch den Kanal von Paşman gegen Lussin piccolo angetreten. Es gelang von hier aus, die auf der Hinfahrt infolge heftigen Ostwindes und schwerer See ausgelassenen Stationen des Profiles II (Ravenna—Lussin) nachzuholen. Ebenso glückten zwei Fischzüge mit dem großen Ottertrawl, dessen Ausbringen und Aufholen trotz der großen Scheerbretter mit Hilfe der im Seearsenal an Bord der „Najade“ getroffenen Einrichtungen tadellos vor sich ging. Vom 4. auf den 5. September wurde noch eine Serie 24stündiger Beobachtungen am Punkte A 2 des Profiles II in 35·5 m Tiefe, 10 Seemeilen vor Ravenna, durchgeführt. Dann ging es heimwärts nach Triest, wo die „Najade“ am 5. September um 3 Uhr nachmittags einlief.

Witterungsverhältnisse während der Fahrt. Kurz vor der Ausfahrt der „Najade“ aus Triest hatte im Bereiche der Adria eine Abkühlung, die einer heißen Periode folgte, eingesetzt. Es war ein regelrechtes sommerliches Mittelmeerwetter, das wir während der ersten Tage auf dem Meere trafen; östliche und nordöstliche Winde herrschten. Doch nach wenigen Tagen, als wir uns dem mittleren Teile der Adria näherten, änderten sich die Verhältnisse. Hier trafen wir eine Witterung, die uns wahrhaft tropische Verhältnisse bot. Um Mittag des 19. August hatte leichter Scirocco eingesetzt, sogenannter Scirocco chiaro, der, gelegentlich durch Windstille oder ganz schwache Winde aus Nordwesten unterbrochen, volle 6 Tage anhielt. Die Temperatur war nicht übermäßig hoch, 25 bis im Maximum 30° C; dabei war aber die Differenz zwischen Tag- und Nachttemperatur sehr gering, z. B. am 25. August nur 1·3°. Das Charakteristische war vor allem die außerordentlich große Luftfeuchtigkeit. Während sie in der Zeit bis zum 19. August 1 Uhr nachmittags nur in den Nachtstunden vorübergehend 80% überstiegen hatte, schnellte sie um

2 Uhr nachmittags jenes Tages auf 81% empor. Häufig notierte man dann weiterhin 90% und noch mehr; sie erreichte ihr Maximum mit 94% am 21. abends. Dieser außerordentlich große Feuchtigkeitsgehalt der Luft wurde bei der hohen Temperatur überaus peinlich empfunden. Die Verdunstung von der Haut war fast ganz aufgehoben. Ständig war man in Schweiß gebadet, die Kleider klebten am Körper. Ging man in die Kabine, so traf man hier eine feuchte heiße Stickluft. Von Schlafen war unter diesen Umständen nicht viel die Rede. Einige schlugen ihr Bett für die Nacht auf Deck auf. Hier aber machte sich trotz des Sonnenzeltes die nächtliche Ausstrahlung stark geltend: Alle Gegenstände auf Deck waren naß, das Papier der Karten schlapp und weich. Diesen Charakter behielt das Wetter während 6 Tagen; dann setzten Winde aus Nordwesten ein, die relative Feuchtigkeit sank und später auch die Lufttemperatur, und während der ganzen übrigen Zeit hatten wir durchaus angenehme Witterungsverhältnisse, nicht zu hohe Temperaturen am Tage, dabei kühlere Nächte und eine geringere Luftfeuchtigkeit. Es war wieder das trockene sommerliche Mittelmeerklima, das sich in schärfsten Gegensatz zum Tropenwetter stellte, wie es vom 19. bis zum 26. August geherrscht hatte.

Übersicht über die gewonnenen Beobachtungen. Einen Überblick über die außerordentlich große Zahl der gewonnenen Beobachtungen mögen folgende Daten geben. Es wurden angestellt:

Meteorologische Beobachtungen:

| | |
|---|-----|
| Luftdruckbeobachtungen | 477 |
| Beobachtungen der Lufttemperatur | 477 |
| Beobachtungen des Dampfdruckes | 477 |
| Beobachtungen der Windrichtungen und Windstärke | 477 |

Die meteorologischen Beobachtungen wurden unter Leitung von Fregattenkapitän W. v. Kesslitz durch hierzu speziell geschulte Matrosen angestellt und von Herrn v. Kesslitz bearbeitet.

Hydrographische Beobachtungen:

| | |
|--|-----|
| Tiefenlotungen | 39 |
| Beobachtungen der Oberflächentemperatur des Meeres | 240 |
| Gemessene Tiefentemperaturen ¹⁾ | 611 |

¹⁾ Wovon 85 doppelt bestimmt wurden, so daß die Zahl der Ablesungen von Tiefentemperaturen 696 ist.

| | |
|---|-----|
| Strommessungen | 252 |
| Wasserproben zur Salzgehaltsbestimmung wurden entnommen | 729 |
| Solche für Sauerstoffbestimmungen | 127 |
| Sichttiefenbestimmungen | 11 |
| Grundproben mit dem Schlammrohr ausgestochen | 6 |

Diese Beobachtungen verteilen sich auf 133 Oberflächenstationen in voller Fahrt und 56 Stationen, bei denen gestoppt wurde. Von diesen waren 22 kleine Stationen, bei denen man nur bis 30 m Tiefe beobachtete, und 36 große Stationen, bei denen bis zum Grund gearbeitet wurde. Dazu kommen zwei Ankerstationen mit 24stündigen Beobachtungen.

Die Praxis beim Beobachten hat sich im Laufe der Fahrten bedeutend gesteigert, so daß die Zeitdauer zur Absolvierung einer Station im allgemeinen abgenommen hätte, wenn nicht durch die im Vergleich zu früher weit größere Ausdehnung der biologischen Arbeiten vielfach das Halten noch nach Beendigung der ozeanographischen Beobachtungen hätte ausgedehnt werden müssen.

Die Sauerstoffbestimmungen nahm Prof. Grund gleich an Bord vor. Die Bestimmung des Salzgehaltes erfolgte nach der Rückkehr in Triest durch die drei hydrographischen Beobachter Brückner, Grund und Rudolphi.

Biologische Beobachtungen.

Unter den biologischen Beobachtungen steht die Planktonfischerei in erster Reihe. Sie erfolgte größtenteils mit dem Schließnetz nach Nansen, dann auch mit dem Oberflächennetz nach Richard und dem Netz nach Cori. Außerdem wurde aus Wasserproben, die mit ozeanographischen Schöpfapparaten in verschiedenen Tiefen gewonnen worden waren, mit Hilfe der elektrisch betriebenen Zentrifuge, dann auch durch Filtrieren Nanoplankton gesammelt. Im ganzen wurden 142 Stufenfänge an den Stationen durchgeführt.

Über die Verteilung der Stufenfänge auf die verschiedenen Tiefen gibt die folgende Tabelle Aufschluß. Es sei dabei bemerkt, daß zuerst die Stufen nicht genau dieselben waren, sondern daß die absolute Einheitlichkeit erst bei den späteren Profilen eingehalten wurde. Die früheren Stufenfänge wurden unter die hier aufgeführten Stufen eingereiht.

| | |
|---|----|
| Oberflächenfänge | 36 |
| 0— 30 m Tiefe | 31 |
| 30— 70 „ „ | 24 |
| 70—110 „ „ | 19 |
| 110—150 „ „ | 15 |
| 150—190 „ „ | 10 |
| Unterhalb 190 m in verschiedenen Tiefen im ganzen | 11 |

Ausführliche Tabellen über das Vorkommen der verschiedenen Organismen in den einzelnen Stufen wurden von Prof. Cori angelegt.

Außerdem fanden 15 Dredsch- und Fischzüge statt.

Lotungen in der Gegend der bisher angenommenen größten Tiefe der Adria. Wir haben schon oben kurz die Tiefenmessungen erwähnt, die neuerdings im Bereiche der südlichen Adria angestellt wurden, und zwar diesmal nicht nur in der Gegend der größten Tiefe, sondern auch in deren weiterer Nachbarschaft. Außer der großen Tiefe von 1645 m gibt nämlich die Tiefenkarte der Adria noch Tiefen von 1560, 1380 und 1400 m an. Diese galt es zu kontrollieren. Wetter und Tageszeit waren für Positionsbestimmungen ausgezeichnet günstig, so daß der Ort des Schiffes mit vollkommener Genauigkeit festgelegt werden konnte. Die „Najade“ befand sich genau an der Stelle, wo die Karte 1560 m Tiefe angibt. Die Lucas-Lotmaschine wurde in Betrieb gesetzt: Das Lot schlug schon bei 1076 m auf den Grund auf. Südlich des Punktes 1560 m hatte uns eine frühere Lotung 1055 m und eine andere noch etwas weiter südlich 1027 m ergeben. Die nebenstehende Karte, in der wie in den früheren Berichten die alten und die neuen Lotungen verzeichnet sind, gibt eine Übersicht über alle von uns gemessenen Tiefen, wie auch über die alten Angaben. Die neuen Beobachtungen stehen ohne Ausnahme in trefflicher Übereinstimmung miteinander, während die alten Beobachtungen sich absolut nicht einordnen. Klar zeigen das die beiden nach den neuen Beobachtungen eingezeichneten Isobathen (1050 und 1100 m). Es ist gar keine Frage, daß alle alten Tiefenlotungen hier falsch sind. Die größte Tiefe der Adria ist hier nicht 1645, sondern 1132 m. Es ist schwer begreiflich, wie die gewaltigen Fehler der alten Tiefenmessungen zustande kommen konnten. Einen Fehler von 10% läßt man sich noch gefallen; wenn aber an einer Stelle, wo wir Tiefen um 1100 m fanden, 1645 m

gelotet worden sind und an einer anderen Stelle 1560 m, so steht man da vor einem Rätsel. Erklärt werden können diese großen Fehler entweder durch ein Weiterablaufen der Lotleine, nachdem das Lot schon den Grund erreicht hatte, oder durch einen Abtrieb des Schiffes, der das Lotseil direkt unter 45° gegen die Horizontale neigte. Daß eine derartige Fehlerquelle einem Beobachter entgehen konnte, ist allerdings nicht recht verständlich.

Wie weit die alten Tiefenmessungen im großen Becken der Adria zwischen Bari und Ragusa richtig sind, ist noch durch Kontrollbeobachtungen festzustellen.¹⁾

Oberflächentemperaturen. —

Von hohem Interesse ist die Verteilung der Oberflächentemperaturen. Eine Linie, etwa von der Mündung des Tagliamento zunächst in der Richtung nahezu parallel zur Küste von Istrien, sich dieser leicht nähernd und dann gegen die Inselgruppe Tremiti bei der Halbinsel Gar-

gano verlaufend, teilt die mittlere und nördliche Adria in eine westliche Hälfte mit Temperaturen über 25° und eine östliche mit solchen unter 25° . Diese Grenzlinie geht dann nördlich von Tremiti nach Osten über Pelagosa bis etwas südlich von Lagosta und hierauf weiter gegen Dulcigno. Es ist sehr bemerkenswert, daß das Gebiet östlich dieser Linie kälter ist als das Gebiet westlich. Das Gebiet des Wassers unter 25° an der Ostküste verschmälert

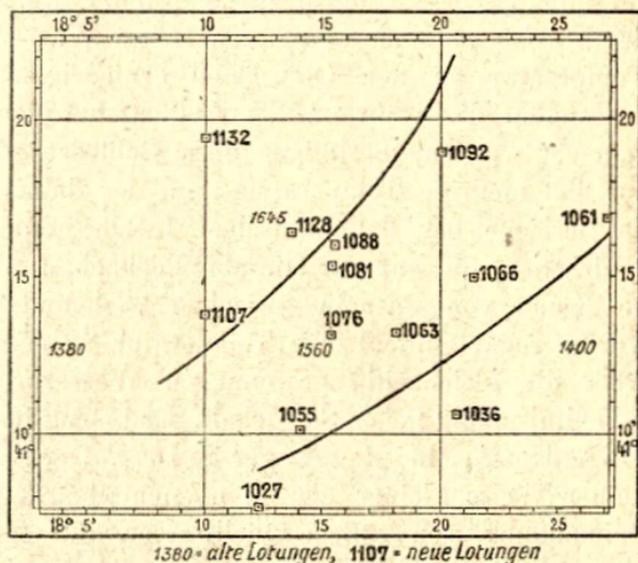


Fig. 2. Lotungen und Isobathen (1100 und 1050 m) in der Umgebung der bisher angenommenen größten Tiefe der Adria.

1 : 500.000 oder 1 km = 2 mm der Karte.

¹⁾ Bei der November-Dezemberfahrt der „Najade“ wurden auch hier Lotungen ausgeführt. Es ergab sich dort, wo die Karte 1260 m angibt, eine Tiefe von nur 1196 m. 10 Seemeilen weiter ostnordöstlich fand die „Najade“ 1223 m, die größte Tiefe, die bisher von der „Najade“ gelotet wurde.

sich rasch von Lagosta in der Richtung nach Südosten. Die große Fläche der südlichen Adria weist Temperaturen über 25° auf und im Profil VII sowie auf der Fahrt zu diesem Profil konnten wir in der Achse der Adria Temperaturen von mehr als 26° feststellen. Die höchste Temperatur, die gemessen wurde, war 27.1° an der Stelle, wo früher die größte Tiefe der Adria angenommen wurde.

Das häufige Auftreten von verhältnismäßig kühlem Wasser mitten im Sommer in der Nähe der dalmatinischen Inseln ist oft auf unterseeische Quellen zurückgeführt worden, die am Grunde des Meeres münden und deren kaltes Wasser aufsteigen und die Temperatur an der Oberfläche erniedrigen sollte. Die Beobachtungen, die während der Augustfahrt von der „Najade“ aus gemacht wurden, bestätigen diese Schlüsse nicht. Es wurden in der Tat niedrige Temperaturen an der dalmatinischen Küste und im Bereiche der dalmatinischen Inseln gefunden, und zwar die niedrigsten, die auf der Hinfahrt beobachtet wurden. Sie betragen im Kanal von Pašman zwischen 22.4 und 20.4° ; vor Ragusa wurde sogar einmal eine Temperatur von nur 19.9° gemessen. Aber die gleichzeitig gewonnenen Wasserproben ergaben einen verhältnismäßig hohen Salzgehalt. Er betrug im Kanal von Pašman 37.3 — 37.8 ‰, bei Ragusa gar 38.1 ‰. Der Salzgehalt war also in keiner Weise kleiner als im offenen Meere und von irgendeiner Beimengung von süßem Quellwasser, das durch seine niedrige Temperatur abkühlend gewirkt hätte, kann daher gar keine Rede sein. Die ganze Erscheinung der niedrigen Temperaturen führt sich offenbar keineswegs auf Karstquellen zurück, sondern auf ein allgemeineres Phänomen: Es ist kaltes Auftriebwasser, das hier aufsteigt. Im Sommer wehen entsprechend der Verteilung des Luftdruckes nördliche und östliche Winde, die an der dalmatinischen Küste als Landwinde erscheinen. Sie schieben die warme Wassermasse von der Küste fort und das kalte Wasser aus der Tiefe quillt empor. Einen schlagenden Beweis dafür konnten wir bei Ragusa wahrnehmen. Am 26. August bei unserer Ankunft maßen wir um 5 Uhr morgens eine Oberflächentemperatur von 24.5° . Ein köstliches Bad erfrischte am Nachmittag bei noch etwas höherer Temperatur die Teilnehmer der Expedition. Am Vormittag des anderen Tages setzte heftige Bora ein; das warme Wasser wurde von der Küste weggetrieben und die Temperatur fiel auf 19.9° , also um volle $4\frac{1}{2}^{\circ}$, wie wir wenig angenehm zu

spüren bekamen, als wir in der Erinnerung an das warme Bad des Tages vorher nochmals baden gingen.

Diskussion der Querprofile in bezug auf Temperatur und Salzgehalt. Wie in dem Bericht über die Februar-März-fahrt geben wir auch hier für einige Stationen, und zwar zum Teil für dieselben wie in dem genannten Bericht, Temperatur und Salzgehalt an. (Tabellen I bis V.) Nur sei bemerkt, daß die frühere Station A 26 hier die Nummer A 28 trägt. Schon aus diesen Zahlen, noch mehr aus der Gesamtheit der Beobachtungen gehen eine Reihe von wichtigen Tatsachen klar hervor.

Tabelle I: Längsprofil durch die Mittelachse der Adria.

| | Temperatur C° | | | | Salzgehalt ‰ | | | |
|------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | A 5 <i>φ</i> = 44·4 3. IX. | A 13 43·1 20. VIII. | A 21 42·5 21. VIII. | A 28 41·2 24. VIII. | A 5 44·4 3. IX. | A 13 43·1 20. VIII. | A 21 42·5 21. VIII. | A 28 41·2 24. VIII. |
| 0 m | 24·20 | 24·57 | 25·08 | 27·08 | 35·28 | 37·81 | 37·88 | 38·15 |
| 5 | 24·32 | 24·50 | 22·39 | 25·71 | 35·28 | 37·81 | 37·86 | 38·08 |
| 10 | 22·44 | 23·91 | 16·30 | 24·29 | 36·22 | 37·81 | 38·84 | 38·10 |
| 20 | 18·38 | 19·86 | 15·82 | 18·48 | 37·52 | 37·94 | 38·01 | 38·19 |
| 30 | 13·91 | 15·59 | 14·37 | 15·84 | 37·59 | 37·99 | 38·06 | 38·33 |
| 40 | 13·17 | 14·68 | 13·55 | 14·71 | 37·77 | 38·21 | 38·03 | 38·42 |
| 50 | 12·80 | 14·08 | 13·35 | 14·00 | 37·92 | 38·30 | 38·21 | 38·42 |
| 75 | — | 13·26 | 13·12 | 13·40 | — | 38·37 | 38·24 | 38·44 |
| 100 | — | 12·61 | 13·01 | 13·42 | — | 38·26 | 38·37 | 38·53 |
| 150 | — | 11·73 | 13·09 | 13·27 | — | 38·19 | 38·46 | 38·51 |
| 200 | — | 11·35 | 12·59 ²⁾ | 13·33 | — | 38·28 ¹⁾ | 38·35 ²⁾ | — |
| 400 | — | — | — | 13·14 | — | — | — | 38·51 |
| 600 | — | — | — | 13·32 | — | — | — | 38·61 |
| 800 | — | — | — | — | — | — | — | 38·61 |
| 1000 | — | — | — | 12·60 | — | — | — | 38·47 |

¹⁾ Für 250 m.

²⁾ Für 190 m.

Zunächst fällt auf, wie die hohen Temperaturen im ganzen Bereiche der Adria nur bis zu ganz geringen Tiefen heruntergehen. Im nördlichen Teil des Golfes von Venedig (Station J1) reichen sie noch verhältnismäßig am tiefsten. Erst unterhalb 20 m erfolgt der Sprung von 23·4° auf 17·1°. Ähnlich ist es im östlichen Teil des Profiles II, während im westlichen Teil zwar die

Tabelle II: Profil Ravenna—Lussin.

| | Temperatur C° | | | Salzgehalt ‰ | | |
|-----|---------------|---------------|------------------|---------------|---------------|------------------|
| | A 3 3. IX. | A 5 3. IX. | A 7 18. VIII. | A 3 3. IX. | A 5 3. IX. | A 7 18. VIII. |
| 0 m | 24·23 | 24·20 | 24·01 | 35·53 | 35·28 | 35·88 |
| 5 | 24·32 | 24·32 | 24·10 | 35·59 | 35·28 | 35·97 |
| 10 | 24·33 | 22·44 | 24·27 | 35·61 | 36·22 | 36·24 |
| 20 | 22·37 | 18·38 | 21·41 | 37·23 | 37·52 | 37·50 |
| 30 | 16·74 | 13·91 | — | 37·43 | 37·59 | — |
| 40 | 15·02 | 13·17 | 13·06 | 37·59 | 37·77 | 37·94 |
| 50 | — | 12·80 | 12·38 | — | 37·92 | 37·83 |

Tabelle III: Profil Ortona—Rogoznica.

| | Temperatur C° | | | Salzgehalt ‰ | | |
|-----|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| | A 17 21. VIII. | A 13 20. VIII. | A 10 20. VIII. | A 17 21. VIII. | A 13 20. VIII. | A 10 20. VIII. |
| 0 m | 25·43 | 24·57 | 22·97 | 36·06 | 37·81 | 37·72 |
| 5 | 25·49 | 24·50 | 22·95 | 36·11 | 37·81 | 37·83 |
| 10 | 25·32 | 23·91 | 22·64 | 37·32 | 37·81 | 37·74 |
| 20 | 20·39 | 19·86 | 15·60 | 37·84 | 37·94 | 37·95 |
| 30 | — | 15·59 | 14·50 | — | 37·99 | 38·04 |
| 40 | 12·62 | 14·63 | 14·01 | 37·97 | 38·21 | 38·03 |
| 50 | 12·17 | 14·08 | 13·36 | 37·92 | 38·30 | 38·17 |
| 75 | 11·66 ¹⁾ | 13·26 | 12·78 | 37·92 ¹⁾ | 38·37 | 38·13 |
| 100 | — | 12·61 | 12·48 | — | 38·26 | 38·15 |
| 150 | — | 11·73 | 11·72 | — | 38·19 | 38·10 |
| 200 | — | 11·35 | — | — | 38·33 | — |
| 264 | — | 10·76 | — | — | 38·48 | — |

¹⁾ 70 m.

Temperaturen der oberen Schichten höher sind als im östlichen, hier aber der Sprung sich schon weit höher, zwischen 10 und 20 m Tiefe einstellt.¹⁾ Das gilt auch von den übrigen Profilen, wo meist die Sprungschicht zwischen 10 und 20 m liegt, ja in einzelnen

¹⁾ Zu einer genauen Bestimmung wären Messungen in 15 m Tiefe nötig gewesen, die leider unterblieben sind.

Tabelle IV: Profil Vieste—Lagostini.

| | Temperatur C° | | | Salzgehalt ‰ | | |
|-----|---------------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|
| | A 18 | A 21 | A 24 | A 18 | A 21 | A 24 |
| | 21. VIII. | 21. VIII. | 21. VIII. | 21. VIII. | 21. VIII. | 21. VIII. |
| 0 m | 25·56 | 25·08 | 24·59 | 38·03 | 37·88 | 38·24 |
| 5 | 25·08 | 22·39 | 24·84 | 37·99 | 37·86 | 38·26 |
| 10 | 25·00 | 16·30 | 22·59 | 37·97 | 37·84 | 38·17 |
| 20 | 16·08 | 15·82 | 16·46 | 38·22 | 38·01 | 38·33 |
| 30 | 14·39 | 14·37 | 15·38 | 38·12 | 38·06 | 38·35 |
| 40 | 13·69 | 13·55 | 14·34 | 38·17 | 38·03 | 38·35 |
| 50 | 12·86 | 13·35 | 14·10 | 38·13 | 38·21 | 38·46 |
| 75 | 12·18 | 13·12 | 13·73 | 38·14 | 38·24 | 38·48 |
| 100 | 11·79 | 13·01 | 13·66 | 38·14 | 38·37 | 38·48 |
| 150 | — | 13·09 | — | — | 38·46 | — |
| 190 | — | 12·59 | — | — | 38·35 | — |

Tabelle V: Profil Brindisi—Durazzo.

| | Temperatur C° | | | Salzgehalt ‰ | | |
|------|---------------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|
| | A 25 | A 28 | A 33 | A 25 | A 28 | A 33 |
| | 24. VIII. | 24. VIII. | 25. VIII. | 24. VIII. | 24. VIII. | 25. VIII. |
| 0 m | 25·69 | 27·08 | 25·17 | 37·61 | 38·15 | 38·15 |
| 5 | 25·60 | 25·71 | 24·73 | 37·83 | 38·08 | 38·17 |
| 10 | 24·85 | 24·29 | 23·79 | 38·12 | 38·10 | 38·13 |
| 20 | 18·54 | 18·48 | 16·38 | 38·21 | 38·19 | 38·24 |
| 30 | 16·08 | 15·84 | 15·48 | 38·30 | 38·33 | 38·26 |
| 40 | 15·02 | 14·71 | 14·91 | 38·37 | 38·42 | 38·28 |
| 50 | 13·89 | 14·00 | 14·63 | 38·28 | 38·42 | 38·31 |
| 75 | 13·34 | 13·40 | 13·70 | 38·31 | 38·44 | 38·35 |
| 100 | 13·07 | 13·42 | 13·54 | 38·33 | 38·53 | 38·37 |
| 150 | — | 13·27 | — | — | 38·51 | — |
| 200 | — | 13·33 | — | — | — | — |
| 300 | — | 13·30 | — | — | 38·57 | — |
| 400 | — | 13·14 | — | — | 38·51 | — |
| 500 | — | 13·15 | — | — | 38·53 | — |
| 600 | — | 13·32 | — | — | 38·61 | — |
| 1000 | — | 12·60 | — | — | 38·47 | — |

Fällen noch höher hinauf rückt, so bei der Station A 21 unweit von Pelagosa, wo der Sprung schon zwischen 5 und 10 m erfolgt: in 5 m 22·4°, in 10 m nur noch 16·3°. Im südlichsten Profil befindet sich der Sprung dagegen wieder zwischen 10 und 20 m.

Es ist bemerkenswert, daß trotz der großen Hitze, die der Terminfahrt vorangegangen war, die Erwärmung nur bis zu so geringen Tiefen vorgedrungen war. Freilich sind dafür die Temperaturen an der Oberfläche zum Teil sehr hoch; im südlichen Profil erreichen sie, wie wir erwähnten, an zwei Stationen 27° . Es dürfte einerseits das hohe Steigen der Temperatur an der Oberfläche, andererseits das geringe Vorrücken der starken Erwärmung in die Tiefe mit der Ruhe zu erklären sein, die

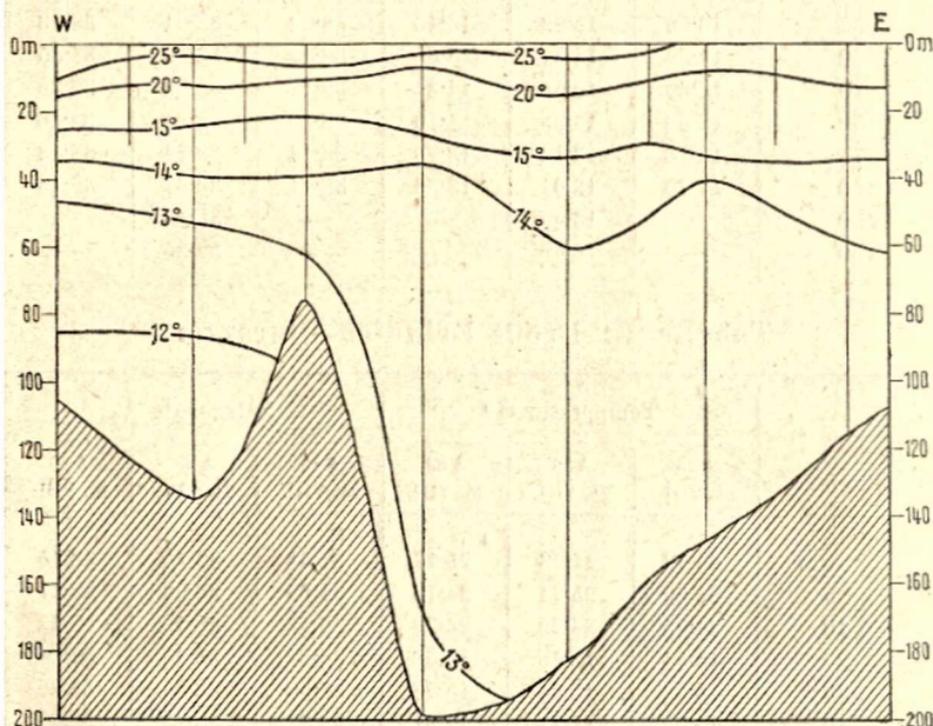


Fig. 3. Verteilung der Temperatur im Profil V (Vieste—Lagostini) am 21. August 1911. — Die vertikalen Linien geben die Lage der Beobachtungsstationen an; der Meeresboden ist schraffiert.

Horizontaler Maßstab 1 : 1,250,000; 8 mm = 10 km der Natur.

in den vorausgehenden heißen Wochen geherrscht hatte; sie brachte es mit sich, daß nur eine geringe Mischung der Wasserschichten durch Wellen zustande kommen konnte.

Eine andere Erscheinung machte sich deutlich in allen Querprofilen geltend: Die warmen Wassermassen fanden sich, mit Ausnahme des südlichsten Profiles, wo sie ungefähr im mittleren Teil der Adria auftraten und hier auch am tiefsten hinabreichten, vorwiegend in der Westhälfte des Meeres, während die Osthälfte ver-

hältnismäßig kühler war. Das beistehende Diagramm, Fig. 3, das die Verteilung der Temperatur entlang des Profils V über Pelagosa hinweg zeigt, mag das veranschaulichen. Die Isotherme von 25° liegt 10 Seemeilen von der italienischen Küste in 10 m Tiefe, bei Pelagosa in beiläufig 7 m, während sie in den östlichen Stationen A 23 und A 24 überhaupt fehlt. Hier hat auch die Oberfläche Temperaturen unter 25° . Dieses Auftreten von etwas kühlerem Wasser an der Oberfläche im Osten geht Hand in Hand mit etwas

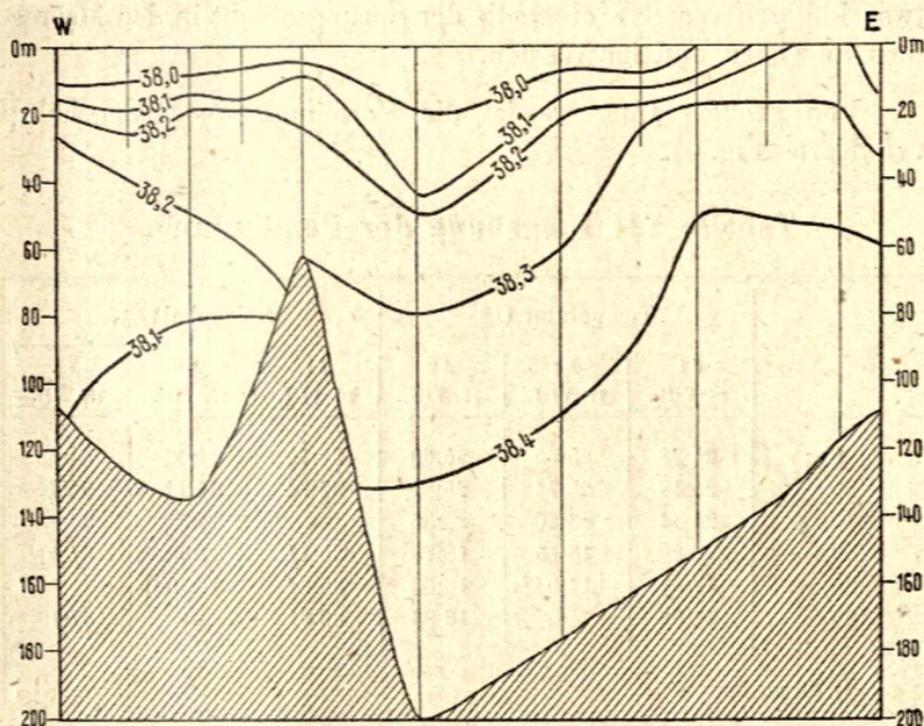


Fig. 4. Verteilung des Salzgehaltes im Profil V am 21. August 1911.

Horizontaler Maßstab 1 : 1,250.000; 8 mm. = 10 km der Natur.

höheren Temperaturen in der Tiefe. Temperaturen unter $12,5^{\circ}$ wurden im Profil V nur im Westen angetroffen, und zwar in 60 m Tiefe, während im Osten bis zu 200 m herunter Temperaturen über $12,5^{\circ}$ bestehen. Man hat direkt den Eindruck, als wenn das warme Wasser an der Oberfläche von Osten nach Westen zusammengetrieben würde und hier heruntersteige, um in der Gegend der Sprungschicht wieder nach Osten zurückzukehren und hier wieder aufzusteigen, während in den tieferen Schichten unterhalb der Sprungschicht das kalte Wasser im westlichen Teil aufsteigt, das warme Wasser aber im östlichen Teil tiefer herabreicht.

Das Diagramm weist auf eine Zirkulation der Wassermassen hin, wie sie durch die in dieser Jahreszeit so häufig wehenden östlichen Winde veranlaßt werden dürfte. Das Profil IV zeigt entsprechende Verhältnisse, während das südlichste Profil VII sie nicht erkennen läßt. Hier ist in der Lage der Isothermen eine andere Zirkulation angedeutet, nämlich ein Zusammenströmen des Wassers von den Seiten her gegen die Mitte, ein Herabsinken in der Mitte bis in die Höhe der Sprungschicht und ein Aufsteigen etwas kälteren Wassers oberhalb der Sprungschicht in den Meeresteilen im Osten und im Westen.

Von großem Interesse ist die Verteilung des Salzgehaltes (vgl. Karte Fig. 5).

Tabelle VI: Umgebung der Pomündung.

| | Temperatur C° | | | Salzgehalt ‰ | | |
|-----|---------------|---------------------|-----------|--------------|---------------------|-----------|
| | J1 | A1 | A2 | J1 | A1 | A2 |
| | 16. VIII. | 17. VIII. | 17. VIII. | 16. VIII. | 17. VIII. | 17. VIII. |
| 0 m | 25·38 | 25·75 | 25·60 | 32·75 | 34·22 | 34·42 |
| 5 | 25·48 | 25·74 | 25·81 | 32·74 | 34·23 | 34·42 |
| 10 | 24·84 | 25·20 | 25·35 | — | 35·91 | 36·04 |
| 20 | 23·39 | 15·16 | 18·78 | 35·71 | 37·32 | 37·47 |
| 30 | 17·07 | 14·04 ¹⁾ | 13·93 | 35·84 | 37·50 ¹⁾ | — |
| 35 | 11·66 | — | 13·94 | 36·31 | — | 37·79 |

¹⁾ 23 m.

Der Einfluß des Po macht sich deutlich im Bereiche des Profiles II und der Station J1 geltend; doch ist das relativ süße Wasser auf die obersten 6—7 m beschränkt und schon in 10 m Tiefe trifft man Wasser von 36 ‰. Oberflächlich ist der ganze Golf von Venedig bis zu einer Linie, die von der Südspitze von Istrien gegen Ancona zieht, durch einen Salzgehalt unter 35 ‰ ausgezeichnet, der, je nachdem die Stränge etwas süßeren Wassers vom Winde hin und her gezogen werden, bald hier, bald dort besonders geringe Werte erreicht. Der Salzgehalt nimmt dann, wie unser Kärtchen zeigt, in der Richtung gegen Südosten deutlich zu. Er beträgt schon auf der Höhe von Pomo und Pelagosa 38·0 ‰ und im Bereiche des südlichsten Profiles sogar 38·2 ‰. Deutlich macht sich aber auch im Sommer die Aussüßung des Dringolfes

durch dessen Zuflüsse geltend. In seiner Nähe zeigen sich, wie in der Nähe der Pomündung, Unregelmäßigkeiten in der Anordnung des Salzgehaltes an der Meeresoberfläche. Es zeigt sich, daß entlang der italienischen Küste in ziemlicher Breite, doch in ge-

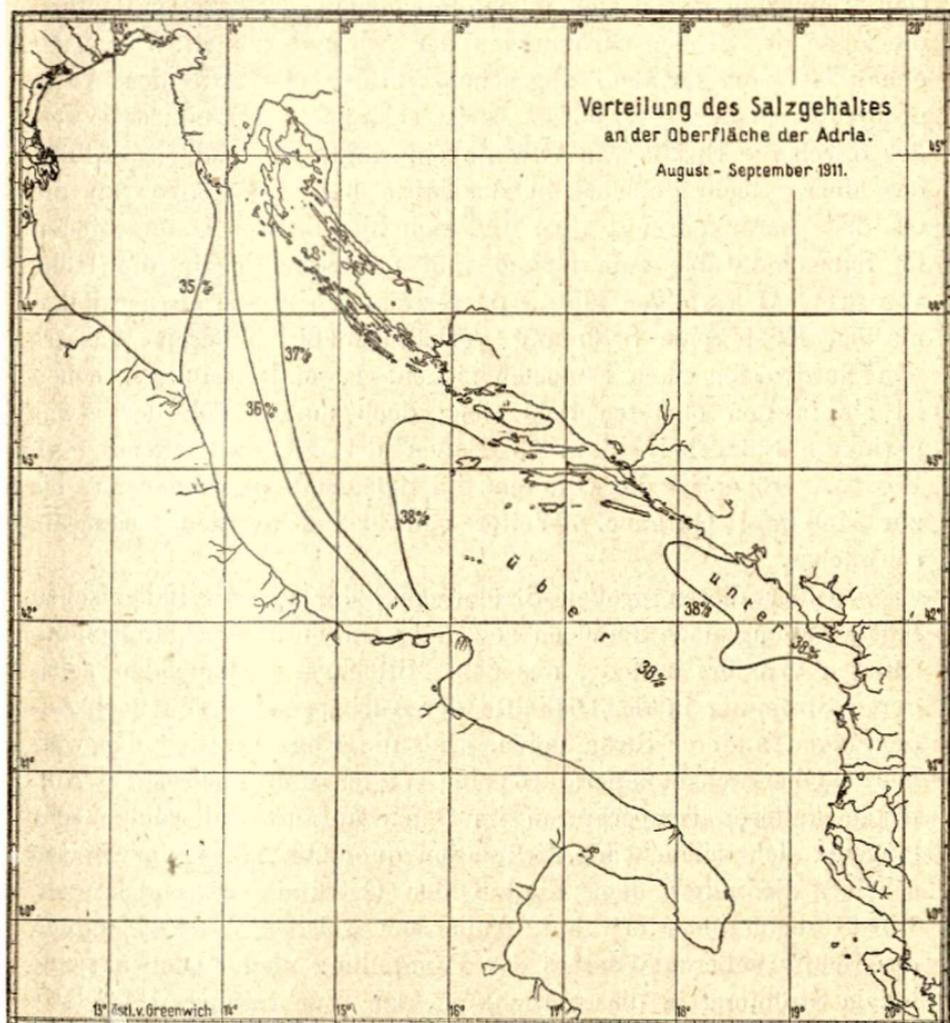


Fig. 5. Die Verteilung des Salzgehaltes an der Oberfläche der Adria in der zweiten Hälfte des August 1911.

1 : 6 Millionen.

ringer Mächtigkeit, weniger salziges Wasser vorherrscht. Dieser der italienischen Küste folgende Strom macht sich auch im Profil IV deutlich geltend. Auch im Profil V ist der Salzgehalt in der Westhälfte der Adria etwas kleiner als in der Osthälfte, doch ist die

Differenz hier schon klein (vgl. Fig. 4). Im südlichsten Profil endlich ist der Salzgehalt in der Mittelachse des Meeres am größten, zu beiden Seiten etwas geringer. Hier dürfte wohl im Westen der Einfluß der italienischen Flüsse, im Osten der Einfluß des Drin maßgebend sein. Immerhin lassen sich in den Salzgehaltsverhältnissen deutlich die Züge der großen Strömungen der Adria erkennen: Der Salzgehalt ist, vom Dringolf abgesehen, in der Osthälfte der Adria größer als in der Westhälfte. Es ist salzreiches Mittelmeerwasser, das durch die Straße von Otranto eindringt, im südlichsten Teil des Meeres sich zunächst in der Mitte hält, dann aber an die Ostküste herangedrängt wird und sich hier an den Unterschieden im Salzgehalte bis zum Grund und nordwärts bis in die Höhe von Profil II verfolgen läßt. Andererseits sehen wir an der italienischen Küste eine Strömung verhältnismäßig süßeren Wassers von Nordwesten nach Südosten ziehen. Besonders ausgesprochen ist sie in den obersten Schichten; doch macht sich der etwas geringere Salzgehalt bis zum Boden des Meeres geltend (vgl. Fig. 4). Größer ist die Differenz im Salzgehalt allerdings nur bis zur Halbinsel Gargano. Weiter südwärts wird der Gegensatz schwächer.

Außer diesen großen Strömungen, der an der italienischen Küste entlang nach Südosten setzenden Strömung verhältnismäßig süßeren Wassers und der aus dem Mittelmeer kommenden salzigeren Strömung in der Osthälfte der Adria, zeigen sich noch Andeutungen anderer Strömungen. Daß die Konzentration der wärmeren Oberflächentemperaturen im Westen und ebenso das Auftreten kälterer Temperaturen im Osten auf eine allerdings sehr langsam sich vollziehende Zirkulation quer zur Adria hinzuweisen scheint, die unter dem Einfluß der Ostwinde zustandekommt, wurde schon oben erwähnt. Außerdem weist die Verschleppung des relativ süßeren Wassers der Pömündung nach Osten auf eine lokale Strömung in dieser Richtung. Die Verbreitung des relativ weniger salzigen Wassers in der Umgebung des Dringolfes mit ihren zwei Zungen (vgl. Karte) läßt sowohl die allgemeine nach Nordwesten gerichtete Strömung, als auch außerdem eine nach Westen quer über das Meer hin gerichtete zum Ausdruck kommen. Wieweit es sich bei diesen quer zur Adria gerichteten sekundären Strömungen um ständige oder aber nur um zufällig gerade während der Fahrt der „Najade“ vorhandene, mit dem Winde wechselnde Strömungen handelt, sei dahingestellt.

Tabelle VII: Temperaturdifferenz Sommer—Winter.

| φ | A 5 | A 13 | A 20 | A 28 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 44.4 | 43.1 | 42.4 | 41.2 |
| 0 m | 14.84° C | 12.60° C | 13.34° C | 15.15° C |
| 5 | 15.08 | 12.51 | 13.15 | 12.93 |
| 10 | 13.24 | 11.94 | 3.62 | 11.27 |
| 20 | 9.20 | 7.91 | 2.83 | 5.37 |
| 30 | 4.73 | 3.69 | 1.45 | — |
| 40 | 3.99 | 2.75 | — | — |
| 50 | 2.64 | 2.17 | 0.72 | 0.95 |
| 75 | — | 1.38 | 0.60 | — |
| 100 | — | 0.69 | — | 0.38 |
| 150 | — | — | — | 0.21 |
| 200 | — | — 0.15 | — | 0.22 |
| 400 | — | — | — | 0.11 |
| 600 | — | — | — | 0.16 |
| 1000 | — | — | — | — 0.24 |
| Mittel | 8.1° C | 4.6° C | 2.1° C | 4.1° C |
| Wärmeumsatz | 37.6 Kal. | 42.7 Kal. | 20.1 Kal. | 38.0 Kal. |

Von großem Interesse ist ein Vergleich der Temperaturen, wie sie im August-September gefunden wurden, mit denen, die wir auf der ersten Terminfahrt im Februar-März feststellten. Die letztere Zeit entsprach ozeanographisch dem Zentrum des Winters, die erstere dem Zentrum des Sommers. Da zeigt sich zunächst die überraschende Tatsache, daß in großen Tiefen bei der Sommerfahrt in manchen Fällen etwas niedrigere Temperaturen beobachtet wurden als bei der Winterfahrt. Das gilt vor allem von der Tiefe bei Pomo und dann von der größten Tiefe im südlichsten Profil. Bei Pomo herrschte in 200 m Tiefe im Februar-März eine Temperatur von 11.88°, im August 11.73°, also eine um 0.15° niedrigere. In der größten Tiefe fanden wir in 1000 m im Februar-März 12.93°, im August-September 12.69°, also auch hier eine Abkühlung um 0.24°. Wie diese Abkühlung zu erklären ist, läßt sich noch nicht sagen. Es ist jedenfalls eine interessante Erscheinung, die hier vorliegt. Am ehesten könnte man wohl an ein Zuströmen kälteren Wassers aus dem nördlichen Teil des Meeres denken. Auch in den mittleren Schichten ist die Erwärmung nur gering, während sie allerdings in den oberen Schichten bedeutende Beträge erreicht. Die obige kleine Zusammenstellung gibt

für einige typische Stationen, die über die Profile verteilt sind, die entsprechenden Werte. (Siehe vorstehende Tabelle VII.)

Am Euße dieser Tabelle ist die mittlere Differenz zwischen der Temperatur des August und der des Februar-März für die ganze Wassersäule, deren Höhe ebenfalls vermerkt ist, angegeben. Sie wurde auf planimetrischem Wege aus einer graphischen Darstellung der vertikalen Verteilung der Temperatur abgeleitet. Selbstverständlich ist diese Differenz in den flachen Teilen des Meeres groß, dagegen in den tiefen sehr klein, weil hier in den großen Tiefen die jahreszeitliche Änderung so gut wie Null ist. Aus diesen Temperaturen läßt sich nun der Wärmeumsatz vom Winter zum Sommer und vom Sommer zum Winter für die betreffenden Wassersäulen berechnen. Der Wärmegewinn für die Zeit vom Februar-März bis August ist in der letzten Reihe der Tabelle angegeben. Er wurde für eine Wassersäule von der angegebenen Höhe und einem Querschnitt von 1 cm^2 , und zwar in großen Kalorien bestimmt. Als spezifische Wärme des Meerwassers wurde dabei der Wert 0.928 zugrunde gelegt. Die Station A 5 hatte darnach einen Wärmegewinn von 37.6 Kalorien, die Station A 13 einen solchen von 42.7 Kalorien, die Station A 28 einen von 38.0 Kalorien. Diese Werte stimmen gut miteinander überein; dagegen fällt der Wert von 20.1 Kalorien für die Station A 20 ganz heraus. Hier an der Schwelle von Pelagosa liegen offenbar Verhältnisse vor, die durch Strömungen modifiziert sind. Die anderen hier gefundenen Beträge für den Wärmeumsatz in der Adria stimmen gut mit dem von J. Hann für das Jonische Meer festgestellten (34.4 Kalorien) überein.

Wir haben oben bei Beschreibung der Fahrt geschildert, wie infolge ungünstigen Wetters nach Absolvierung der Station A 3 die Arbeiten im Profil II abgebrochen werden mußten, um erst am folgenden Tage bei Station A 6 wieder fortgesetzt zu werden. Auf der Rückreise wurden nun nicht nur die ausgefallenen Stationen A 4 und A 5 nachgeholt, sondern auch volle Serien an den Stationen A 6, A 3 und A 2 gewonnen. Es liegen also für drei Stationen je zwei vollständige Beobachtungsserien vor, die in einem zeitlichen Abstand von drei Wochen gewonnen wurden. Da muß nun betont werden, daß die zutage tretenden Differenzen zwischen den beiden Serien einer Station sehr bedeutend sind. Eigenartig genug fallen sie dabei nach verschiedenen Richtungen. Die Temperatur hat in den drei Wochen bei A 2 in den oberen 20 m, bei

A 3 in den oberen 10 m, bei A 6 aber in der ganzen Wassersäule von der Oberfläche bis zum Grunde merklich abgenommen. An der Oberfläche betragen die Differenzen 1.4° bis 2.4° , in den mittleren Tiefen steigen sie auf 6.3° in 20 m Tiefe bei Station A 6. Bei den Stationen A 2 und A 3 macht sich dagegen in den tiefsten Schichten von 30 m, beziehungsweise 20 m abwärts eine deutliche Zunahme der Temperatur geltend, die in beiden Fällen mehr als 1° , im Maximum bei Station A 3 in 20 m Tiefe 4.8° erreicht. Auch der Salzgehalt weist in den drei Wochen wesentliche Änderungen auf. Fast durchwegs ist bei den Stationen A 6, A 3 und A 2 eine Zunahme des Salzgehaltes zu beobachten. Es scheinen die Änderungen auf eine Zufuhr von Wasser in der Tiefe aus den südlichen Teilen der Adria bei gleichzeitiger Abfuhr von Wasser der Oberfläche nach dem Süden hinzuweisen. Jedenfalls zeigen diese Beobachtungen, wie außerordentlich wichtig es ist, um vollkommen vergleichbare Werte zu erhalten, die Stationen der Profile möglichst rasch hintereinander zu absolvieren. Es bestätigt sich, wie richtig das von uns verfolgte Prinzip ist, zuerst die Profile möglichst rasch zu erledigen und erst dann an die 24stündigen Beobachtungen und an das zeitraubende Dredschen und Fischen zu gehen. Bei unseren Fahrten gelang bisher die Absolvierung der Profile in etwa 8–10 Tagen. Es sind also jedenfalls die Beobachtungen entlang der Profile, soweit sie nicht durch Ebbe- und Flutströmungen modifiziert werden, als ungefähr synchron zu betrachten.

Sichttiefe. Mit der Secchischen Scheibe wurden Versuche über die Sichttiefe gemacht. Die Methode ist freilich unsicher und läßt sich an Schärfe nicht mit den Methoden zur Bestimmung der Temperatur und des Salzgehaltes vergleichen. Es spielt die Bedeckung des Himmels, dann auch der Sonnenstand dabei eine Rolle. Immerhin sind die großen Züge, die wir gefunden haben, doch ganz bemerkenswert. Gering ist die Sichttiefe im nördlichen Teil der Adria, der sich auch durch geringen Salzgehalt auszeichnet. An der Ostgrenze des verhältnismäßig wenig salzigen Wassers vor Lussin bei der Station a 4 wurde um 8 Uhr morgens nur eine Sichttiefe von 24 m gefunden. Im Profil zwischen Rogoznica und Ortona nahm die Sichttiefe von Rogoznica in der Richtung nach Westen, also gegen das durch die italienischen Flüsse relativ ausgesüßte Wasser deutlich ab. Sie betrug 10 Seemeilen westlich von Rogoznica 45 m, ebensoviel westlich von Pomo nur noch 32 m. Auffallend groß — 50 m — war sie 10 Seemeilen von Vieste

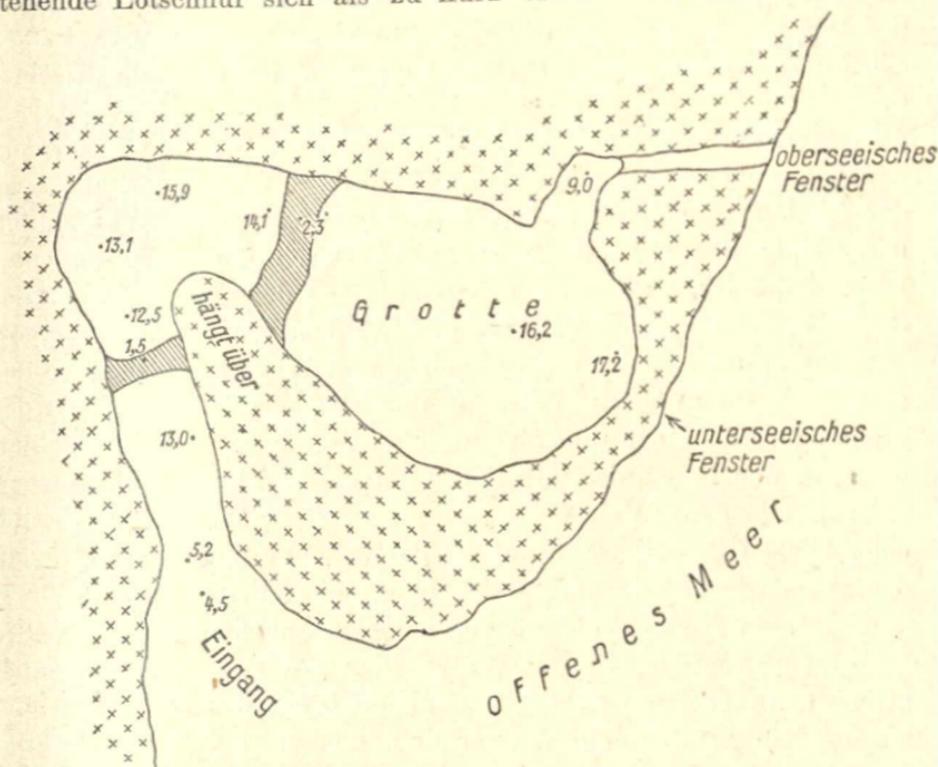
vor der Halbinsel Gargano. Von hier aus wurde sie gegen Lagosta kleiner; so war sie bei Pelagosa nur 38 m. Die größte Sichttiefe fanden wir an der Stelle der größten Tiefe bei der Station A 28 mit 56 m. Es ist dies ein überraschend hoher Wert. Es spricht sich überhaupt in den Zahlen deutlich eine Zunahme der Sichttiefe in der Richtung nach Südosten zu aus.

Grundproben wurden im ganzen sechs mit Hilfe der Bachmannschen Schlammröhre gewonnen. Die Schlammröhre funktionierte ausgezeichnet; ohne daß sie durch ein Fallgewicht eingetrieben worden wäre, bohrte sie sich doch im Meeresgrund bei Station A 18 zwischen der Halbinsel Gargano und Pelagosa 1·05 m, bei der nächsten Station A 19 1·16 m tief ein, wie man an den Schlammspuren auf der Außenseite der Röhre sehen konnte. In der Röhre freilich wurde der Schlamm beim Eindringen der Röhre in den Boden und dann besonders nach erfolgtem Aufheben beim Herauspressen des Bohrkernes auf $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ der Länge komprimiert, so daß wir im allgemeinen im Maximum Bohrkern von 33—41 cm Länge erhielten.

Die blaue Grotte von Busi. Auf der Insel Busi befindet sich eine jener eigenartigen blauen Grotten, deren bekanntester Repräsentant die blaue Grotte von Capri ist. Sie alle zeichnen sich dadurch aus, daß in ihnen nur blaues Licht herrscht. Sonnenlicht gelangt nicht direkt in die Grotte, sondern nur durch das Meerwasser hindurch. Nun werden die verschiedenen Farben des Sonnenspektrums beim Eindringen in das Meerwasser sehr verschieden stark absorbiert: Die roten und gelben Strahlen werden schon von einer verhältnismäßig wenig mächtigen Schicht Meerwasser vollständig verschluckt, während die blauen Strahlen noch durchgelassen werden. So gelangen durch das Wasser hindurch in jene Grotten nur blaue Lichtstrahlen. Bei der Grotte von Capri ist der Eingang so niedrig, daß man sich im Boot tief bücken muß, und der größte Teil des Einganges, doch nicht der ganze, steht unter Wasser, durch das eben das Sonnenlicht in die Grotte hineindringt. Bei der Grotte von Busi liegen die Verhältnisse noch günstiger, insofern als die ganze Öffnung, durch die das Licht eindringt, sich unter Wasser befindet. Der Zutritt zur Grotte erfolgt von der Rückseite durch einen teilweise unter Wasser gesetzten, für Boote befahrbaren schmalen und langen Höhlengang, der an seiner niedrigsten Stelle nur 1·5 m hoch ist und der im Hintergrund der Grotte unter spitzem Winkel auf die Längsachse

der Grotte stößt. So kommt in der Tat gar kein weißes Licht in die Grotte hinein.

Die Grotte ist bisher noch nicht näher untersucht worden. Ein Versuch, in der Mitte der Grotte eine Lotung vorzunehmen, den der Berichtersteller bei Gelegenheit der ersten Universitätsreise im März 1910 machte, mißlang, weil die zur Verfügung stehende Lotschnur sich als zu kurz erwies. Wir benutzten nun



W Fig. 6. Skizze des Grundrisses der blauen Grotte von Busi. E

1:400. 1 m der Natur = 2.5 mm der Skizze.

Die eingetragenen Zahlen bedeuten Tiefen in Metern. — Submarine Felsbogen schraffiert.

den Aufenthalt der „Najade“ bei Busi zu einer, wenn auch nur ganz flüchtigen Aufnahme der Grotte, die in der beistehenden Kartenskizze wiedergegeben ist.

Der Eingang knüpft sich an eine tektonisch angelegte Kluft, die durch das Auftreten von Rutschflächen ausgezeichnet ist, wie sie auch am Felskopf an der Oberfläche gut sichtbar sind. Im Bereich dieser Rutschflächen bestand offenbar leichte Zerstörbarkeit des Kalksteins, Wasser fand seinen Weg in die Tiefe und schuf hier Höhlungen. An der Sohle des Eingangs zeigt sich eine deutliche Rinne 5 m unter dem Wasserspiegel. Der Eingang selbst

hat, wie erwähnt, an seiner niedrigsten Stelle nur eine Höhe von 1·5 m, gemessen bei dem Wasserstand, den wir antrafen. Die Felswand am Eingang fällt steil ins Wasser ab. Wie einen vorstehenden Kragen trägt sie eine Lithotamnienbank. Diese geht auch in den Kanal hinein, doch nicht weit.

Die Achse des Eingangs zur Grotte ist nach Norden gerichtet mit einer Abweichung von 10° nach Westen. Die Achse der Grotte selbst stößt in einem Winkel von 60° mit der Längsachse der Grotte zusammen. Der Eingang ist schmal, an seiner schmalsten Stelle nur 3·2 m breit. Die Tiefen betragen am Eingang um 5 m herum; doch wachsen sie schon in einer Entfernung 8—10 m vom Eingang auf 12 und 13 m, etwas weiter, dort wo der Eingang die große Grotte erreicht, auf 15 m, um in unmittelbarer Nähe des submarinen Fensters, durch das die Grotte das Licht empfängt, 17·2 m zu erreichen. Das domförmige Dach der Grotte wölbt sich noch volle 15 m über dem Wasserspiegel empor.

An zwei Stellen finden sich unter Wasser Felsbogen, der eine noch im Eingang gelegen, der zweite schon am Hals der großen Grotte. Über ihnen steht das Wasser nur wenig mächtig, während der Boden der Grotte tief unter ihnen liegt (vgl. Kartenskizze). Die ganze Felspartie zwischen den beiden Felsbogen, die einerseits an das Gewölbe des Höhleneingangs und andererseits an das Dach der Grotte anschließt, hängt über tiefem Wasser über.

Dr. Rudolphi, als ausgezeichnete Schwimmer, sprang im Badeanzug vom Boot in das Wasser der Grotte. Es war ein eigenartiger Anblick, den silberglänzenden Körper des Badenden in 2 bis 3 m Tiefe unter dem Wasser dahingleiten zu sehen, wie er tief tauchend einen Ausguck durch das Lichtloch in das offene Meer zu gewinnen suchte. Er konnte feststellen, daß sich die obere Kante der Öffnung etwa 1 m unter dem Meeresspiegel befindet, wie er bei unserem Besuche stand. Die Felswand über dem Lichtloch hat eine Breite von nur einigen Metern.

In der Richtung nach Südosten zweigt von der Haupthöhle eine kleine Seitenhöhle ab, die nur zum Teil unter Wasser steht. Ihr Boden steigt rasch an und aus dem Wasser heraus und führt zu einem ins Freie hinausgehenden Fenster, durch das jedoch sehr wenig Licht in die Grotte gelangt, so daß nur die kleine Grotte durch dasselbe in lichten Dämmerchein gehüllt wird, die blaue Farbe der großen Grotte dagegen, die eigentlich mehr ein prächtiges Grünblau oder Silberblau ist, nicht weiter beeinflusst wird.

Daß die Grotte mehrere Öffnungen hat, braucht nicht wunderzunehmen; das ist bei Grotten an Felswänden nicht selten. In der Regel pflegt die Felswand jünger zu sein als die Grotte. Sie wurde durch Abwitterung und Absturz bloßgelegt, wozu in unserem Falle noch die Brandung beigetragen haben mag.

Als günstigste Zeit zum Besuch der Grotte werden die Vormittagsstunden nach 10 Uhr bezeichnet. Daß die Stunden nach 10 Uhr die günstigsten sind, ist eine Folge davon, daß von 10 Uhr ab die submarine Öffnung, durch die das Licht in die Grotte eindringt, direkt von den Sonnenstrahlen getroffen wird, während der Eingang in die Grotte noch im Schatten liegt. Wir waren früher dort, so daß wir die blaue Grotte nicht in der vollsten Pracht⁶ gesehen haben.

Die Feststellung der Tiefe der Grotte hat noch ein besonderes Interesse. Wenn man die ganze Anlage der Grotte betrachtet, so ist es vom ersten Augenblick klar, daß hier nicht etwa eine der Uferhöhlen vorliegt, wie sie gelegentlich durch die Brandung geschaffen werden, sondern eine regelrechte Karsthöhle. Solche Karsthöhlen können nur über dem Meeresspiegel entstehen. Es kann daher die Grotte nicht bei der heutigen relativen Höhenlage von Wasser und Land gebildet worden sein, sondern nur zu einer Zeit, als das Land mehr als 17 m höher lag als heute. Wenn die Grotte heute teilweise unter Wasser steht, so kann das nur die Folge einer Senkung des Landes um mindestens 17 m sein. So zeugt die Existenz der blauen Grotte direkt von einer tektonischen Bodenbewegung, die vor, geologisch gesprochen, nicht allzulanger Zeit hier erfolgt sein muß.

Das ertrunkene Kerkatal bei Sebenico und die Kerkafälle bei Scardona. Schon die Einfahrt in den Hafen von Sebenico durch den engen, gewundenen Kanal San Antonio verrät, daß wir es hier mit einem ursprünglich durch einen Fluß geschaffenen Tale zu tun haben, das später bei einer Senkung des Landes unter den Meeresspiegel geriet. Solange⁷ das Tal als Quertal im harten Rudistenkalk der Kreide verläuft, ist es schmal und eng. Es schließt sich talaufwärts daran bei Sebenico ein als Längstal entwickeltes Talstück an, das in die weichen Schichten des Tertiär eingetieft ist und sich durch seine große Breite auszeichnet. Auch dieses Talstück ist durch die Senkung des Landes unter den Meeresspiegel geraten und stellt daher ein ertrunkenes Tal dar. Die alte Talsohle liegt heute bei Sebenico 38 m unter dem Meeres-

spiegel und senkt sich im Kanal von San Antonio gegen das offene Meer hinaus auf 42 und 43 m Tiefe.

Blickt man vom Hafen von Sebenico in der Richtung gegen Nordwesten und Norden, so zeigen sich hier prachtvoll entwickelte Terrassen in einer Höhe von etwa 20—30 m über dem Meeresspiegel. Über diese Terrassen hinaus erheben sich einzelne Berge, die im Streichen der Schichten von Südwesten nach Nordwesten angeordnet sind. Die Terrassen stellen die Reste einer alten Einebnungsfläche dar, die zu einer Zeit entstand, als die Kerka in höherem Niveau floß und das ganze Tal, das heute ertrunken ist, noch nicht eingetieft war. Sie senken sich in der Richtung zum Meere hin ziemlich rasch, so daß sie am Ausgang des Kanals San Antonio nur eine geringe Höhe über dem Meeresspiegel besitzen. Die Neigung kann keine ursprüngliche sein, sondern nur die Folge einer Schiefstellung des Landes bei einer erfolgten Hebung. Dieser alte Talboden läßt sich talaufwärts bis in die Gegend des Prokljan-sees verfolgen.

Eine lange Geschichte erzählen uns die geschilderten morphologischen Verhältnisse. Nach der erfolgten Faltung des Gebietes fand durch einen Fluß eine Einebnung statt, von der die Reste des alten Talbodens zeugen. Dann setzte eine Hebung ein und damit eine ausgesprochene Tiefenerosion; das Land stand damals bedeutend höher als heute, so daß die Täler unter das Niveau des heutigen Meeres eingetieft wurden. Hierauf trat eine Senkung des Landes ein und das Meer ergriff Besitz vom geschaffenen Tal. Diese Ereignisse haben nicht das untere Kerkatal allein betroffen, sondern die ganze Küste von Dalmatien. Es spiegelt sich eben in den morphologischen Verhältnissen der Umgebung von Sebenico die ganze geologische Geschichte Dalmatiens wieder.

Eine ähnlich mannigfaltige Geschichte erzählt uns auch die Umgebung der Kerkafälle oberhalb Scardona. Während des Rasttages am 1. September unternahmen wir von Sebenico zu Wagen einen Ausflug dorthin, der in mannigfacher Beziehung außerordentlich lehrreich war. Nachdem der erste Anstieg auf der schönen Straße gegen Nordosten gewonnen war, erreichten wir die ausgedehnte Hochfläche, die hier in einer Höhe von beiläufig 180 m liegt und in der Richtung nach Nordosten zu in weiter Erstreckung ansteigt, um 15 km nordöstlich von der Vereinigung der Kerka mit der Klučica die Höhe von 270 m zu erreichen. Die Landoberfläche steht hier in strengem Kontrast zum tektonischen Bau des Gebiets.

Die Lagerung der Schichten zeigt, daß hier in regelmäßiger Folge Antiklinalen und Synklinalen miteinander abwechseln; alle Falten werden aber von der Verebnungsfläche glatt geschnitten. Die Antiklinalen machen sich dadurch geltend, daß hier der Rudistenkalk der oberen Kreide zutage tritt, während in den Synklinalen die Flyschformation erscheint. Mehrfach sind in den hier auftretenden weichen Gesteinen Täler eingeschnitten, die aber die Einheitlichkeit der Verebnungsfläche nicht zu verschleiern vermögen. Die Fahrt auf der Straße, die quer zum Streichen der Schichten verläuft, ließ den Wechsel im Fallen der Schichten deutlich erkennen.

In dieser heute hochliegenden Verebnungsfläche sind die Täler der Kerka und der Klučica mit steilen Gehängen eingeschnitten (vgl. Fig. 7 auf Taf. IV). Etwas unterhalb der Vereinigung der beiden Flüsse liegen die Kerkafälle, in denen die Kerka um 42 m abstürzt.

Gewaltig ist der Gegensatz zwischen dem Kerkatal unterhalb der Fälle und dem Talsystem oberhalb. Das Talstück unterhalb der Fälle ist schmal und die Kerka hier auf eine geringe Breite zusammengedrängt; besonders soweit das Tal in Rudistenkalk verläuft, ist es eng, während es sich in der Talmulde von Scardona, die einer Flyschsynklinale entspricht, verbreitert und einzelne schmale Buchten von der Kerka in kleine Seitentäler hineingreifen. Erst am Prokljansee trifft man eine bedeutende Erweiterung des Wasserspiegels, die hier schon im Zusammenhang mit der weiter oben erwähnten, durch das Sinken des Landes veranlaßten Ertränkung des unteren Kerkatales steht.

Ganz anders als im schmalen engen Tal gleich oberhalb Scardona ist die Entwicklung der Kerka und Klučica oberhalb der Kerkafälle. Hier sind beide Flüsse scenartig erweitert. Der Wasserspiegel greift in Form von mehr oder minder breiten Buchten in die Seitentäler tief ein. Macht das Tal unterhalb der Fälle den Eindruck eines durch Tiefenerosion gebildeten Tales, so besitzt das Talsystem oberhalb der Fälle alle Eigenschaften eines ertrunkenen Talsystems. An der Klučica ist der oberste Teil des Tales schon zugeschüttet. Das gilt auch von einzelnen Seitenbuchten des Kerkatales, so von der Bucht, in die der Vosabach mündet. Die große Mehrzahl der durch das Ertrinken des unteren Teiles von Seitentälern entstandenen Buchten ist jedoch heute noch unversehrt erhalten.

Die Grenze zwischen den beiden so grundverschiedenen Talstücken wird durch den Kerkafall gebildet, zu dem sich unser Weg von der Hochfläche in mehreren größeren Serpentinien herabsenkt.

Eigenartig muten uns die Erscheinungen hier an. Wir sind sonst stets gewohnt, dort, wo Wasserfälle sich finden, ein Einschneiden des Flusses — Tiefenerosion — zu beobachten; der Fluß ist an der Arbeit, den Wasserfall zu vernichten, indem er rückwärts erodiert. Hier an den Kerkafällen liegt die Sache gerade umgekehrt. Der Fluß hat in seinem Bett Tuff abgesetzt und auf diese Weise sich selbst talaufwärts gestaut und den Wasserfall geschaffen (vgl. die Fig. 8 auf Taf. IV). Der Fall gliedert sich in eine Reihe von Stufen. Die Oberfläche jeder Stufe wird von einem horizontalen Wasserspiegel gebildet, der Abfall der Stufe zur nächsten von Tuffwänden. Diese Tuffwände schließen oberhalb Becken ein, in denen das Wasser zum Teil eine nicht unbeträchtliche Tiefe erreicht. So stellt sich der Fall als eine Serie von treppenförmig übereinander gelagerten Becken dar, wobei die talabwärts schauende Wandung jedes Beckens von Tuffmassen gebildet wird. In den Becken ist das Wasser verhältnismäßig ruhig. Es stürzt dann wie über ein Überfallwehr schäumend, aber vollkommen frei von Geschieben über die Tuffwand in das nächste Becken herab. Daß bei der Ausscheidung des Tuffs Organismen, vor allem wohl Kalkalgen eine große Rolle spielen, dürfte sicher sein. Der Rand der Wände wächst infolge der kalkabsondernden Tätigkeit der Algen in die Höhe. Nirgends zeigt dieser Rand Erosionserscheinungen. Nur ist er an der Außenseite deutlich gerieft; aber auch hierfür möchte ich die Ursache nicht sowohl in einer Erosion des Wassers, als vielmehr in einem ungleichförmigen Absatz des Kalktuffes sehen. Die jugendliche frische Form der Beckenränder weist darauf hin, daß sie heute noch in einem weiteren Aufwärtswachsen begriffen sind. Der Fall ist also noch in einer weiteren Entwicklung begriffen. Absatz von Tuff findet übrigens nicht nur hier statt, sondern auch als Überzug über Pflanzen, die in der Inundationszone wachsen.

Flußaufwärts der heute noch in Weiterbildung begriffenen Tuffabsätze im Bereiche der Fälle finden wir ebenfalls noch Tuffabsätze. Es hat sich hier eine Akkumulationsebene gebildet, die von dem vielfach geteilten Fluß in zahlreichen Armen durchflossen wird. Die Tuffabsätze erfolgen auch hier unregelmäßig. Einzelne Becken und Adern sind ausgespart (vgl. das Kärtchen Fig. 7).

Auch der Fall selbst ist nicht geschlossen: in mehreren Armen, von denen jeder Fälle bildet, stürzt die Kerka zur Tiefe; einer derselben bildet allerdings den größten und schönsten Fall.

Betrachtet man die unmittelbare Umgebung des Falles, die reich mit Vegetation bestanden ist, so zeigt sich auch hier überall Tuff. Mächtige Tuffmassen finden sich am Wege, der vom Wirtshause zum Wasserwerk hinunter führt, mächtige Tuffmassen auch auf der andern Seite des Falles, diesen um 8—10 m überragend. Diese Tuffmassen sind heute tot. Sie wachsen nicht weiter. Einstmals sind sie vom Wasser überströmt gewesen; heute liegen die Wasseradern tiefer. Das spricht für eine gewisse Abwechslung in der Tätigkeit des Wassers: erst erfolgte der Absatz jener heute links und rechts des Falles diesen überragenden Tuffmassen, dann ein Einschneiden des Flusses und eine teilweise Zerstörung der Tuffmassen und hierauf ein erneuter Tuffabsatz und die Bildung der schönen Tuffschalen, über die das Wasser heute zur Tiefe stürzt und die auch heute noch in weiterer Entwicklung begriffen sind.

An der Vereinigungsstelle der Kerka und Klučica treten Terrassen auf, die sich nach einer aus der Entfernung vorgenommenen Schätzung etwa 15—20 m über das heutige Niveau des Flusses erheben. Besonders ausgedehnt sind diese Terrassen an dem Vorsprung zwischen den beiden Flüssen. Sie zeigen eine ungefähr horizontale Oberfläche und steile Wände.

Das gilt auch von einer entsprechenden, an Ausdehnung allerdings viel kleineren Terrasse am rechten Ufer der Kerka. Die Terrassen ragen als schmale Halbinseln in die Kerka und ergen diese ein. Sie zeigen in ihren Gehängen, wie vom gegenüberliegenden Ufer mit Hilfe eines Prismenfeldstechers gut zu beobachten war, durchaus Tuffstruktur und die Abbruchformen des Tuffes. In der Tat hat sie auch Fritz v. Kerner bei seiner geologischen Aufnahme des Gebietes als Tuffterrasse in die geologische Spezialkarte 1:75.000 (Blatt Zone 30, Kol. XIV) eingezeichnet. Diese Tuffterrasse stellen die Überreste einer talaufwärts des heutigen Falles gelegenen Tuffablagerung dar,

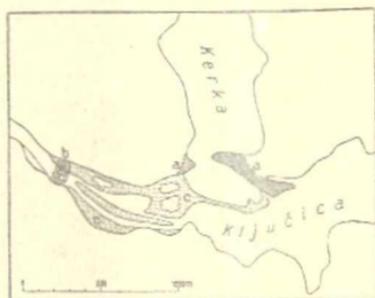


Fig. 7. Übersicht der Tuffabsätze im Bereich des Kerkafalles bei Seardona.
1:55000

a ältester Tuff, Terrassen bildend;
b Tuff, die heutigen Fälle überragend; *c* junger Tuff.
Die Tuffbarriere zwischen Kerka und Klučica ist im Kärtchen übertrieben breit gezeichnet.

die einstmals hier eine gewaltige Barriere bildete und dabei den Fluß 15—20 m höher staute, als es die Tuffablagerung der gegenwärtigen Fälle tut. Diese alte Tuffbarriere ist heute zerschnitten, und zwar tief, da die Kerka durch den Einschnitt ohne bemerkenswerte Steigerung der Geschwindigkeit fließt.

An das obere Ende der im Winkel zwischen beiden Flüssen gelegenen Tuffterrasse schließt sich im Niveau des heutigen Wasserspiegels ein leicht gekrümmter, eigenartiger schmaler Damm an. Er ist von Schilfvegetation eingenommen und Telegraphenstangen sind auf ihm errichtet. Er scheidet offenbar das Wasser der Klučica von dem der Kerka. Es handelt sich fraglos auch hier um einen dammförmigen Absatz aus Tuff. In welcher Richtung die Strömung über diesen Damm hinweggeht, konnte aus der Entfernung nicht festgestellt werden; die Niveaudifferenz zu beiden Seiten des Tales ist jedenfalls so gut wie Null. Doch verrät der Grundriß des Dammes, daß die Strömung von der Kerka zur Klučica geht.

Versuchen wir aus den geschilderten Tatsachen, die freilich durch eine genaue Untersuchung nach mannigfacher Richtung hin noch zu ergänzen wären, die Reihenfolge der Ereignisse im Bereiche der heutigen Kerkafälle übersichtlich zusammenzustellen.

Zuerst erfolgte die Ausbildung der Verebnungsfläche sichtlich durch seitliche Erosion eines großen Flusses in einer Lage unweit der Erosionsbasis.

Es folgte eine Hebung und Schiefstellung des ganzen Gebietes und infolge davon schnitten die Klučica und die Kerka tiefe Täler ein, deren Sohle weit tiefer lag als der heutige Wasserspiegel oberhalb der Fälle.

Nun begann ein Tuffabsatz an der Stelle, wo wir heute die alten Terrassen treffen; dadurch wurde die Kerka talaufwärts gestaut, und zwar 15—20 m über ihre heutige Höhe hinaus.

Es folgte abermals ein Einschneiden des Flusses. Die Tuffbarriere wurde zersägt und nur ihre Reste sind heute noch sichtbar.

Nunmehr begann der Tuffabsatz etwas tiefer talabwärts in der Gegend der heutigen Fälle und es entstand der Tuffwall hier. Aber auch er ist nicht einheitlich. Die Tuffmassen, die die heutigen Fälle überragen, verraten, daß eine Periode des vorwiegenden Tuffabsatzes durch ein solche des Einschneidens des Flusses unterbrochen wurde, worauf dann bei erneutem Tuffabsatz die heutigen Verhältnisse sich herausbildeten.

Wir haben sonach im Bereiche der Kerkafälle drei Perioden, in denen Tuff abgesetzt wurde und emporwachsende Tuffbarrieren den Fluß stauten, getrennt durch zwei Perioden, in denen der Fluß in die Tuffbarriere einschnitt. Was ist die Ursache dieses wechselnden Verhaltens des Flusses? Nahe liegt der Gedanke an Klimaschwankungen. In Zeiten geringeren Niederschlages dürfte wohl die Erosionskraft des Flusses geringer sein, das Quellwasser im Fluß dabei konzentrierter und dementsprechend der Tuffabsatz stark. Anders in feuchten Zeiten; da ist das Flußwasser reichlicher und damit dürfte die Erosionskraft des Flusses zunehmen; auf diese Weise kann ein Einschneiden des Flusses in die vorher gebildeten Tuffablagerungen zustandekommen. Sind es wirklich in dieser Weise Klimaschwankungen, die den Wechsel im Verhalten des Flusses hervorriefen, dann ist es wohl gestattet, sie mit den Eiszeiten und den Interglazialzeiten¹⁾ in Zusammenhang zu bringen. Die Tuffablagerungen wären dann Bildungen der Interglazialzeiten und der Postglazialzeit, die Zerschneidung der Tuffbarrieren würde dagegen je in eine Eiszeit fallen.

Regt in dieser Weise die Beobachtung der Erscheinungen im Bereiche der Kerkafälle zum Nachdenken und zum Verfolgen der Talgeschichte des Gebietes an, so darf darüber die landschaftliche Schönheit der Kerkafälle und ihrer Umgebung nicht vergessen werden. Grau liegt die öde Hochfläche da, grau und gelb sind die Gehänge der steil in die Hochfläche geschnittenen Täler, intensiv gelb der Tuffabsatz der Fälle. Dazu gesellt sich das tiefe Blau des klaren, seenartig erweiterten Wassers der Kerka und der Klučica und das saftige Grün der üppigen Vegetation, die den Fluß umsäumt und die Tuffinseln und Tuffbarrieren besiedelt, und über dem ganzen spannte sich zur Zeit unseres Besuches ein wolkenloser lichtblauer Himmel — fürwahr ein Bild von einer Farbenpracht, wie ich sie kaum je gesehen.

¹⁾ Vielleicht auch mit den Rückzugsstadien der letzten Eiszeit und den Interstadialzeiten.

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): Brückner Eduard

Artikel/Article: [Die dritte Terminfahrt S. M. S. „Najade“ in der Hochsee der Adria vom 16. August bis 5. September 1911. 5-39](#)