

Hydrographische Untersuchungen des Golfes von Neapel im Sommer 1913

Ausgeführt und bearbeitet im Auftrage der Zoologischen Station
zu Neapel

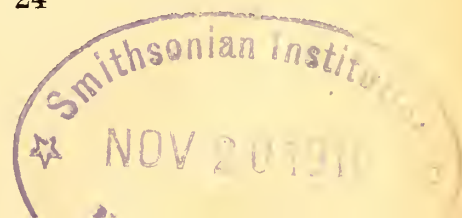
von

Dr. Fritz Wendicke.

Mit 15 Textfiguren und Tafel 11.

Inhaltsverzeichnis.

Vorwort	330
Einleitung	330
Die angewandten Instrumente, die Arbeitsmethoden und das Arbeitsgebiet .	330
I. Kapitel.	
A. Die vertikale Temperatur-, Salzgehalt- und Dichteverteilung Anfang Juni 1913	332
B. Die vertikale Sauerstoffverteilung am 19. Juni 1913	336
II. Kapitel.	
Änderungen der physikalischen Verhältnisse des Golfes im Laufe des Sommers	339
A. Die oberen Wasserschichten	340
a. Die Temperaturveränderung im Laufe des Sommers	340
b. Die Salzgehaltsänderungen an der Oberfläche im Laufe des Sommers .	342
B. Die Veränderungen in den Tiefen	345
III. Kapitel.	
Änderungen der physikalischen Verhältnisse im Laufe eines Tages oder einiger Stunden	349
A. Der tägliche Temperaturgang des Wassers	349
B. Andere Änderungen der physikalischen Verhältnisse in kurzer Zeit. Sauer- stoffschwankungen	354
IV. Kapitel.	
Süßwasserzufuhr und horizontale Salzgehaltsunterschiede.	357
Schluß.	
Die Ergebnisse der Arbeit und Aufgaben für die Zukunft	359



Vorwort.

Da von der zoologischen Station zu Neapel geplant wird, die Ozeanographie in ihr Arbeitsprogramm aufzunehmen, so wurde ich für den Sommer des Jahres 1913 dorthin berufen, um die dazu notwendigen Vorbereitungen zu treffen und, soweit es anging, einige Voruntersuchungen auszuführen. Die Ergebnisse derselben bringt diese kurze Arbeit. Sie ist nur als erster Anfang hydrographischer Golfstudien anzusehen. Die wenigen Beobachtungen — im ganzen waren nur vier Ausfahrten möglich — bezweckten lediglich eine erste Orientierung über die physikalischen Verhältnisse des Golfs, denn bekannt davon war herzlich wenig, wie bei späterer Gelegenheit in einem geschichtlichen Rückblick ausgeführt werden wird. Die angestrebte Orientierung ist erreicht worden. Bei der Bearbeitung des Beobachtungsmaterials haben sich eine Reihe interessanter Fragen ergeben, die zu verfolgen sind, und deren Beantwortung für die Zoologen von großem Wert sein wird. Die Richtung, in der die späteren die Untersuchungen ausgedehnt werden müssen, ist klargelegt.

Einleitung.

Die angewandten Instrumente, die Arbeitsmethoden und das Arbeitsgebiet.

Die in dieser Arbeit besprochenen hydrographischen Untersuchungen des Golfes von Neapel vom Sommer 1913 wurden an Bord des alten Stationsdampfers »Johannes Müller« ausgeführt. Aus einer alten Lotmaschine war eine Handwinde mit Bandbremse hergestellt worden, die 450 m Bronzelitze von 4 mm Stärke trug. Die untere Grenze, bis zu der gearbeitet werden konnte, war dadurch festgesetzt. Von der Winde aus lief der Draht über ein heraushängendes Meterrad, um das er zweimal geschlungen war, um ein Springen zu vermeiden. Außer dieser Winde stand noch eine Fahrradlotmaschine mit Klavierseitendraht nach dem System HELLAND-HANSEN, AMUNDSEN u. a. zur Verfügung. Sie wurde benutzt, um die Positionsbestimmungen, die durch Deckpeilungen und Sextantenmessungen erfolgten, zu kontrollieren. An Instrumenten kamen zur Verwendung: Zwei gute EKMANNSche Wasserschöpfer aus Christiania, zwei Umkippthermometer von C. RICHTER, Berlin (Fabriknummer 142 und 113). Die Ablesungen erfolgten mit Hilfe einer Ableselupe. Zur Aufnahme der Wasserproben für Salzgehaltsbestimmungen dienten die jetzt

allgemein bevorzugten kleinen grünen Glasflaschen mit Patentverschluß von 150 ccm Inhalt, für die Sauerstoffproben standen weiße Glasflaschen von 220 ccm mit eingeschliffenem Stopfen zur Verfügung. Bei den Arbeiten im Laboratorium gelangten MOHR'S Chlortitration und WINKLER'S Methode der Sauerstoffanalyse zur Anwendung. — Da eine ausführliche Besprechung der angewandten Instrumente und Methoden aus dem Rahmen dieser Arbeit fallen würde, will ich mich mit der obigen kurzen



Figur 1.

Verteilung der Beobachtungsstationen im Golfe von Neapel.

Station 1 bis 17 am 5.—7. Juni 1913.

Station I bis VI am 29.—31. Juli 1913.

Station a. 24stündige Beobachtung am 19./20. August 1913.

Station b. 24stündige Beobachtung am 29./30. August 1913.

Aufzählung und der Bemerkung begnügen, daß ich glaube bei der Anwendung derselben alle bekannten Vorsichtsmaßregeln beachtet zu haben.

Um den Leser mit dem Arbeitsgebiet bekannt zu machen, ist der Arbeit eine Tiefenkarte des Golfes als Tafel beigelegt. Sie ist nach der Seekarte der italienischen Marine gezeichnet worden. Wir ersehen aus ihr, daß der Golf die Gestalt eines Rhombus besitzt, der sich mit einer Seite nach Südwesten, dem Meere, frei öffnet. Von hier aus reichen größere

Tiefen zungenförmig in den Golf hinein. Die übrigen drei Seiten des Rhombus werden vom Festland und von Inseln gebildet. Die schmalen Zugangsstraßen, die nach Nordwesten und Südosten noch freibleiben, besitzen eine geringe Tiefe. Zwischen der Halbinsel von Sorrent und der Insel Capri beträgt die maximale Tiefe 80 m, zwischen Ischia und Procida 20 m und zwischen Procida und Festland gar nur 12 m. Das größte Areal wird von der 100 und 200 m Isobathe umspannt, und besonders das weite Plateau im Osten ist bemerkenswert. — An welchen Punkten in diesem Gebiet gearbeitet wurde, zeigt Figur 1. In ihr sind alle Beobachtungsstationen der verschiedenen Ausfahrten eingezeichnet.

I. Kapitel.

A) Die vertikale Temperatur-, Salzgehalt- und Dichteverteilung im Golf von Neapel Anfang Juni 1913.

Die erste Ausfahrt wurde mit dem Stationsdampfer »Johannes Müller« am 5., 6. und 7. Juni unternommen. Während dieser drei Tage wurden an 17 über den ganzen Golf von Neapel verteilten Stationen Temperaturen gemessen und Wasserproben entnommen.

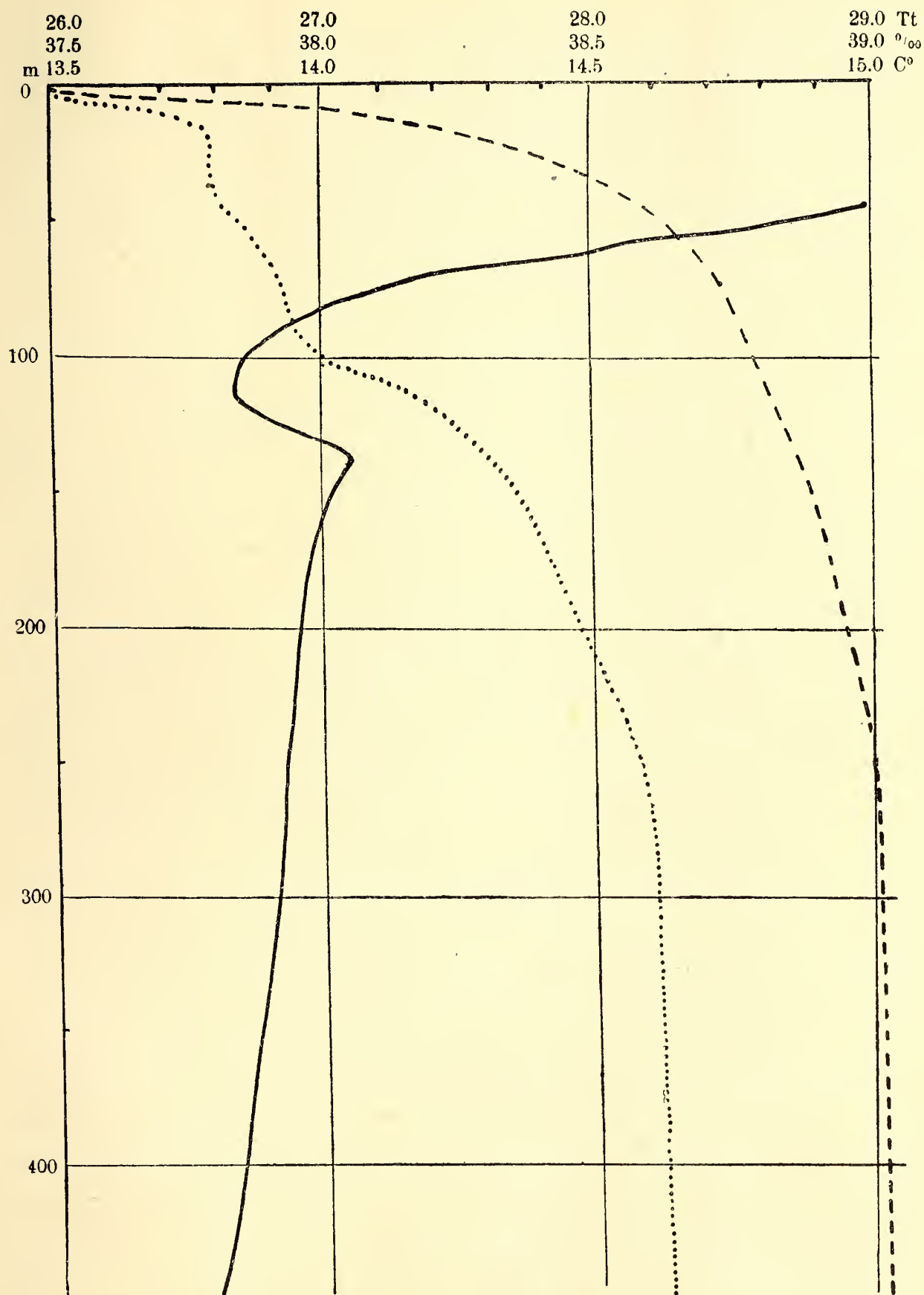
Die Lage der Stationen ist der Kartenskizze von Figur 1 zu entnehmen.

Die Messungen aller 17 Stationen wurden für jede einzelne Tiefe, in der beobachtet wurde, vereinigt. Auf diese Weise wurden Mittelwerte erzielt, an denen man die vertikale Temperaturen-, Salzgehalt- und Dichteverteilung des Golfes am Anfang Juni 1913 studieren kann.

Die ermittelten Zahlen sind in folgender Tabelle enthalten und in beistehenden Figuren 2 und 2a zu überblicken.

Mittelwerte für Temperatur und Salzgehalt der verschiedenen Tiefen, 5.—7. Juni 1913.

Tiefe m	C°	‰	σ_t	Tiefe m	C°	‰	σ_t
0	22.70	37.53	25.89	90	13.92	37.93	28.50
2	22.46	37.49	25.93	100	13.85	37.99	28.55
5	21.71	37.59	26.31	150	14.01	38.35	28.79
10	19.20	37.68	27.02	200	13.96	38.46	28.89
15	18.29	37.76	27.33	250	13.91	38.57	29.00
20	17.67	37.79	27.52	300	13.91	38.60	29.02
25	17.05	37.79	27.69	350	13.85	38.61	29.04
35	15.84	37.79	27.95	400	13.84	38.62	29.04
50	14.88	37.84	28.21	450	13.78	38.63	29.06
75	14.11	37.92	28.44				



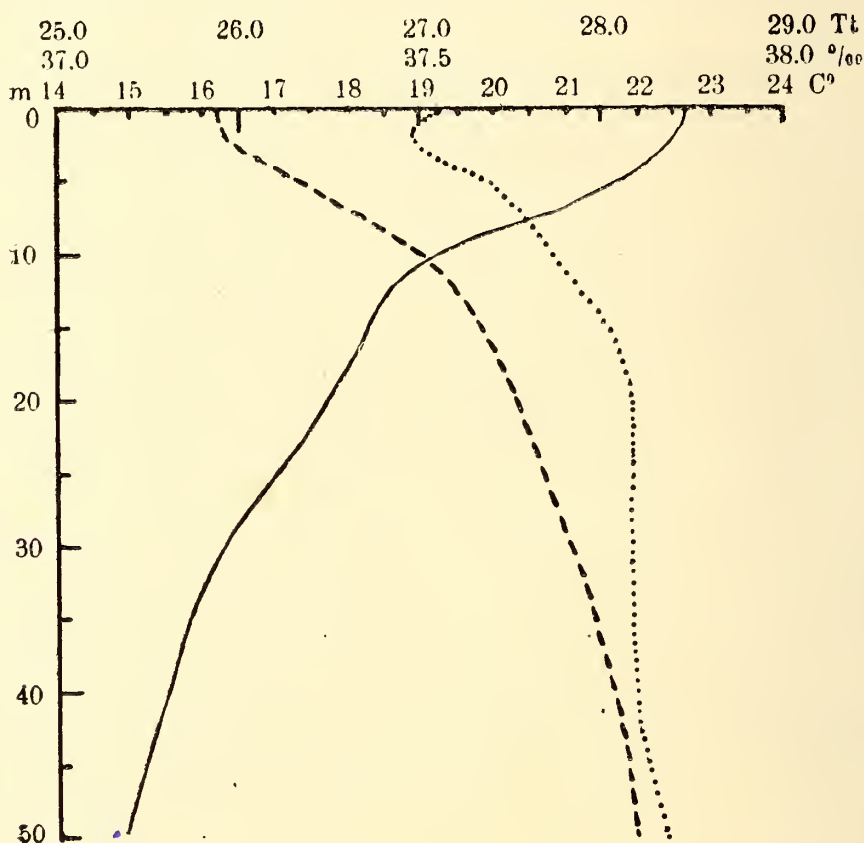
Figur 2.

Vertikale Temperatur —, Salzgehalt und Dichte ---- Verteilung im Golfe von Neapel. 5.—7. Juni 1913.

Die Figur enthält Mittelwerte von 17 Beobachtungsstationen.

Figur 2a (pag. 334) stellt die oberen 50 m besonders dar.

Für den Golf von Neapel ist die Tatsache bekannt, daß das Vorkommen verschiedener Formen im Laufe des Jahres einem vertikalen Wechsel unterworfen ist. Dieser Wechsel ist offenbar durch physikalische Veränderungen der Wasserschichten bedingt. Ich will daher, dem Wunsche einiger Herren, die an der zoologischen Station arbeiten, folgend, bei der Besprechung der vertikalen Temperatur-, Salzgehalt- und Dichteverteilung kurz ausführen, inwieweit durch diese drei Faktoren das begrenzte Vorkommen einiger Formen verursacht sein kann.



Figur 2a.

Aus Figur 2 ersehen wir, daß die Temperatur des Wassers, die an der Oberfläche im Juni fast 23°C erreicht, mit der Tiefe schnell sinkt. Bei 12 m Tiefe ist sie schon um 3° niedriger und fällt dann sehr gleichmäßig um etwa 0.12° pro Meter. Von 40 m an wird die Abnahme langsam geringer. Zwischen 110 und 120 m Tiefe ist ein Minimum erreicht von 13.80°C . In den nächsten 20 m steigt die Temperatur nun schnell wieder an zu einem Maximum von etwas über 14.00°C , um darauf wieder ganz langsam zu sinken.

Die Erklärung dieser vertikalen Temperaturverteilung liegt auf der Hand. Das Temperaturminimum zwischen 110 und 120 m ist im letzten Winter entstanden. Durch die starke winterliche Ausstrahlung und

Wärmeabgabe war das Oberflächenwasser so stark abgekühlt und dadurch spezifisch so viel schwerer geworden, daß vertikale Konvektion eintreten konnte. Diese reichte aber nur bis in die oben genannte Tiefe. Das Temperaturmaximum in 140 m Tiefe bezeugt jedenfalls, daß das Wasser dieser Tiefen von der winterlichen Abkühlung schon ungestört blieb. Allein aus dem ermittelten Temperaturverlauf ist also zu schließen, daß wir hier in rund 150 m Tiefe eine Grenze für die Lebensfähigkeit gewisser, für Temperaturänderungen sehr empfindlicher vegetabilischer oder tierischer Formen haben können. Da nämlich die Temperaturverhältnisse des letzten Winters keine stark anormalen waren, so darf man schließen, daß alljährlich die winterliche Abkühlung nicht viel tiefer reicht, daß also alles, was unter dieser Grenze existiert, verschont bleiben wird von den größeren Temperaturstörungen und Schwankungen, die sich alljährlich in der Oberschicht abspielen.

Betrachten wir in den Figuren 2 und 2a die Salzgehaltskurve, so sehen wir zunächst eine kleine Abnahme des Salzgehalts in den oberen Schichten, darauf aber eine schnelle Zunahme bis etwa 20 Tiefe. Gehen wir tiefer, so wird das Wasser bald langsam, bald schneller salzreicher, um schließlich von 250 m an abwärts bis 450 m sehr langsam und gleichmäßig an Salzgehalt zuzunehmen. Interessant an der Kurve ist jedenfalls, daß in den Tiefen, wo wir auch in der Temperatur Unregelmäßigkeiten finden, nämlich zwischen 100 und 150 m, die Salzgehaltsabnahme noch einmal beträchtlicher wird. Auch die Salzgehaltskurve zeigt uns also an, daß hier die Grenze liegt zwischen zwei voneinander abweichenden Wasserschichten. Dadurch werden wir in der Annahme, daß hier eine Grenze bestimmter Tier- oder Pflanzenformen vorliegen kann, bestärkt. Jedes Wesen, was sich aus der gleichförmigen unteren Schicht über diese Grenze hinaus erhebt, wird dadurch nicht nur stärkeren Temperaturveränderungen ausgesetzt, sondern auch im Salzgehalt wird es, verglichen mit der so gleichartigen Bodenschicht, relativ großen Schwankungen unterworfen sein.

In den Figuren 2 und 2a wird auch die mittlere vertikale Verteilung des spezifischen Gewichtes dargestellt, wie es sich aus dem gefundenen Salzgehalt und den gemessenen Temperaturen ergibt. Zwischen der Kurve hierfür und denen für Temperatur und Salzgehalt macht sich ein großer Gegensatz bemerkbar. Ganz augenfällig nämlich ist ihr idealer gleichförmiger Verlauf. Die anfangs schnelle Zunahme des spezifischen Gewichtes unter der Oberfläche wird, je tiefer man kommt, ganz allmählich langsamer. Kein starker Sprung, keine Unregelmäßigkeit macht sich in der Kurve geltend. Auch in den für die Temperatur und den Salz-

gehalt kritischen Tiefen zwischen 100 und 150 m bleibt ihr Verlauf vollkommen gleichförmig. Wir können also dem spezifischen Gewicht nach nicht eine Oberschicht von einer Bodenschicht trennen.

Diese Tatsache ist von einiger Bedeutung. Wenn nämlich hier biologisch eine Grenze nachgewiesen wird, so kann diese nicht durch das spezifische Gewicht bedingt sein. Letzteres wäre nur möglich, wenn in dem kritischen Bereich eine sprunghafte Änderung des spezifischen Gewichtes erfolgte, und man Organismen finden würde, die an bestimmte Grenzen desselben gebunden sind.

Das spezifische Gewicht ist also aus der Reihe der möglichen physikalischen Faktoren eliminiert; es kann nach unseren Beobachtungen im Anfang Juni keine scharfen Abgrenzungen im Auftreten der Fauna verursachen. — Ferner ist zu bemerken, daß wegen dieses gleichförmigen Verlaufes des spezifischen Gewichtes auch vertikale Wanderungen, soweit sie nicht motorisch, sondern durch Veränderungen der Schwere hervorgerufen werden, sich bequem durch das zwischen 100 und 150 m für Temperatur und Salzgehalt beobachtete Grenzgebiet hindurch erstrecken können. So werden z. B. die toten Organismen in dem Grenzgebiet beim Absinken keine Verzögerung ihrer Sinkgeschwindigkeit wegen plötzlich großer Zunahme des spezifischen Gewichtes des Wassers haben. Es kann in der Grenzschicht keine Anhäufung verwesender Materie entstehen. Daraus ergeben sich nun gleich wieder einige Folgerungen. Weder gibt es für diejenige Fauna, die sich von absinkender Materie nährt, ein besonderes Gebiet reichlichster Nahrung, noch besteht eine Zone, in der sich wegen besonderen Reichtums an verwesendem Material ein Sauerstoffminimum einstellen kann, das die Verteilung und das Vorkommen der Fauna wieder beeinflussen würde¹⁾.

B) Die vertikale Sauerstoffverteilung im Golf von Neapel am 19. Juni 1913.

War so durch die erste Ausfahrt am 5.—7. Juni eine allgemeine Orientierung über die vertikale Temperatur-, Salzgehalt- und Dichteverteilung im Golf von Neapel erzielt worden, so drängte sich der Wunsch auf, noch einen weiteren hydrographisch und zoologisch sehr wichtigen Faktor, nämlich den Sauerstoffgehalt des Golfwassers, kennen zu lernen. Sobald daher die dazu erforderlichen Chemikalien beschafft worden waren, wurde am 19. Juni bei der Station 11 (vgl. die Kartenskizze Figur 1) die vertikale Sauerstoffverteilung bestimmt.

¹⁾ Die für den Golf gefundenen Sauerstoffwerte (vgl. S. 338 Fig. 3) entsprechen vollkommen diesen Folgerungen.

Beobachtungsmaterial von Station 11, am 19. Juni 1913.

Position 40° 41' 34" N.B. — 14° 8' 48" Ö.L.

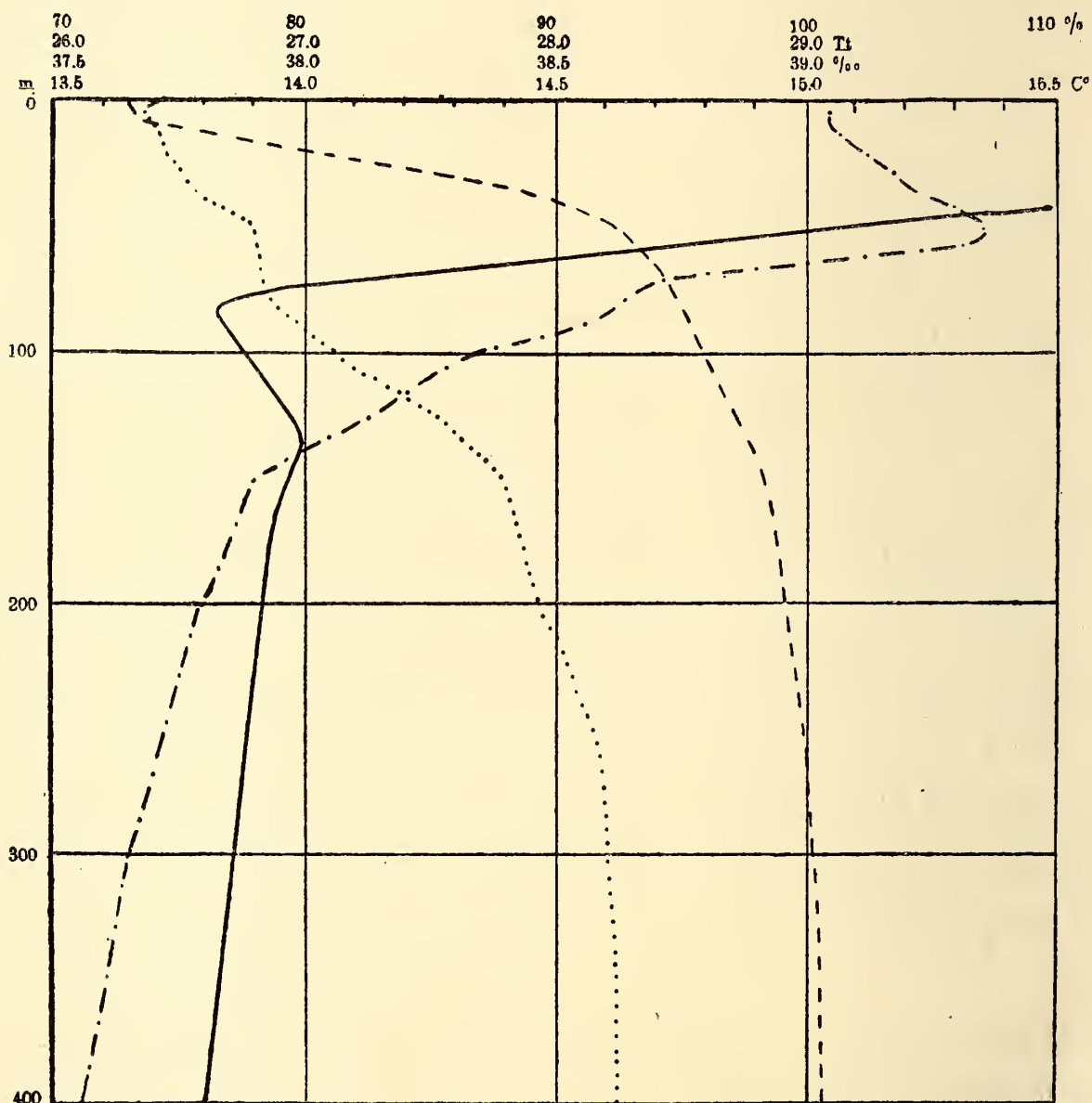
Bewölkung 9, Wind S 1—3, starke Dünung aus SW.

Tiefe m	Zeit	Wahre Tempe- ratur °C	S	σ_t	Sauerstoff Absolute Menge ccm pro Liter	Sauerstoff Relative nach FOX	Sauerstoff Menge nach JAKOBSEN
0	a. m. 9 ^h 50	22.10	37.72	26.29	5.35	—	—
5	p. m. 1 ^h 10	21.83	37.68	26.32	5.15	101	101
10	1 20	21.78	37.70	26.34	5.16	101	101
20	1 20	19.38	37.72	27.02	—	—	—
25	1 10	18.59	37.74	27.23	5.55	103	103
35	1 00	16.38	37.77	27.80	5.74	103	104
50	1 00	15.09	37.90	28.20	6.10	107	109
75	12 30	13.97	37.92	28.47	5.44	93.5	95
90	12 30	13.83	37.99	28.55	5.29	91	93
100	11 45	13.88	38.06	28.60	5.05	87	89
105	12 00	13.89	38.08	28.60	4.97	86	87
115	12 00	13.93	38.17	28.66	4.93	84	86
120	11 45	13.94	38.21	28.69	4.93	—	—
130	11 25	13.98	38.28	28.74	4.73	82	83
150	11 25	13.97	38.39	28.83	4.53	78	80
200	11 00	13.91	38.46	28.90	4.41	76	77
250	11 10	13.90	38.57	28.98	—	—	—
300	10 40	13.87 13.79	38.60	29.02	4.23	73	74
350	10 10	13.83 13.81	38.62	29.05	—	—	—
400	8 22	13.79 13.79	38.62	29.05	4.13	71	73

Anm. Die Sauerstoffanalysen wurden nach der verlässlichen WINKLERSchen Methode ausgeführt. Vgl. E. RUPPIN, Die hydrographisch chemischen Methoden. Abhandlung 2 aus »Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen«. Neue Folge. 14. Band, Abteilung Kiel 1912.

Nachdem die absolute Menge in Kubikzentimetern pro Liter — gemessen bei 0° C und 760 mm Druck — bestimmt war, erfolgte die Berechnung der relativen Sauerstoffmenge (in % angegeben) auf zwei Arten. Das eine Mal nach der Formel von FOX — Dr. CHARLES J. J. FOX, Publications de Circonstance Nr. 41 — das andere Mal nach JAKOBSENS Angaben — J. P. JAKOBSEN, Meddelelser fra Kommissionen for Havundersögelse Nr. 8, Kopenhagen 1905. — Letzteres geschah nur, um den Unterschied der Berechnungsmethode bei unseren Sauerstoffwerten einmal festzulegen und um einen Vergleich mit den Ergebnissen der dänischen »Thor«-Expeditionen im Mittelmeer zu ermöglichen. — Alle späteren Berechnungen der relativen Sauerstoffmenge werden allein nach den Foxschen Tabellen, denen wir größeres Vertrauen schenken, ausgeführt werden.

In den oberen Wasserschichten des Golfes entsprechen die Sauerstoffwerte den natürlichen Bedingungen, d. h. das Wasser ist mit Sauerstoff gesättigt. Da an der Oberfläche dem Wasser stets Gelegenheit gegeben ist, überschüssigen Sauerstoff an die Luft abzugeben, fehlenden aber aus letzterer zu ersetzen, so muß sich ja die relative Sauerstoffmenge der oberen



Figur 3.

Vertikale Sauerstoff-, Temperatur-, Salzgehalt- und Dichteverteilung im Golfe von Neapel. 19. Juni 1913.

Sauerstoff — · — · — ·, Temperatur —, Salzgehalt · · · · ·, Dichte - - - - -.

Wasserschichten immer auf nahezu 100% konstant erhalten. Dieser Ausgleich durch die Luft kann sich aber im Wasser nur insoweit bemerkbar machen, wie es durch Wind, Wellen und Konvektion durchmischt wird. Im Golfe von Neapel reicht diese Durchmischung nicht tief, nicht viel tiefer als bis zu 10 m, wie aus den Dichtewerten zu entnehmen ist, welche

in 10 m erst um 0,05%, in 20 m Tiefe aber schon um 0,73% von der Oberfläche abweichen. Bis zu 10 m Tiefe fanden wir deshalb auch im Golfe am 19. Juni Sauerstoffwerte, die nach den angetroffenen Temperaturen und dem ermittelten Chlorgehalt zu erwarten sind und dem Sättigungspunkte sehr nahe kommen.

Gehen wir aber tiefer, so kommen wir in Wassermassen, die mit Sauerstoff übersättigt sind. Sie befinden sich einer Tiefe von rund 10 bis 60 m. Diese Übersättigung an Sauerstoff kommt durch die Tätigkeit des reichlich entwickelten vegetabilischen Planktons zustande, denn letzteres zerlegt in seinem Chromophyll unter Einwirkung des Lichtes die Kohlensäure, assimiliert davon den Kohlenstoff und gibt den Sauerstoff frei. Da der so erzeugte Sauerstoff weder in gleicher Menge von den tierischen Wesen zur Atmung verbraucht wird, noch durch die im Wasser so langsame Diffusion ausgeglichen werden kann, so muß sich dieses Gebiet der Übersättigung ausbilden und unterhalten.

Ausgeglichen kann es erst werden, wenn vertikale Zirkulationen oder Konvektionsströmungen für Durchmischung mit an Sauerstoff unter-sättigtem Wasser oder Berührung mit der Luft sorgen, oder wenn das vegetabilische Plankton abstirbt und das tierische die Oberhand bekommt. In rund 50 m Tiefe fanden wir das Maximum der Übersättigung. Die relative Sauerstoffmenge betrug dort 107%.

Verfolgen wir in Figur 3 die Kurve für den relativen Sauerstoffgehalt weiter, so sehen wir eine außerordentlich rasche Abnahme unterhalb dieses Maximums, die erst in 150 m Tiefe, also unterhalb der nach Temperatur- und Salzgehalt festgestellten Grenzsicht, aufhört. Der Sauerstoff wurde in 150 m zu 78% bestimmt. Gehen wir tiefer, so erfolgt das weitere Sinken sehr gleichmäßig und so langsam, daß auch in 400 m Tiefe noch über 70% Sauerstoff gefunden werden. Schon in viel geringeren Tiefen ist an eine Wirkung des Lichtes und deshalb an eine Erzeugung von Sauerstoff durch vegetabilisches Plankton nicht mehr zu denken. Wenn trotzdem der Sauerstoffgehalt in 400 m Tiefe so groß ist, so muß er auf irgendeine Weise diesen Tiefen zugeführt werden. Die Beantwortung dieser Frage muß in späteren Untersuchungen angestrebt werden.

II. Kapitel.

Anderungen der physikalischen Verhältnisse des Golfes im Laufe des Sommers.

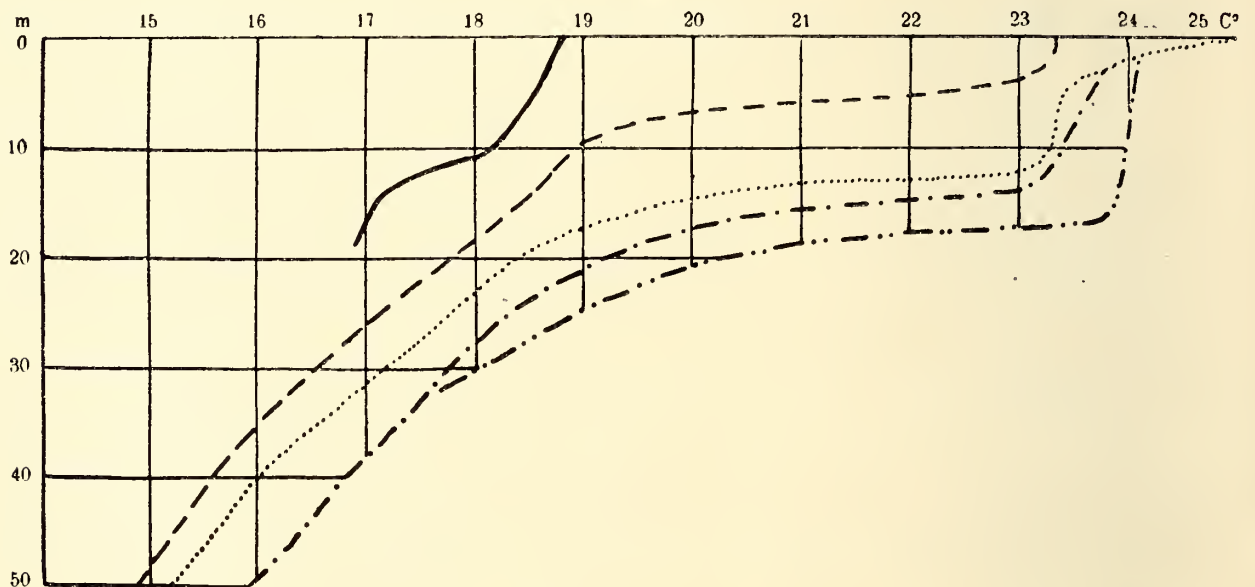
Sobald in der zoologischen Station zu Neapel ständige ozeanographische Untersuchungen in Angriff genommen werden, wird es eine der

ersten Aufgaben sein, durch regelmäßige Ausfahrten die Änderungen der physikalischen Verhältnisse im Laufe des Jahres zu bestimmen. Ist es doch von größtem Interesse und für die Lösung vieler zoologischer Fragen unerlässlich, zu wissen, ob die einzelnen Faktoren einem Jahreszyklus unterworfen sind, wie groß derselbe ist, und wie er sich abspielt. Das Beobachtungsmaterial vom Sommer 1913 versetzt uns in die Lage ein Weniges darüber zu sagen.

A) Die oberen Wasserschichten.

a) Die Temperaturveränderung im Laufe des Sommers.

Am ausgeprägtesten sind naturgemäß im Laufe des Sommers die Temperaturänderungen der oberen Wasserschichten. In den Figuren 4

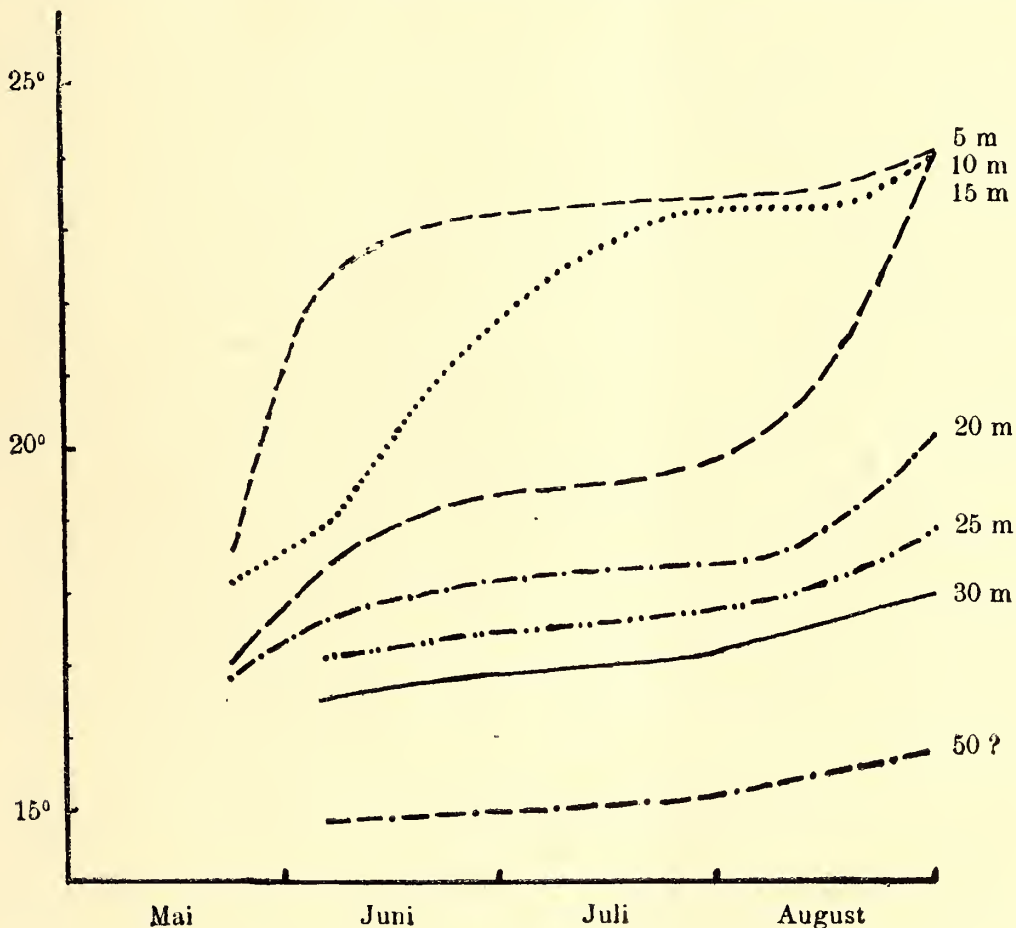


Figur 4.

Die Temperaturveränderung der oberen Wasserschichten im Laufe des Sommers. 22./5. —, 5.—7./6. — — —, 29.—31./7. ·····, 19.—20./8. — · — · —, 29.—30./8. — — — —

und 5 werden die Beobachtungsergebnisse dargestellt. Figur 4 veranschaulicht, wie an den verschiedenen Ausfahrtstagen die Abnahme der Temperatur mit der Tiefe war. Figur 5 zeigt, wie für die einzelnen Tiefen die Temperatur mit der Zeit sich veränderte. Wir entnehmen ihr, daß der Hauptanstieg der Temperatur in 5 m Tiefe Ende Mai, in 10 m Tiefe im Juni, in 15 und 20 m Tiefe erst im August erfolgte. Betrachten wir Figur 4, so sehen wir, daß am 22. Mai die Abnahme der Temperatur mit der Tiefe noch keine sehr große war. Der Unterschied zwischen 0 m und 20 m betrug nur 2° C, und allein durch eine kühlere Nacht (vgl. die Amplitude des täglichen Temperaturganges S. 349) konnte schon, da die Salzgehaltsdifferenzen sehr minimale sind, eine Durchmischung der Wasser-

massen bis in diese Tiefe durch vertikale Konvektion erfolgen. Ganz anders ist das Bild bereits nach 14 Tagen geworden. Eine starke sommerliche Erwärmung hat eingesetzt, so daß die Oberfläche bereits um $4,5^{\circ}\text{C}$ wärmer geworden ist. In diesem Ausmaße macht sich die Erwärmung aber nur bis rund 4 m Tiefe bemerkbar, nämlich nur so tief, wie fast täglich das Wasser bei etwas Wellengang durchmischt wird. Zwischen 4 und 10 m aber begegnen wir jetzt einem Temperatursprung von 4° , der also nicht mehr durch den täglichen Temperaturgang ausgeglichen wer-



Figur 5.

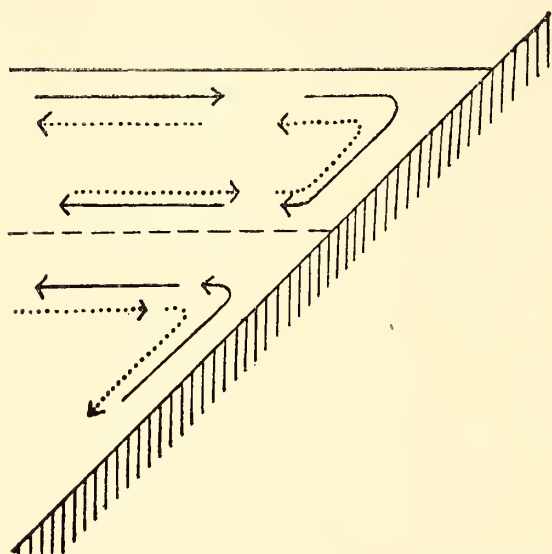
Temperaturzunahme in den verschiedenen Tiefen während des Sommers.

den kann. Eine vertikale Konvektion kann jetzt nur noch bis 5 m Tiefe reichen.

Interessant ist es nun, zu verfolgen, wie im Laufe des Sommers die Sprungschicht der Temperatur, die Anfang Juni zwischen 5 und 10 m Tiefe liegt, immer tiefer rückt. Ende Juli liegt sie zwischen 12 und 20 m, Ende August bereits zwischen 18 und 25 m Tiefe, wie Figur 4 deutlich erkennen läßt. Die Veranlassung hiervon können kräftige Stürme sein die ja bekanntlich das Wasser bis in diese Tiefen aufrühren und mischen können¹⁾.

¹⁾ Vgl. KRÜMMEL, Handbuch der Ozeanographie, Bd. I, S. 381.

Als Hauptursache kommen in unserem Arbeitsgebiet aber wohl vertikale Zirkulationsbewegungen in Betracht, die von J. W. SANDSTRÖM zuerst experimentell untersucht und seitdem für See und Meer wiederholt bestätigt worden sind¹⁾. Die ausgezogenen Pfeile der folgenden einfachen Figur 6 zeigen z. B. welche Zirkulationen bei aufländigem Wind — im Golfe herrscht bei normalem Wetter jeden Mittag (ungefähr 10—3 Uhr) ein



Figur 6.
Vertikale Triftströme nach J. W. Sandström.

lebhafter Seewind — in geschichtetem Wasser einsetzen muß. Bei ablandigem Wind ist der Bewegungsvorgang der entgegengesetzte, wie die gestrichelten Pfeile der Figur 6 andeuten. Es ist leicht zu verstehen, daß derartige Strömungsvorgänge die obere warme Schicht in die Tiefe wirken lassen können. Sie erklären auch, wie unterhalb der Sprungschicht in 30—50 m Tiefe eine Erwärmung erfolgen kann (vgl. die gestrichelten Pfeile der Figur 6).

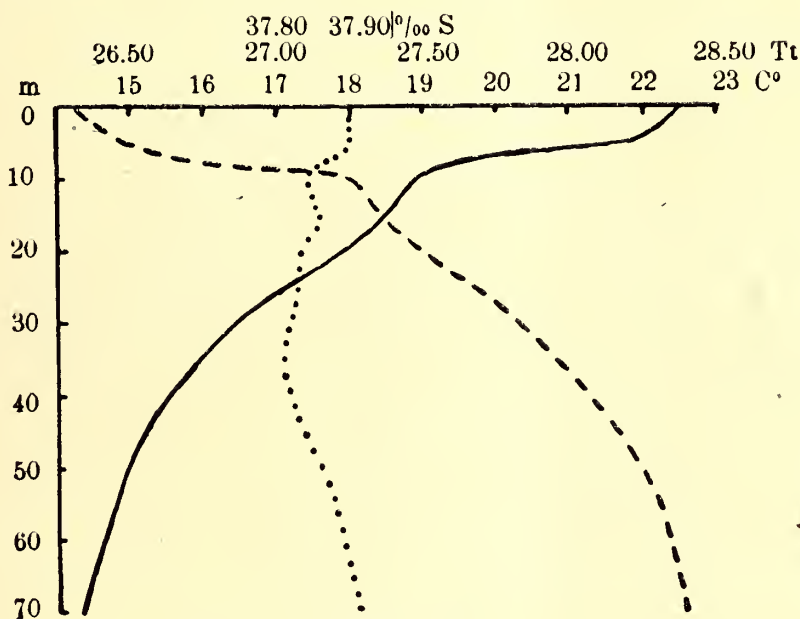
Nach unseren Beobachtungen betrug vom 5. Juni bis 30. August die Erwärmung in 30 m Tiefe $1,5^{\circ}\text{C}$, in 50 m Tiefe noch 1°C . Oberhalb der Sprungschicht war die Wassersäule meist vollkommen homotherm.

b) Salzgehaltsänderungen an der Oberfläche im Laufe des Sommers.

Bei allen Beobachtungsstationen vom 5.—7. Juni, die in größerem Abstände vom Lande liegen, zeigte sich die bemerkenswerte Eigentümlichkeit, daß der Salzgehalt an der Wasseroberfläche ein Maximum aufweist. Verfolgt man den Salzgehalt in die Tiefe, so nimmt er unter der Oberfläche zunächst ab und erreicht in rund 25 bis 30 m ein Minimum. Darauf steigt er langsam wieder an. Aber erst in 70 m Tiefe ist der Salzgehalt wieder ebenso groß wie derjenige an der Wasseroberfläche. Als Beispiel dafür möge Station 9 vom 6. Juni dienen, deren Salzgehalt, Temperatur und Dichtewerte uns folgende Figur 7 vor Augen führt. An ihr kann die soeben beschriebene vertikale Salzgehaltsverteilung bestens verfolgt werden.

¹⁾ J. W. SANDSTRÖM in: Ann. Hydrogr. S. 7ff. 1908. E. M. WEDDERBURN in: Proc. R. Soc. Edinburgh 1908, Vol. 28, Nr. 1, S. 13.

Die Ursache dieser vertikalen Salzgehaltsverteilung ist die Verdunstung. Bekannt ist ja, daß im ganzen Mittelländischen Meere durch die Verdunstung mehr Süßwasser verloren geht, als durch Niederschläge und Zuflüsse zugeführt wird. Dadurch kommt der gegen den freien Ozean hohe Salzgehalt des Mittelländischen Meeres zustande. Auch in unserem Arbeitsgebiet ist besonders während der warmen Sommermonate die Verdunstung sehr groß und Salzgehalt erhöhend wirksam. Verwunderlich wirkt nur im ersten Augenblick die Tatsache, daß das Wasser mit dem erhöhten Salzgehalt, der doch das spezifische Gewicht größer werden läßt, sich an der Oberfläche hält und sich nicht mit den tieferen Schichten mischt. Der natürliche Grund dafür ist, daß die vertikale Verteilung des



Figur 7.

Temperatur, Salzgehalt und Dichte bei Station 9. 6. Juni 1913.

Salzgehaltsmaximum an der Oberfläche. Salzgehaltsminimum in 35 m Tiefe.

spezifischen Gewichtes nicht durch die geringen Salzgehalt- sondern durch die großen Temperaturunterschiede des Wassers bestimmt wird, wie es Figur 7 bestens erkennen läßt. Der Verdunstung allein ist es also in der warmen Jahreszeit nicht möglich, durch Erhöhung des Salzgehalts an der Oberfläche eine tiefgehende vertikale Konvektion hervorzurufen, und das Salzgehaltsmaximum der Wasseroberfläche bleibt erhalten. In dieser Jahreszeit großer Wärmezufuhr kann der durch die Verdunstung erhöhte Salzgehalt vielmehr allgemein nur so tief sich bemerkbar machen, wie das Wasser durch Windwirkung, d. h. durch Wellen und Oberflächenströmungen und durch nächtliche Abkühlung durchmischt wird.

Anm. Der Einfluß der Temperatur auf die Dichteverteilung ist ganz überwiegend. Sollte z. B. der Temperaturunterschied von 7° C zwischen 0 und 40 m Tiefe auf Station 9

(Figur 7) durch den Salzgehalt aufgehoben werden, so daß labiles Gleichgewicht in dieser Wassersäule eintritt, so müßte der Salzgehalt um rund $2,5^{\circ}/_{00}$ an der Oberfläche größer sein. Dagegen verschwindet die beobachtete Differenz von nur $0,1^{\circ}/_{00}$.

Wir sind nun in der Lage an Hand unseres Beobachtungsmaterials zu verfolgen, wie sich dieser Verdunstungseinfluß im Laufe des Sommers verändert. Zu diesem Zweck sind aus je sechs Stationen von den Ausfahrten im Anfang Juni und Ende Juli Mittelwerte gebildet worden. Die Stationen sind in der Tabelle angegeben, und ihre Lage ist auf Figur 1 zu überblicken. Dazu kommt ferner noch die Dauerbeobachtung vom 29./30. August, die in größerer Entfernung vom Lande, nämlich inmitten des Golfes, ausgeführt wurde (vgl. Figur 1). Folgende Tabelle bringt die erhaltenen Mittelwerte für den Salzgehalt der Wasseroberfläche und für die Differenz zwischen dem Salzgehaltsmaximum an der Oberfläche und dem Minimum in 25—30 m Tiefe.

Mittelwerte für den Oberflächensalzgehalt und Ausprägung des Salzgehaltsmaximums.

Datum	Mittel aus den Stationen	Oberflächensalzgehalt	Differenz zwischen Maximum und Minimum	Mittlere Tiefe des Minimums
5./6. Juni	2, 5, 6, 8, 9, 10	37.865	0.09	30 m
29./30. Juli	I, II, III, IV, V, VI	37.90	0.13	25 m
29./30. August	24 stündige Beobachtung	37.93	0.16	23 m

In schönster Weise zeigen die Zahlen, wie die Verdunstung im Laufe des Sommers wirksam ist. Vom Anfang Juni bis Ende Juli ist der Oberflächensalzgehalt um $0,035^{\circ}/_{00}$ gestiegen und im darauf folgenden Monat um weitere $0,03^{\circ}/_{00}$. In genau dem gleichen Ausmaße steigert sich auch die Differenz zwischen dem Oberflächenmaximum und dem Minimum in einiger Tiefe.

Die Lage des Salzgehaltsminimums hat sich im Laufe des Sommers nach oben verschoben, von 30 m Tiefe Anfang Juni ist es Ende August bis auf 23 m Tiefe gestiegen. Der natürliche Grund dieser Erscheinung ist, daß, wie im vorigen Abschnitt behandelt wurde, sich im Laufe des Sommers durch große Temperaturoegensätze eine obere Wasserschicht von einer unteren trennt, die beide für sich getrennte Zirkulationsströmungen besitzen. Der Salzgehalt wird durch diese von der Temperatur hervorgerufene Trennung mit beeinflußt, und so kommt es, daß Ende August die Lage des Salzgehaltsminimums genau mit der Sprungschicht zusammenfällt. Beide sind in 22—23 m Tiefe.

Interessant und wichtig für einige biologische Fragen wird es sein, diese Salzgehaltsveränderungen des Oberflächenwasser, die wir bisher nur für drei Sommermonate überblicken, durch einen ganzen Jahreszyklus zu verfolgen. Es muß festgestellt werden, wie groß überhaupt die jährlichen Salzgehaltsänderungen sind, welche ja nicht nur durch Verdunstung, sondern in viel höherem Maße durch die Regenperiode, großen Wasserreichtum der Zuflüsse und die winterliche Abkühlung hervorgerufen werden. Z. B. wird die Abkühlung der Oberschichten im Winter vertikale Konvektionsströmungen hervorrufen und so in einer bestimmten Jahreszeit das sommerliche Salzgehaltsmaximum vollkommen vernichten.

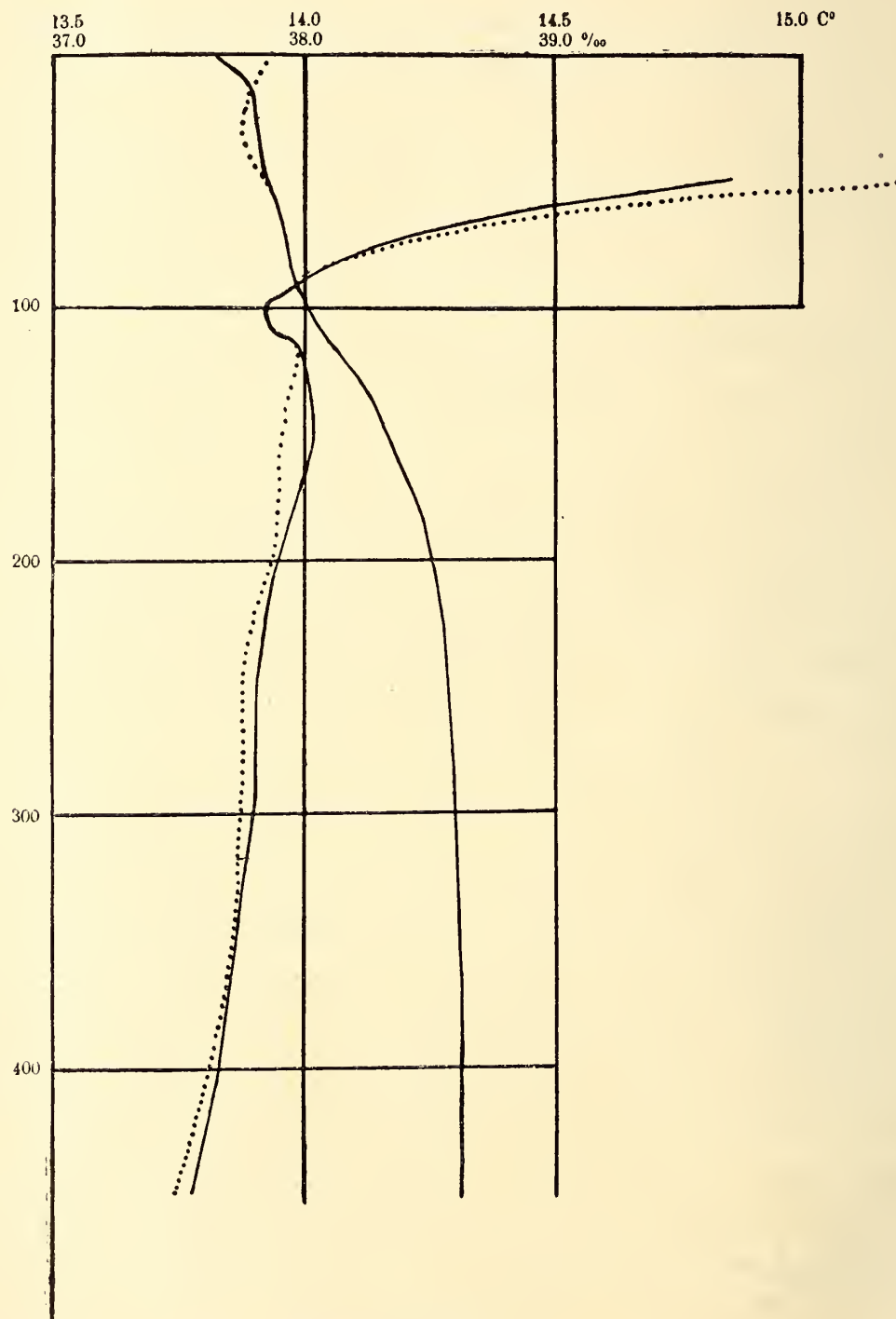
Am Eingang dieses Abschnittes wurde betont, daß zur Bestimmung des Salzgehaltsmaximums an der Oberfläche Stationen ausgewählt wurden, die in größerer Entfernung vom Lande liegen. Dies mußte geschehen, weil in Ufernähe sich die, wenn auch geringe, Süßwasserzufuhr bemerkbar machte, welche naturgemäß der Entstehung eines oberflächlichen Salzreichtums entgegenarbeitet und es für ufernahe Stationen oft ganz verschwinden ließ. In einem späteren Abschnitt wird auf die Süßwasserzufuhr und die durch sie hervorgerufenen horizontalen Salzgehaltsunterschiede im Golfe näher eingegangen werden.

B) Die Veränderungen in den Tiefen.

Sollen jahreszeitliche Veränderungen der physikalischen Verhältnisse in den Tiefen des Golfes abgeleitet werden, so dürfen nicht willkürlich einzelne zeitlich getrennte Stationen miteinander verglichen werden. Die Untersuchungen am 5.—7. Juni lehrten vielmehr, daß beträchtliche örtliche Unterschiede im Golfe vorhanden sein können. Zum Studium der Änderungen in den Tiefen liefern uns daher nur die beiden mehrtägigen Ausfahrten vergleichbares Material, indem die Beobachtungsdaten entsprechender Stationen von beiden Ausfahrten zu Mittelwerten vereinigt werden. Die Ergebnisse, die durch Zusammenfassung der Stationen 9, 11 und 12 vom 5.—6. Juni (vgl. Figur 1) und der Stationen I, II und IV vom 29.—30. Juli erzielt wurden, bringt die folgende Figur 8. Die ausgezogenen Linien entsprechen den Verhältnissen Anfang Juni, die punktierten Linien den Verhältnissen Ende Juli.

Die nicht ganz zwei Monate auseinander liegenden Beobachtungen zeitigen folgende Ergebnisse. Der Salzgehalt von 50 bis 450 m Tiefe ist vollkommen unverändert geblieben. Die Temperatur der Wassersäule hingegen zeigt Veränderungen an, welche aber nicht von der Oberfläche bis zum Boden gleichartig sind. Vielmehr ist von 0 bis rund 100 m Tiefe

das Wasser wärmer geworden, von 100 bis 450 m Tiefe aber ist eine Abkühlung eingetreten. Daß die oberen Schichten im Laufe des Sommers wärmer werden, ist selbstverständlich und im Teil »A« dieses Kapitels



Figur 8.

Temperatur- und Salzgehaltsveränderungen bis 450 m von Anfang Juni bis Ende Juli. Mittelwerte der Stationen 9, 11 und 12 (5.—6. Juni) —. Mittelwerte der Stationen I, II und IV (29.—30. Juli)

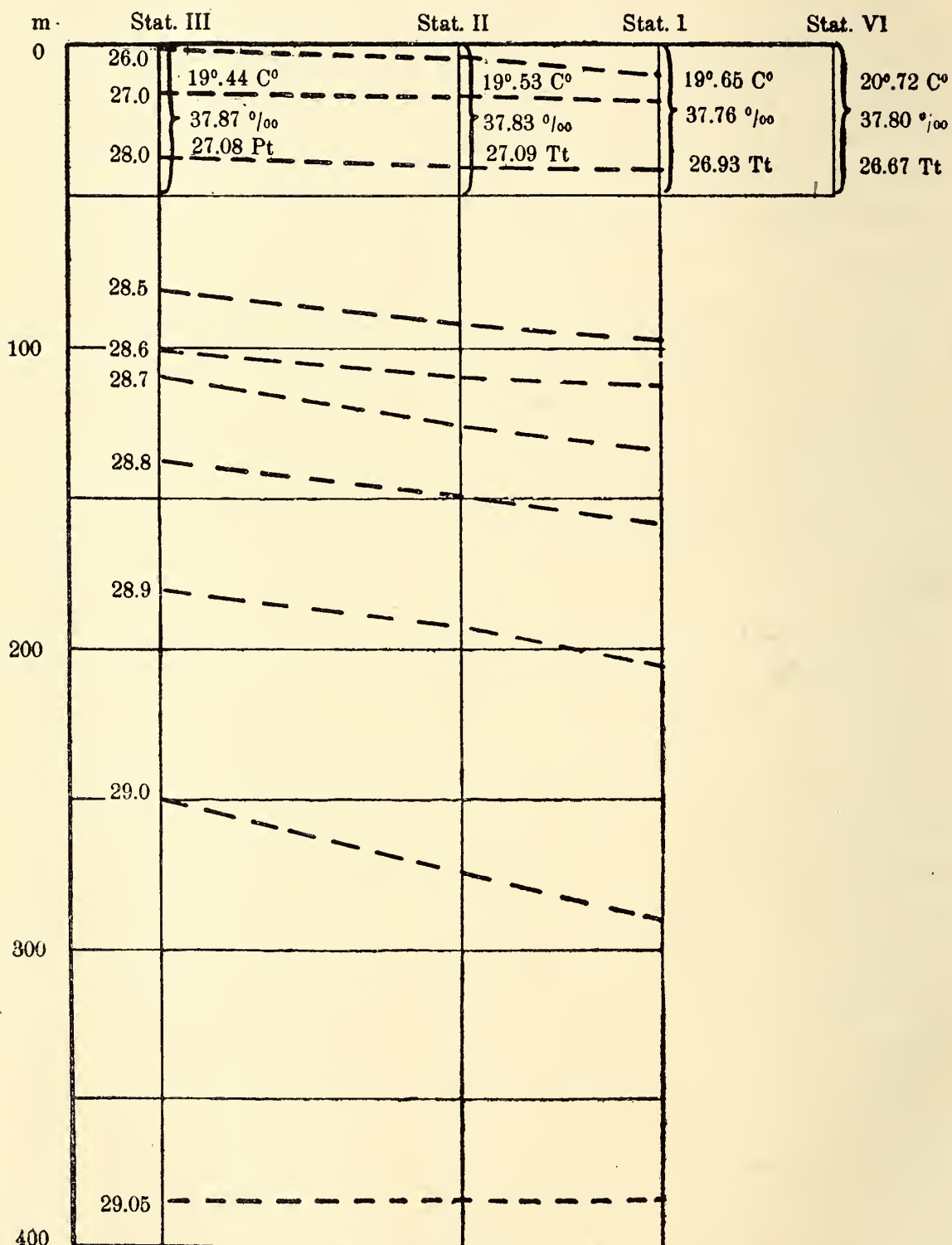
ausführlich behandelt worden. Die Abkühlung unterhalb 100 m kann allein dadurch erfolgt sein, daß das dort gewesene Wasser durch kühleres ersetzt worden ist, welches entweder aus der größeren Tiefe oder von der

offenen See gekommen sein kann. Um diese Beobachtungstatsachen erklären zu können, ist also folgende Frage zu lösen: Welche Ursache gibt es, die die wärmeren Wassermassen verschwinden und durch kühlere ersetzen läßt?

Die Antwort darauf ist einfach. Im Sommer wird das Land bedeutend schneller und stärker erwärmt als die freie See. Das Meer in Landnähe wird vom Festland stark beeinflußt. Deshalb nimmt auch das Küstenwasser höhere Sommertemperaturen an, als das landferne Wasser. Im vorigen Abschnitt sahen wir ferner, daß in Ufernähe die Wärme schneller eindringen und sich einer größeren Wasserschicht mitteilen kann, weil sie nicht, wie auf See, allein durch Wellenwirkung, sondern auch von den durch das Ufer ermöglichten vertikalen Zirkulationsströmungen in die Tiefe befördert wird (vgl. Figur 6). Im Sommer bildet sich also an der Küste eine wärmere, d. h. auch leichtere Oberschicht aus als auf See. Die Folge davon ist, daß sich dieses leichte Oberflächenwasser von der Küste fort über die Meeresoberfläche ausdehnt. Und um diesen Wasserverlust in den Oberschichten zu ersetzen, muß an der Küste Wasser aufsteigen und in der Tiefe von der See her Wasser nach der Küste vordringen.

Entsprechen die soeben auf Grund von Figur 8 gemachten Ableitungen der Wahrheit, so müssen sich die genannten Wasserbewegungen auch aus der Dichteverteilung folgern lassen, d. h. es müssen tatsächlich die Isodensen auf der See höher liegen als am Ufer. Um dieser Frage näher zu treten, eignet sich bestens das Beobachtungsmaterial von unserer Ausfahrt am 29.—31. Juli. Es gelang mir nämlich am 30., die Besatzung zu bewegen, sich mit dem alten Dampfer etwas weiter vom Lande zu entfernen und bis zur Station III hinauszuwagen. Durch Verbindung der Stationen VI, I, II und III ist es nun möglich, sich durch das Wasser einen Schnitt vom Lande nahezu senkrecht auf die See hinaus zu konstruieren. Figur 9 bringt uns die interessanten Ergebnisse. In ihr ist die Dichteverteilung vom Lande nach der See hinaus dargestellt; außerdem ist für die Wassersäule von 0 bis 50 m Tiefe einer jeden Station die mittlere Temperatur, der Salzgehalt und die Dichte eingetragen. Unsere Erwartungen werden vollauf bestätigt. In der oberen Schicht bis zu 50 m Tiefe ist das Wasser bei Station III bereits um $1,3^{\circ}$ C kälter als bei der landnahen Station VI und σ_t ist draußen um 0,4 größer. Allgemein steigen die Isodensen nach der See zu an. So liegt z. B. die von $\sigma_t = 29,0$ bei Station III in 250 m Tiefe, bei Station I in 290 m Tiefe, also bei der ersteren um volle 40 m höher. Das Gleichgewicht ist also gestört und, um es auszugleichen, d. h. um die Isodensen horizontal zu stellen, ist es nötig, daß das Oberflächenwasser sich nach der See zu ausbreitet, und das Tiefen-

wasser sich zum Lande hinbewegt. Durch diese Beobachtungen erhalten wir also die volle Bestätigung der Wasserzirkulation, die wir oben aus den Temperaturänderungen im Laufe des Sommers ableiten mußten. Dieselbe



Figur 9.

Dichteverteilung in einem vertikalen Schnitt von der Küste zur See.
29.—30. Juli 1913.

wird eingeleitet durch die ungleiche Wärmezufuhr, die das Wasser in Landnähe und auf See erhält.

Bei all diesen Betrachtungen müssen wir uns aber wohl vergegen-

wärtigen, daß unser Beobachtungsmaterial noch allzusehr lokal beschränkt ist. Will man vollkommen zuverlässige Ergebnisse erzielen, so wäre es nötig, nicht nur diesen einen Schnitt, sondern mehrere zu betrachten, die gleichzeitig nordwestlich und südöstlich von Neapel zu den verschiedenen Jahreszeiten aufgenommen werden müßten. Erst dann kann man wissen, ob man es nach mehreren Monaten im Golfe noch mit denselben Wassermassen zu tun hat, die sich nur verändert haben, oder ob ganz anderes Wasser an Stelle des alten getreten ist. Ferner müssen die Schnitte auch noch weiter auf See hinaus ausgedehnt werden. Diese Erweiterung der Arbeiten ist unerläßlich, um untersuchen zu können, ob die schräge Lage der Isodensen nicht etwa auf eine Strömung zurückzuführen ist, die an der Küste entlang geht. Eine solche könnte nach der BJERKNES'schen Theorie, wenn sie von Süden nach Norden geht, die von uns beobachtete Einstellung der Isodensen gleichfalls bewirken.

III. Kapitel.

Anderungen der physikalischen Verhältnisse im Laufe eines Tages oder einiger Stunden.

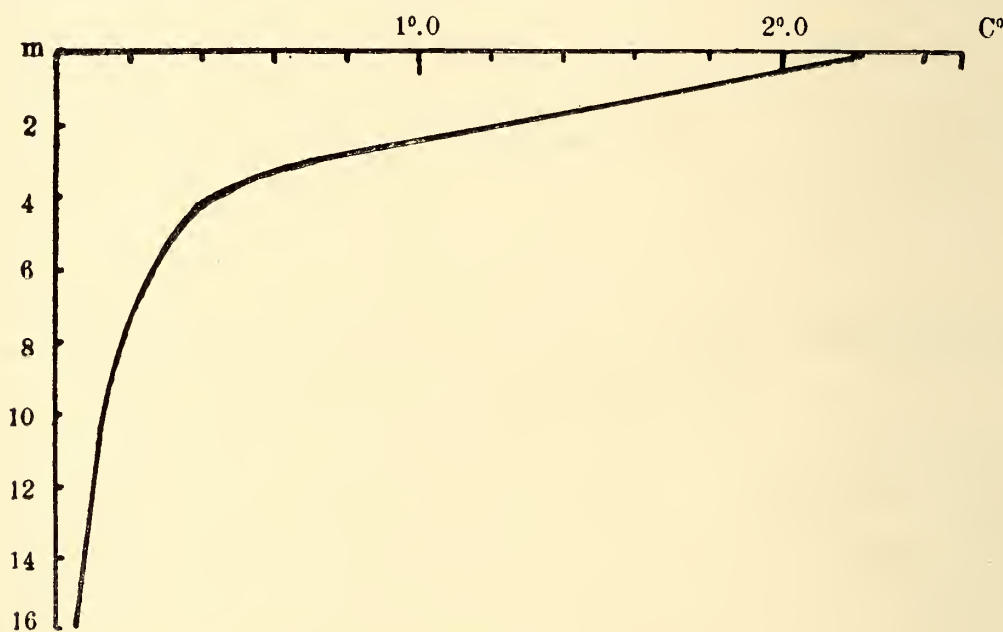
Neben den Veränderungen der physikalischen Verhältnisse, die sich in langen Zeiträumen, im Laufe von Monaten bzw. im Laufe des Jahres abspielen, gibt es auch solche, die innerhalb viel kürzerer Zeiträume vor sich gehen. Es gibt periodische Schwankungen und aperiodische Störungen, die sich im Laufe eines Tages oder einiger Stunden vollziehen. Von ihnen soll in diesem Kapitel gesprochen werden.

A) Der tägliche Temperaturgang des Wassers.

Um eine Vorstellung davon zu bekommen, welchem konstanten täglichen Temperaturwechsel die oberflächlich lebenden Formen eigentlich unterworfen sind, interessierte es Zoologen und Biologen, zu erfahren, wie groß die täglichen Temperaturschwankungen des Wassers im Golf von Neapel sind. Deshalb benutzte ich bei den Ausfahrten meist die tieferen Stationen, die uns für zwei bis drei Stunden am gleichen Ort verweilen ließen, um zu Beginn und Schluß der Tiefenserie die Temperatur der Wasseroberfläche zu messen. Wenn auch so nur Bruchteile von der ganzen täglichen Periode bestimmt werden konnten, sind diese Beobachtungen trotzdem von einigem Wert, denn sie lassen je nach der Witterungslage Verschiedenheiten und Abweichungen von dem normalen täglichen Gang erkennen. Von der ganzen 24stündigen Periode aber konnte ein Überblick durch die beiden Dauerbeobachtungen, die vom 19. bis 20. August

im Golfe von Pozzuoli und vom 29. bis 30. August mitten im Golf von Neapel ausgeführt wurden, gewonnen werden. Beidemale lag der »Johannes Müller« 24 Stunden vor Anker, das erste Mal bei 78, das zweite Mal bei 175 m Wassertiefe. Aus diesen vielstündigen Beobachtungen läßt sich also nicht nur die tägliche Amplitude der Temperatur für die Wasseroberfläche ableiten, sondern die Messungen geben auch darüber Aufschluß, wie tief und in welchem Ausmaß der tägliche Temperaturgang in das Wasser eindringt.

Vereinigt man die beiden 24stündigen Beobachtungen aus dem August, so ergibt sich, daß die Amplitude an der Wasseroberfläche $2,2^{\circ}\text{C}$



Figur 10.

Abnahme der täglichen Temperaturschwankung mit der Tiefe.

beträgt. Die gleichzeitigen Messungen für die Tiefen von 2,5, 10, 15, 20 m ergeben eine Abnahme dieser Amplitude mit der Tiefe, die in beistehender Tabelle angegeben ist und in Figur 10 veranschaulicht wird.

Die Amplitude der täglichen Temperaturschwankungen im August 1913¹⁾.

Tiefe	0	2	5	10	15	20 m
Amplitude in $^{\circ}\text{C}$	2,2	1,2	0,3	0,15	0,07	0,0

¹⁾ Interessant ist ein Vergleich dieser Werte aus dem Golfe mit denen, die im August 1910 für die Nordsee gefunden wurden. Die ermittelten Zahlen sind

Tiefe	0	5	10	20 m
Amplitude des tägl. Temperaturganges	0,37	0,15	0,05	0,04

Der Unterschied ist dadurch zu erklären, daß wir es bei der Nordsee mit einem durch lebhaftes Strömungen und Seegang stark durchmischten Gebiet zu tun haben. Vgl. F. WENDICKE, Hydrogr. Untersuchungen auf den deutschen Feuerschiffen der Nordsee 1910/11.

Die Abnahme der Amplitude ist in den oberen Schichten eine recht beträchtliche, denn in 2 m Tiefe beträgt sie nur noch rund die Hälfte, in 4 m Tiefe nur noch ein Viertel von dem Werte für die Oberfläche. In 4—5 m Wassertiefe ändert aber die Kurve von Figur 10 ihren Lauf und zeigt an, daß die Abnahme der Amplitude unterhalb dieser Grenze bedeutend geringer ist. Erst in rund 20 m Tiefe ist ihr Wert verschwindend klein geworden und aus unseren Beobachtungen nicht mehr nachweisbar¹⁾.

Es muß noch einmal betont werden, daß die obigen Zahlen Mittelwerte aus zwei 24stündigen Beobachtungsreihen vom August sind, die nicht ohne weiteres auf andere Monate zu übertragen sind. Auch gelten sie nur für Golfwasser, das mindestens 1 Kilometer von der Küste entfernt und über 50 m tief ist. In seichtem Wasser und in der Uferregion kann man ganz anderen Werten begegnen, die bei späterer Gelegenheit für einige abgeschlossene Grotten mit ganz eigenartiger, von der übrigen stark abweichender Flora bestimmt werden sollen.

Wir wollen uns mit der obigen einfachen Angabe der im August ermittelten Zahlenwerte begnügen. Eine eingehende Diskussion der Frage, welche Faktoren den Verlauf der obigen Kurve bestimmen, erfolgt besser erst, wenn aus mehr als unseren bisherigen zwei Serienbeobachtungen Mittelwerte bestimmt worden sind.

Interessant ist jedenfalls, daß nach den neuen photometrischen Messungen von EWALD und GREIN²⁾ die Absorption der Strahlen maximaler Wärmeenergie eine ganz ähnliche Abnahme mit der Tiefe zeigt, wie unsere Amplitude der Tagesschwankungen. GREIN gibt für Orangegelb folgende Werte.

Lichtabfall nach der Tiefe zu, ausgedrückt in Tausendteilen der in 1 Meter vorhandenen Lichtmenge.

Tiefe in m	1	5	10	20	50
	1000	22.5	2	1.2	0.032

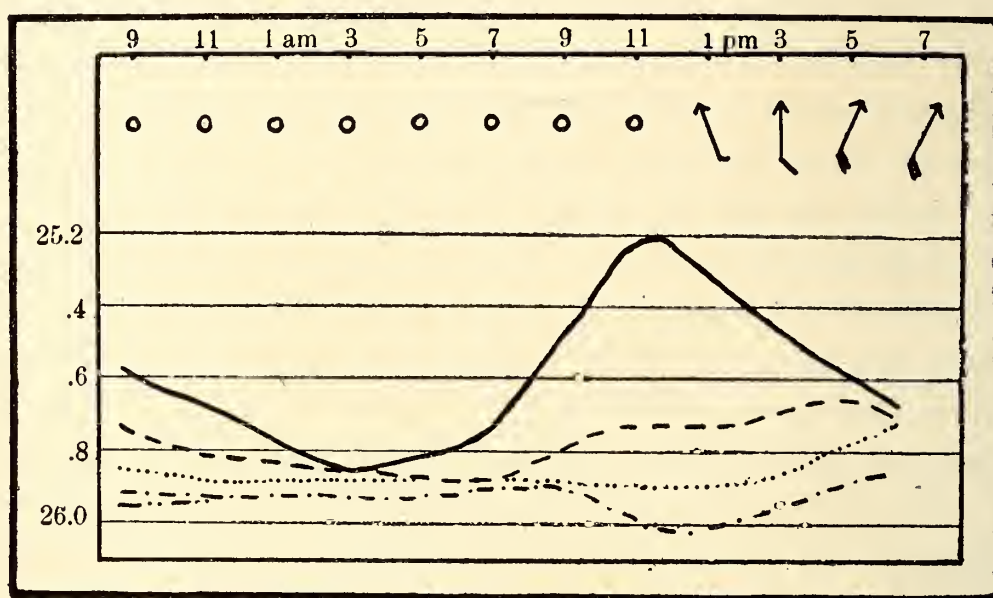
Ein gewaltiger Sprung liegt also auch hier zwischen 1 und 5 m Tiefe, wohingegen der Lichtabfall zwischen 5 und 20 m sehr viel geringer ist. Aber, wie gesagt, erst wenn längere Beobachtungsreihen vorliegen, wird man an die Aufgabe gehen können, die Wirkung von Wärmestrahlung

¹⁾ Die Wärmemenge, die nach den gefundenen Amplituden im Laufe des Tages vom Wasser aufgenommen und wieder abgegeben wird, beträgt für 1 qcm der Oberfläche rund 350 g Kalorien.

²⁾ KLAUS GREIN, Untersuchungen über die Absorption des Lichts im Seewasser, Ann. Inst. Océanogr., Tome 5, Fasc. 6, Paris 1913.

und Leitung, vom Wind und der durch ihn erzeugten Wellen und Strömungen und der durch die nächtliche Erkaltung verursachten vertikalen Konvektion zu bestimmen. Für die Windwirkung am Tage und die Konvektion während der Nacht wollen wir ein Beispiel bringen.

Bemerkenswert für den täglichen Temperaturgang im Golfe von Neapel ist, daß die maximale Temperatur an der Wasseroberfläche schon sehr früh, nämlich meist bald nach 11^h a. m., eintritt. Um diese Zeit nämlich beginnt bei normaler Witterung der frische Seewind, der das vorher oft spiegelglatte Wasser aufrührt. Das bereits stark erwärmte Oberflächenwasser wird mit den kühleren, darunter liegenden Schichten ge-



Figur 11.

Spezifische Gewichtsveränderungen verschiedener Tiefen am 19.—20. August 1913.

0 m —, 2 m — — —, 5 m ·····, 10 m — · — · — ·, 20 m — · — · — · — · — ·

mischt und abgekühlt. Beistehende Figur 11, in der der Gang des spezifischen Gewichtes für verschiedene Tiefen während der 24stündigen Beobachtung am 19.—20. August 1913 eingetragen ist, bringt uns diesen Vorgang bestens zur Anschauung. Der Gang des spezifischen Gewichtes entspricht nämlich fast dem der Temperatur¹⁾. Wir sehen in der Fig. 11 wie das spezifische Gewicht der Wasseroberfläche größer wird, sobald der Wind einsetzt, d. h. sobald die Mischung mit den darunter liegenden

1) Einer Temperaturänderung von 2,2°, die wir als Tagesamplitude des Oberflächenwassers ermittelten, entspricht eine Veränderung von σ_t um 0,66 (vgl. Fig. 11). Der gleichzeitig bestimmten maximalen Salzgehaltsänderung des Oberflächenwassers von 0,13‰ entspricht im σ_t nur eine Änderung von 0,10.

kühleren Schichten erfolgt. (Da der Salzgehalt der darunter liegenden Schichten geringer ist — vgl. S. 343 und Figur 7 —, so ist die Erhöhung des spezifischen Gewichts in unserem Falle also lediglich durch die Temperatur verursacht.) Für die tieferen Schichten hat der Wind, der am Nachmittag des 20. August immer stärker wurde (vgl. Fig. 11) natürlich zur Folge, daß ihr spezifisches Gewicht verringert wird, denn sie werden ja mit den wärmeren Oberschichten gemischt und nehmen eine höhere Temperatur an. So kommt es, daß an diesem Beobachtungstage das Wasser in 2 m Tiefe bis um 5^h p.m. in 5 und 10 m Tiefe bis um 7^h p.m. wärmer und damit leichter wird. Die Windverhältnisse am 20. August sind aber keine normalen, und erst Beobachtungen während normaler Witterungsverhältnisse können zeigen, wieviel durch den Wind das Temperaturmaximum an der Oberfläche verfrüht, in den tieferen Schichten verzögert wird.

Sehr oft hatte ich während des Sommers in Neapel Gelegenheit, zu beobachten, daß dem lebhaften Seewinde am Tage, des Nachts kein ebensolcher Landwind folgt. Vielmehr waren die Nächte oft vollkommen windstill. Der Durchmischung der Wassermassen, die am Tage stattfindet, entspricht also keine gleichstarke Durchmischung während der Nacht. Am Tage wird durch den Wind die eingestrahelte Wärmemenge von der Oberfläche in größere Tiefen transportiert und so davor geschützt, des Nachts wieder ausgestrahlt zu werden. Die nächtliche Ausstrahlung bleibt, da sie nicht vom Wind begünstigt wird, mehr oberfächlich beschränkt. Freilich kann durch Erkaltung des Oberflächenwassers in der Nacht vertikale Konvektion, und sonst auch ein vertikaler Austausch der Wassermassen erfolgen. Figur 11 zeigt uns z. B., wie während der Nacht bis 10 m Tiefe im spezifischen Gewicht fast keine Differenzen mehr sind. Auch die tieferen Schichten müssen also nachts Wärme abgeben. Die vertikale Konvektion und die durch die sie erzeugte Wärmeabgabe der tieferen Schichten wäre aber naturgemäß sehr viel stärker ausgeprägt, wenn ein lebhafter, kühler Landwind das Wasser aufrühren würde. Es ergibt sich also für den Golf eine erhöhte Aufnahmefähigkeit für die Wärme am Tage, gegenüber einer nur geringen Möglichkeit der Wärmeabgabe während der Nacht. Im Golf von Neapel wird also die Erwärmung der oberen Wasserschichten im Sommer stark begünstigt, und die notwendige Folge davon ist, daß das Oberflächenwasser aus dem Golf abströmen muß, nach Gegenden, in denen die sommerliche Erwärmung geringer ist. Daß dies tatsächlich der Fall ist, konnten wir S. 349 nachweisen.

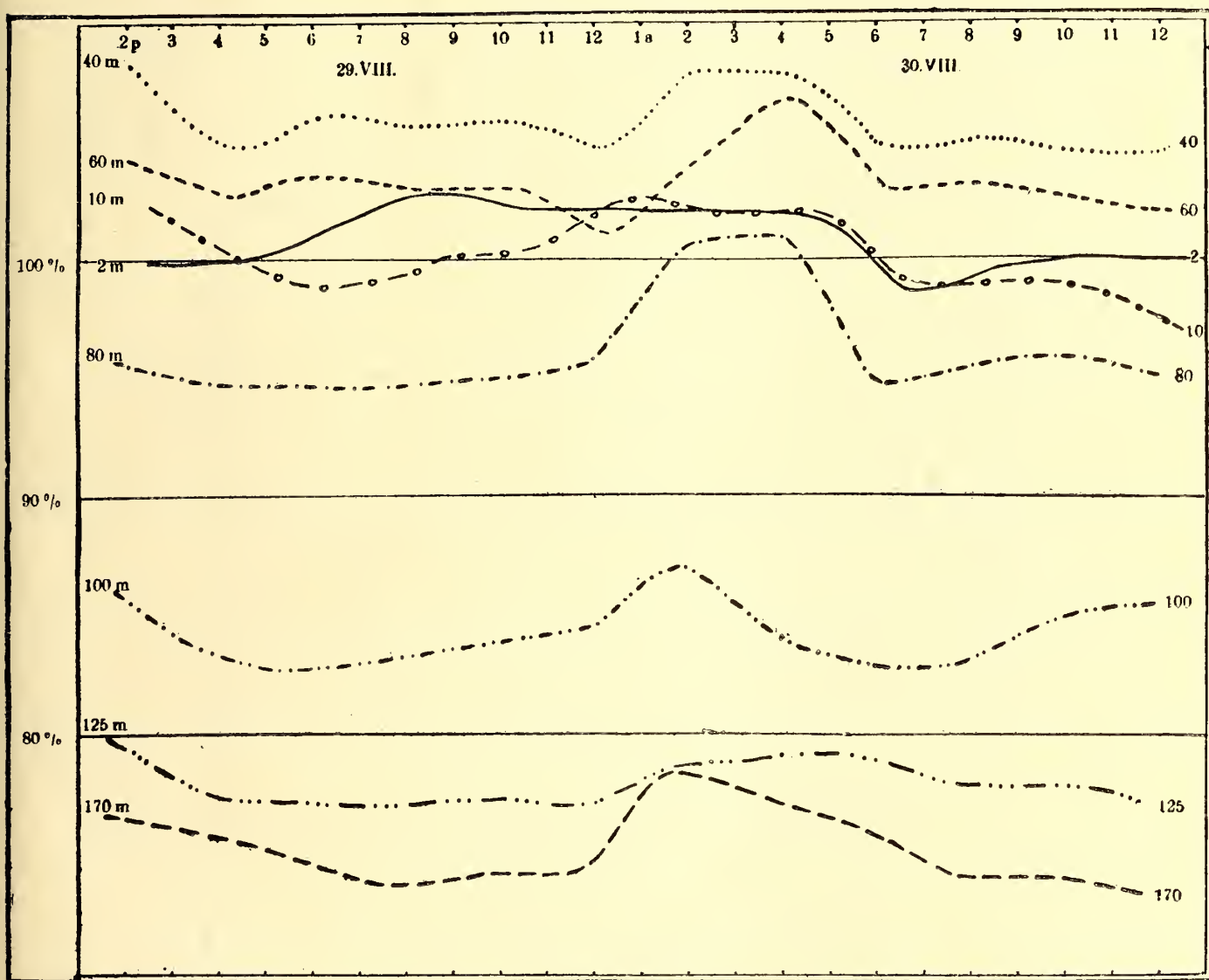
B) Andere Änderungen der physikalischen Verhältnisse in kurzer Zeit. Sauerstoffschwankungen.

An den Tagen, an denen mehrere Stationen genommen wurden, zeigten sich verschiedentlich Unterschiede. So schwankte am 5.—7. Juni das Temperaturminimum (vgl. S. 334) an den verschiedenen Stationen zwischen 100 und 130 m Tiefe, ferner lag am 29.—31. Juli die ausgeprägte Sprungschicht (vgl. S. 341) bald höher, bald tiefer. Nun sind diese Messungen ja örtlich und zeitlich getrennt, und wir sind nicht in der Lage zu entscheiden, ob die Unterschiede örtliche waren oder ob hier zeitliche Änderungen vorlagen. An Hand unseres bisherigen Beobachtungsmaterials ist es nicht möglich, nachzuweisen, ob an den Grenzsichten Schwankungen und Wellenbewegungen stattfanden, die die Lage der Grenze veränderte. Um derartige intermediäre Wellen nachweisen zu können, wäre es nötig, an ein und derselben Station fortlaufende Beobachtungen in ein und derselben Tiefe anzustellen.

Ganz eigenartige Ergebnisse haben die 24stündigen Sauerstoffuntersuchungen am 29. bis 30. August gezeitigt. Folgende Figur 12 stellt dar, wie sich der Sauerstoffgehalt der verschiedenen Tiefen im Laufe von 24 Stunden verhielt. Die Messungen, nach denen die Kurven konstruiert wurden, enthält die Tabelle im Anhang. Sie sind also in Zwischenräumen von rund 2 Stunden genommen worden.

Nach den Beobachtungen treten, wie die Figur 12 zeigt, im Sauerstoffgehalt des Wassers gleichzeitig von 10 bis 170 m Tiefe, d. h. von der Oberfläche bis zum Boden, Veränderungen auf. Nach der Gleichartigkeit, mit der diese Schwankungen in allen Tiefen stattfinden, ist es unmöglich, daß sie auf Beobachtungsfehler zurückzuführen sind. Einwandfrei ist der Figur 12 zu entnehmen, daß in allen Tiefen (wir sehen hier ab von den Beobachtungen in 2 m, auf die wir später eingehen werden) am 29. August der Sauerstoff um 4^h p. m. geringer war, als um 2^h p. m. und zwar um 3%. Allgemein ist ferner eine Sauerstoffwelle am 30. August zwischen 0^h a. m bis 6^h p. m. Während dieser Stunden steigt und fällt der Sauerstoff der ganzen Wassersäule um den beträchtlichen Wert von 4%. Für diese eigenartigen Sauerstoffschwankungen, die in gar keinem Zusammenhange mit den gleichzeitig beobachteten Temperatur- und Salzgehaltsveränderungen stehen (vgl. beistehende Tabelle; für 100, 125 und 170 m Tiefe liegen überhaupt keine Temperatur- oder Salzgehaltsveränderungen vor), können wir zurzeit noch keine Erklärung geben. Es ist unbedingt erforderlich, diese Erscheinungen im Verein mit biologischen Untersuchungen weiter zu verfolgen.

In Figur 12 ist auffällig, daß die Sauerstoffkurve für 2 m Tiefe einen von allen übrigen Kurven (von 10 bis 170 m Tiefe) abweichenden Verlauf hat. Danach ist anzunehmen, daß der Sauerstoffgehalt in den obersten Wasserschichten noch anderen Veränderungen unterworfen war, die sich mit dem Gang der übrigen Schichten kombinierten und so einen ganz abweichenden Verlauf der Kurve verursachten. Es lag also nahe, die



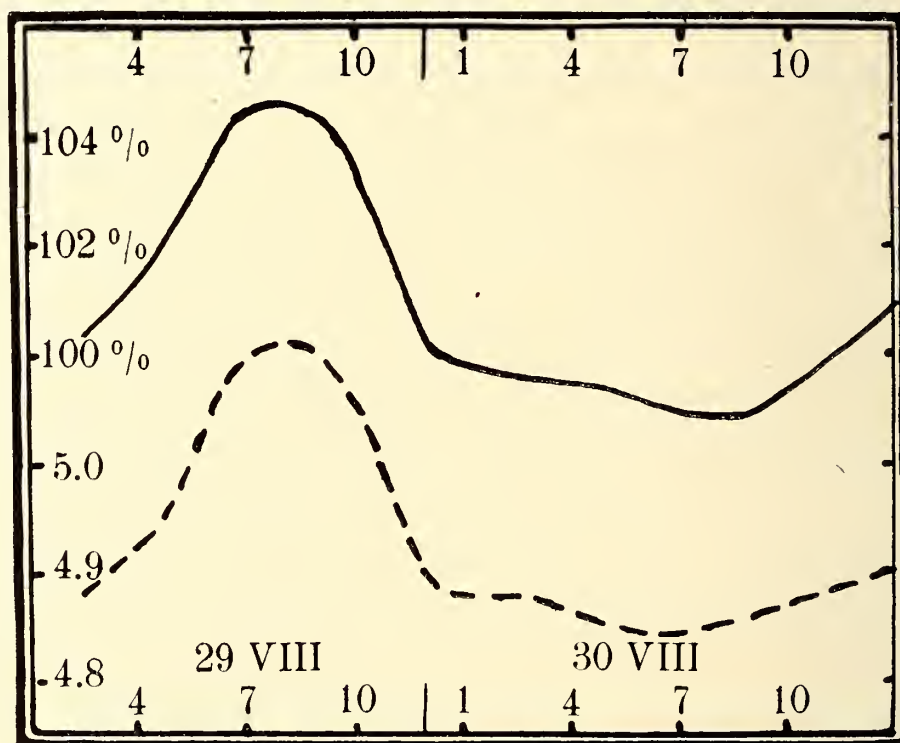
Figur 12.

Sauerstoffschwankungen verschiedener Tiefen vom 29. August 1^h p.m. bis 30. August 1^h p.m.

allen übrigen Tiefen gemeinsamen Schwankungen aus den Werten von 2 m zu eliminieren. Dazu wurden die Zahlen aus 10 m Tiefe benutzt, ihre Abweichungen vom Mittelwert bestimmt, und diese Abweichungen als Korrektur mit entgegengesetztem Vorzeichen an die Werte für 2 m angebracht. Das interessante Ergebnis bringt beistehende kleine Figur 13.

Nach Elimination der allen Tiefen gemeinsamen Schwankungen zeigt der Sauerstoffgehalt in 2 m Tiefe einen täglichen Gang. Bei Sonnen-

untergang hat der Sauerstoffgehalt am Abend des 29. August ein Maximum erreicht. Das Wasser in 2 m Tiefe besitzt um diese Zeit eine Übersättigung von 3%. Das ist natürlich, denn unter Einwirkung des Lichts war das vegetabilische Plankton tagsüber Sauerstoff erzeugend tätig. Mit Sonnenuntergang hört es aber auf, in diesem Sinne zu wirken; vielmehr beginnt es jetzt im Dunkeln gemeinsam mit dem animalischen Plankton Sauerstoff zu verbrauchen. Der Sauerstoffgehalt in Figur 13 nimmt auch wirklich bei eintretender Dunkelheit rasch ab. Von 1 Uhr nachts an wird aber plötzlich die Abnahme sehr viel geringer. Eine Erklärung hierfür liegt nahe. S. 353 und Figur 11 sahen wir, daß gerade während



Figur 13.

Täglicher Sauerstoffgang in 2 m Tiefe 29.—30. August 1913.
Relative Menge —, absolute Menge - - - -.

dieser Stunden in der Nacht die durch die Abkühlung der Oberfläche erzeugte vertikale Konvektion einsetzt und bis in diese Tiefe wirkt. Es findet also ein Wasseraustausch mit der Oberfläche statt, und an der Oberfläche ist dem Wasser stets Gelegenheit gegeben, durch Aufnahme oder Abgabe von Sauerstoff an die Luft, Unter- oder Übersättigung auszugleichen. — Mit dem beginnenden Tag, d. h. sobald die Lichtwirkung wieder eingreift, fängt auch der Sauerstoffgehalt unserer Figur wieder an zu steigen.

In der Figur 13 ist durch die gestrichelte Linie auch der beobachtete absolute Sauerstoffgehalt eingetragen. Er weist genau den gleichen Gang

auf wie der relative. Die Schwankungen sind also nicht auf Veränderungen der Temperatur und dadurch hervorgerufene Änderungen des Absorptionskoeffizienten zurückzuführen.

Unsere 24stündige Beobachtung vom 29. bis 30. August hat also ergeben, daß der Sauerstoffgehalt des Wassers einer täglichen Schwankung von nahezu 6% unterworfen war. Daraus ergaben sich für die Zukunft mehrere Aufgaben: diese Schwankungen durch weitere Beobachtungen zu belegen, sie nicht nur für 2 m, sondern für die ganze Oberflächenschicht von 0 bis 10 m Tiefe zu studieren und das Ausmaß der Schwankung mit gleichzeitigen quantitativen Untersuchungen vom vegetabilen und animalischen Plankton zu vergleichen.

IV. Kapitel.

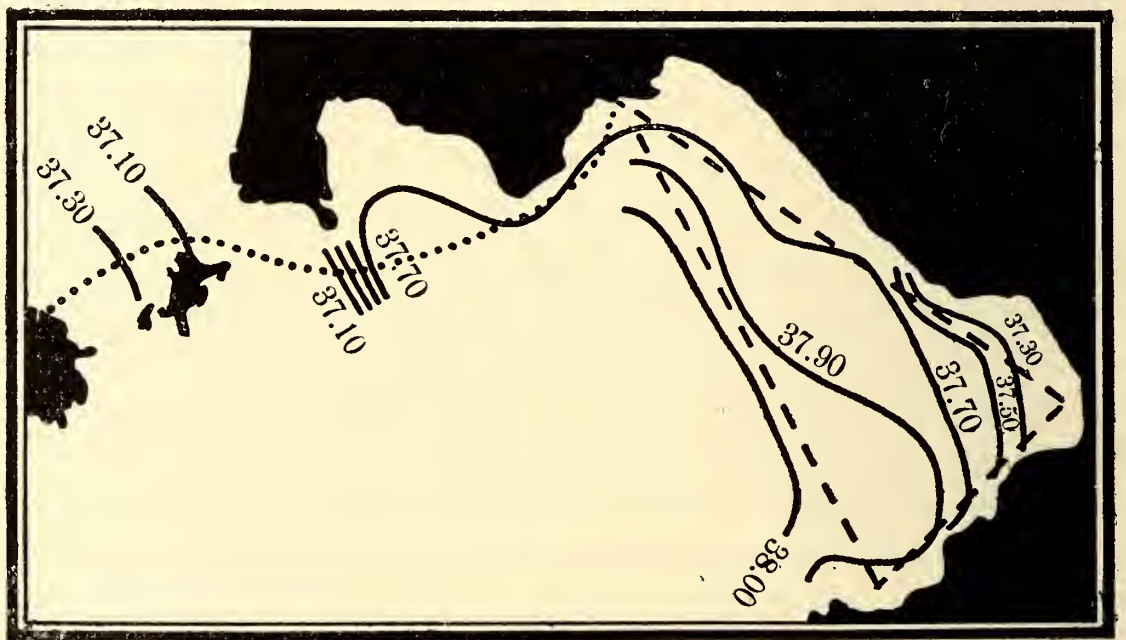
Süßwasserzufuhr und horizontale Salzgehaltsunterschiede.

Die Süßwasserzufuhr vom Festlande ist in unserem Arbeitsgebiete sehr gering. Nur kleine Rinnsale und Quellen münden in den Golf, die während der Sommermonate noch dazu fast alle versiegen. Der kleine Sarno, der in die nordöstliche Ecke der Bucht zwischen Castellamare und Torre Annunziata mündet, und der Sebeto in der Nähe von Portici sind die einzigen bemerkenswerten Zuflüsse. Verlassen wir den Golf und verfolgen die nach Nordwesten streichende Küste, so kommen wir nach rund 16 Seemeilen zur Mündung des schon etwas stattlicheren Volturno. Sarno, Sebeto und Volturno machen sich im Oberflächenwasser des Golfes ihrer Größe entsprechend geltend. — Der Golf besitzt außer diesen Zuflüssen noch einen weiteren Süßwassereinfluß, nämlich den von Neapel. Das ganze in der Stadt verbrauchte Wasser kommt als Abflußwasser in den Golf. Durch unsere Beobachtungen sind wir in der Lage, vom Ausmaße, in welchem diese verschiedenen Süßwasserquellen wirken, eine Vorstellung zu bekommen.

Am 5. September wurde eine Fahrt, die von Neapel über Castellamare nach Sorrent und von hier auf direktem Wege nach Neapel zurückging, benutzt, um Oberflächenproben zu sammeln. Der Verlauf der Fahrt ist in Figur 14 eingetragen. Diese Beobachtungen ermöglichen es uns, die oberflächliche Salzgehaltsverteilung des ganzen nordöstlichen Teiles vom Golf zu überblicken. In beistehender Figur sind die Oberflächenisohalinen eingetragen. Aus ihr ist klar zu erkennen, wie gering der Einfluß von Sarno und Sebeto ist. Einen Beweis dafür hatte uns auch schon die Ausfahrt am 5.—7. Juni mit ihren 15 über den Golf verteilten Stationen gebracht. Der Einfluß des Sarno war damals allein bei Station 3 (vgl. Figur 1)

im Salzgehalt der Oberfläche zu erkennen. Wir fanden hier 36.92‰ Salzgehalt. Aber schon in 5 m Tiefe bei derselben Station und an der Oberfläche der drei, die Bucht von Castellamare umspannenden Stationen 2, 4 und 5 wurde bereits ein um $0,8\text{‰}$ höherer Salzgehalt gefunden. Ganz flach und oberflächlich, wie eine Ölschicht, hatte sich also das süße Wasser des Sarno in der den Beobachtungen vorangehenden vollkommen windstillen Nächten ausgebreitet.

Bedeutender ist der Einfluß des Volturno, der sich am 5. und 7. Juni bei den Stationen 13, 14 und 12, also auf Entfernungen bis über 20 Seemeilen, noch geltend machte. Bei Station 12 war sein Süßwasser freilich nur in den obersten Schichten, in 0,2 und 5 m, zu ermitteln gewesen, deren



Figur 14.

Oberfläche-Isohalinen. Fahrt am 5. September — — Fahrt am 10. August ...

Salzgehalt um $0,2\text{‰}$ unter den Mittelwerten liegt. Bei den beiden seichten Stationen 14 und 15 aber reicht er bis zum Boden, d. h. bis zu 10 und 20 m Tiefe, und bei Station 13 sogar bis zu 50 m. Hier ist die Abweichung vom Mittelwert freilich nur noch $0,07\text{‰}$ und für die Wassersäule bis 50 m $0,1\text{‰}$.

Daß die ansüßende Wirkung des Volturnowassers sich am 7. Juli bis in unser Arbeitsgebiet erstreckt, ist wohl dem lebhaften Westwinde zu verdanken, der in der Nacht zuvor wehte. Er ermöglichte eine starke Oberflächentrift aus dem Mündungsgebiet des Volturno nach unseren Stationen. Ohne diese Winde bleibt auch die Einwirkung des Volturno aus. Sein großer Einfluß wird uns auch durch Oberflächenbeobachtungen bestätigt, die am 10. August auf einer Fahrt von Neapel nach Ischia ge-

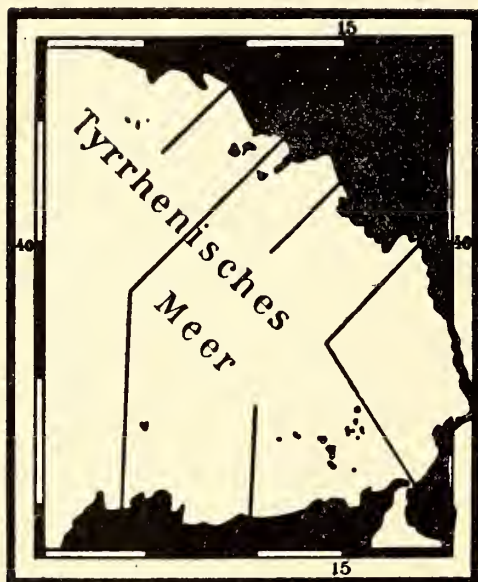
nommen wurden. Ihre Ergebnisse sind gleichfalls in Figur 14 eingetragen. Klar ist aus derselben ersichtlich, wie das Volturnowasser, das an der Küste entlang nach Süden geströmt ist, sich an diesem Tage durch den Canale di Procida, das ist die Straße zwischen Procida und Festland, hindurch bis in den Golf von Neapel hineingedrängt hat.

Schluß.

Die Ergebnisse der Arbeit und Aufgaben für die Zukunft.

Zum Schluß seien noch einmal die Ergebnisse der hydrographischen Voruntersuchungen im Golfe von Neapel kurz zusammengefaßt. Das angestrebte Ziel, nämlich eine erste Orientierung über die wichtigsten physikalischen Faktoren, ist erreicht worden. Im ersten Kapitel wurde ein allgemeiner Überblick über die vertikale Temperatur-, Salzgehalt-, Dichte- und Sauerstoffverteilung gebracht. Dabei ergaben sich eine ganze Reihe von Aufgaben für die Zukunft. Es ist zu untersuchen, wie tief die winterliche Konvektion reicht, wie in großen Tiefen die Ventilation zustande kommt, so daß in 450 m Tiefe noch ein Sauerstoffgehalt von über 70 gefunden wird. Weiterhin bleibt zu studieren, wie lange im Jahre und in welchem Ausmaße die Sauerstoffübersättigung in den oberen Wasserschichten anhält. — Für alle von uns untersuchten physikalischen Faktoren konnten wir im zweiten Kapitel der Arbeit Veränderungen während der Sommermonate nachweisen, die auf einen Jahreszyklus derselben schließen lassen. Eine der ersten für die Lösung vieler zoologischen Fragen unerläßlichen Aufgaben wird es demnach sein, festzustellen, wie sich dieser Zyklus für Temperatur, Salzgehalt und Sauerstoff im Laufe des Jahres abspielt. — Interessant sind die Ergebnisse über die Abnahme der Amplitude des täglichen Temperaturganges mit der Tiefe, die wir für den Golf im dritten Kapitel S. 350 bestimmen konnten, und ihre bemerkenswerte Übereinstimmung mit der Absorption der Strahlen maximaler Wärmeenergie. Auch diese Fragen müssen weiter verfolgt werden. Für einige Uferregionen und abgeschlossene Grotten mit eigenartiger, von der übrigen stark abweichender Flora fehlen diesbezügliche Beobachtungen noch ganz. — Äußerst lehrreich versprechen die kommenden Untersuchungen über die Sauerstoffschwankungen zu werden. Wir fanden einmal Veränderungen des Sauerstoffgehalts, die in der ganzen Wassersäule auftraten (vgl. S. 354, 357 und Figur 12), und zweitens einen täglichen Sauerstoffgang in den oberen Metern. Letzterer ließ sich in ganz idealer Weise für 2 m Tiefe aus dem Beobachtungsmaterial vom

29.—30. August ermitteln (vgl. S. 357 und Fig. 13). Beide Arten der Sauerstoffschwankungen sind gleichzeitig mit biologischen Untersuchungen weiter zu studieren. — Die Menge der Süßwasserzufuhr, von der das vierte Kapitel handelt, wird für den Golf und die benachbarten Küstenstrecken einmal zahlenmäßig festgelegt werden müssen.



Figur 15.

Der südöstliche Teil des Tyrrhenischen Meeres mit den projektierten Profilen.

S. 349 kamen wir zu dem Ergebnis, daß unsere Untersuchungen vom Sommer noch allzusehr lokal beschränkt sind. Der Wasserumsatz und Wasserwechsel im Golf wird erst dann recht erklärt werden können, wenn die Arbeiten auf das Nachbargebiet, auf die Golfe von Gaëta und Salerno und ferner auch nach der freien See zu weiter ausgedehnt worden sind. Das Idealste freilich wäre es, den ganzen südöstlichen Teil des tyrrhenischen Meeres (vgl. Figur 15) von Neapel aus unter Kontrolle zu nehmen und jahreszeitlich zu erforschen. Die hydrographischen Arbeiten ließen sich mit Hilfe des neuen Stationsdampfers »Anton Dohrn«, selbst wenn andere Stoffwech-

selstudien — Alkalinitätsbestimmungen und Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration nach der Art, wie es in Bergen geschieht — noch hinzugenommen werden, in einer Ausfahrt von 10 Tagen gut erledigen. Selbstverständlich müssen Hand in Hand mit diesen hydrographischen auch biologisch durchführbare, vorher festbegrenzte Arbeiten — ich denke vor allen Dingen an quantitative Planktonuntersuchungen — vorgenommen werden.

Das Beobachtungsmaterial der Dauerbeobachtung vom
29.—30. August 1913.

Zeit	Temperatur	Salzgehalt	O ₂ Absolute Menge	O ₂ Relative Menge	Temperatur	Salzgehalt	O ₂ Absolute Menge	O ₂ Relative Menge
2 Meter					10 Meter			
p.m.								
2h30	24.15	37.86	4.88	100	23.86	37.86	5.01	102.2
4 40	24.29	37.92	4.85	100	23.88	37.90	4.89	99.8
6 20	24.10	37.94	4.95	101.4	23.92	37.90	4.84	98.8
8 40	24.12	37.94	5.02	102.9	24.06	37.90	4.88	100
10 35	24.19	37.94	4.98	102.2	24.11	37.90	4.90	100.4
a.m.								
12h40	24.10	37.92	4.99	102.2	24.02	37.90	5.02	102.7
2 35	24.03	37.92	4.99	102.1	24.02	37.90	4.97	101.6
4 35	23.90	37.90	4.99	101.9	23.91	37.90	5.00	102.1
6 40	23.90	37.90	4.83	98.6	23.91	37.90	4.84	98.8
8 30	23.93	37.92	4.88	99.6	23.92	37.90	4.86	99.2
10 40	23.99	37.94	4.90	100.1	23.92	37.90	4.83	98.6
p.m.								
12h30	24.29	37.94	4.86	100	23.92	37.90	4.75	96.9
15 Meter					25 Meter			
p.m.								
2h20	23.85	37.90	4.97	101.4	18.71	37.77	5.74	106.9
4 30	23.83	37.94	4.88	99.4	18.87	37.77	5.70	106.5
6 10	23.82	37.94	4.87	99.2	18.84	37.77	5.70	106.3
8 25	23.83	37.94	4.91	100	19.02	37.77	5.66	106
10 25	23.84	37.94	4.85	98.8	18.76	37.77	5.71	106.5
a.m.								
12h25	23.82	37.94	4.98	101.4	19.25	37.77	5.64	106
2 25	23.86	37.94	5.01	102.2	18.86	37.77	5.64	105.4
4 25	23.90	37.94	5.02	102.4	18.76	37.77	5.73	106.9
6 30	23.91	37.94	—	—	19.07	37.77	5.63	105.6
8 20	23.89	37.92	4.82	98.4	18.93	37.77	5.64	105.4
10 30	23.90	37.92	4.89	99.8	18.76	37.77	—	—
p.m.								
12h30	23.83	37.88	4.85	98.8	18.71	37.79	—	—
40 Meter					60 Meter			
p.m.								
2h05	16.74	37.79	5.91	108.2	15.01	37.84	5.96	104.2
4 15	16.45	37.79	5.85	104.8	14.92	37.84	5.89	102.8
6 00	16.81	37.79	—	—	15.03	37.84	—	—
8 05	16.63	37.79	5.88	105.6	15.04	37.84	5.89	103.0
10 10	16.81	37.77	5.86	105.8	14.99	37.84	5.89	103.0

362 Dr. Fritz Wendicke, Hydrographische Untersuchungen des Golfes von Neapel.

Zeit	Temperatur	Salzgehalt	O ₂ Absolute Menge	O ₂ Relative Menge	Temperatur	Salzgehalt	O ₂ Absolute Menge	O ₂ Relative Menge
40 Meter					60 Meter			
a.m.								
12 ^b 10	16.53	37.79	5.84	104.7	14.87	37.84	5.78	100.9
2 10	16.72	37.79	6.00	107.9	15.04	37.84	5.96	104.2
4 15	16.86	37.79	5.97	107.8	15.10	37.86	6.10	106.8
6 15	16.60	37.79	5.83	104.7	15.05	37.86	5.88	102.8
8 05	16.54	37.79	5.87	105.2	15.06	37.86	5.89	103.2
10 15	16.57	37.79	5.82	104.5	14.87	37.84	5.88	102.6
p.m.								
12 ^b 10	16.43	37.79	5.85	104.6	14.77	37.84	5.85	101.9
80 Meter					100 Meter			
p.m.								
1 ^b 50	14.15	37.95	5.55	95.7	14.03	38.13	5.02	86.2
4 05	14.11	37.95	5.51	94.8	14.03	38.22	4.84	83.3
5 45	14.13	37.95	5.51	94.8	14.03	38.21	4.80	82.8
7 50	14.21	37.95	—	—	14.03	38.15	—	—
9 50	14.17	37.95	—	—	14.03	38.17	4.88	84
11 55	14.14	37.95	5.55	95.5	14.03	38.15	4.91	84.5
a.m.								
1 ^b 55	14.20	37.95	5.83	100.5	14.03	38.21	5.06	87.2
4 00	14.16	37.95	5.87	101	14 04	38.24	4.87	84.0
5 55	14.13	37.95	5.51	94.8	14.04	38.19	4.82	83.0
7 55	14.15	37.95	5.56	95.7	14.05	38.24	4.83	83.2
9 55	14.15	37.95	5.59	96.2	14.04	38.21	4.94	85.2
11 55	14.12	37.97	5.52	95.0	—	38.19	4.97	85.6
125 Meter					170 Meter			
p.m.								
1 ^b 35	14.00	38.31	4.64	80.0	13.98	38.48	4.46	76.7
3 50	14.00	38.31	4.50	77.6	13.98	38.48	4.40	75.9
5 30	14.00	28.31	4.49	77.4	13.97	38.48	4.35	75.0
7 30	14.02	38.31	4.48	77.2	13.98	38.46	4.28	73.8
9 35	14.00	38.31	4.51	77.8	13.99	38.46	4.31	74.3
11 45	14.01	38.31	4.45	76.7	13.99	38.46	4.31	74.3
a.m.								
1 ^b 40	14.01	38.31	4.53	78.1	13.99	38.46	4.61	79.5
3 45	14.01	38.31	4.59	79.1	13.99	38.48	4.49	77.4
5 35	14.00	38.31	4.61	79.5	13.99	38.48	4.42	76.2
7 40	14.00	38.31	4.50	77.6	13.99	38.48	4.30	74.1
9 40	14.00	38.31	4.55	78.5	13.96	38.46	4.30	74.1
11 40	14.00	38.31	4.48	77.2	13.98	38.46	4.26	73.4

Nachruf.

FRITZ WENDICKE (geb. 10. März 1888 in Berlin), der Verfasser der vorstehenden Arbeit, gehört zu den zahlreichen Opfern, die der große Krieg sich unter den besten Söhnen unseres Volkes gesucht hat. Er fiel am 29. August 1914 in der Schlacht von St. Quentin. Er war einer jener stillen, verschlossenen Leute, die nicht leicht in sich hineinblicken lassen; aber ein erster Blick auf ihn ließ erkennen, daß in ihm ein eiserner Wille tätig war, welcher die Verhältnisse nicht bloß nimmt, so wie sie kommen, sondern sie auch zu gestalten vermag. Dieser eiserne Wille paarte sich mit glücklicher Begabung, guter Beobachtung und scharfem Denken, mit ausdauernder körperlicher Kraft und der Fähigkeit, Äußerstes zu leisten. Alles dies verrät sich in der größeren Arbeit, die wir ihm danken, in seiner Behandlung der hydrographischen Ergebnisse, welche durch die hydrographischen und biologischen Untersuchungen auf den deutschen Feuerschiffen der Nordsee, veranstaltet vom Institut für Meereskunde zu Berlin und von der Biologischen Anstalt auf Helgoland, gezeitigt worden sind. Ein Teil davon bildete unter dem Titel »Meereskundliche Untersuchungen in der Deutschen Bucht«, Berlin 1912, seine Dissertation, das Ganze erschien in den »Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde Berlin, Neue Folge, Geographisch-naturwissenschaftliche Reihe, 3. 1913«.

WENDICKE hat selbst an den Beobachtungen mit teilgenommen, deren erste Planlegung das Verdienst des gleichfalls im Kriege gefallenen ALFRED GRUND ist, und deren Organisation von ALFRED MERZ herrührt. Alle zwei Stunden wurden dreimal im Jahre durch eine Woche hindurch Beobachtungen über Temperatur, Salzgehalt und Stärke des Stromes an der Oberfläche und in Tiefenabständen von 5 zu 5 m vorgenommen, eine Aufgabe, welche von allen Teilnehmern höchste Anspannung aller Kräfte erheischte, und für welche sich WENDICKE speziell durch seine Teilnahme an den regelmäßigen hydrographischen Untersuchungen des Instituts für Meereskunde am Sakrower See bei Potsdam gründlich geschult hatte. Für die Bearbeitung des erlangten, überaus reichen Beobachtungsmaterials konnte unter den jüngeren Kräften keine bessere

gewonnen werden als er. Er hatte 1908 die Universität Berlin bezogen, um sich dem Studium der Geographie, Mathematik und Physik zu widmen, wofür er durch den Besuch des Luisenstädtischen Realgymnasiums in Berlin die richtige Grundlage gelegt hatte. Er hatte guten Blick für das Geographische und tüchtige mathematisch-physikalische Schulung, hatte also das Zeug für eine richtige Analyse ineinandergreifender Vorgänge und für theoretische Betrachtung des Einzelnen. Reich an Ergebnissen war denn auch seine Arbeit. In theoretischer Richtung fesselt der Nachweis, daß bald zyklonale, bald antizyklonale Drehströme bei der Interferenz zweier Gezeitenströme entstehen können, in analytischer Hinsicht seine Darlegungen über die Gezeitenströmungen mit einem Reststrom, über die Beziehungen zwischen Gezeitenströmungen, Salzgehalt und Temperatur des Meerwassers, sowie das Verhältnis von Wasser- und Lufttemperatur.

Nach erlangtem Doktorgrade widmete sich WENDICKE mit voller Hingabe weiteren wissenschaftlichen Arbeiten. Er nahm teil an einer von ALFRED MERZ im August 1912 veranstalteten Reise in die Alpen, um die Temperaturverhältnisse und Wasserbeschaffenheit einiger Seen in den Ostalpen zu erforschen. Es war wieder angestrenzte Arbeit; von See ging es zu See; Temperaturserien wurden gemessen, Wasserproben geschöpft, und ihre Sauerstoffanalysen hat dann WENDICKE allein durchgeführt. Dann ging es beladen mit Instrumenten zum nächsten See, oft steil hinauf in große Meereshöhen. Als es sich darum handelte, die Sommerbeobachtungen durch solche im Winter zu ergänzen, da machte sich im Februar 1913 WENDICKE im Verein mit einem Freunde auf, um einige Hochseen der Alpen zu besuchen. Auf Skiern ging es hinauf. Durch dickes Eis wurden Löcher geschlagen, und bei oft großer Kälte die Beobachtungen vorgenommen. Eine größere Arbeit von MERZ wird erkennen lassen, wieviel Material durch WENDICKE gewonnen worden ist.

Schon im Sommer 1911 hatte sich WENDICKE Gelegenheit geboten, teilzunehmen am ozeanographischen Kurs in Bergen. Er gewann hier bald bei HELLAND-HANSEN eine Vertrauensstellung, und voll von Anregungen ist er ebenso wie früher ALFRED GRUND heimgekehrt von Norwegen. Sein Referat über HELLAND-HANSENS und FRIDTJOF NANSENS Werk über die Norwegische See (Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie VI. 1912, S. 128/9) hat erkennen lassen, welch hohes Verständnis er für die Arbeiten der Norweger besaß, und wie lichtvoll er auf eng zugemessenem Raume eine Fülle von Ergebnissen zusammenzufassen vermochte. Ein weiteres Referat (Die ersten kontinuierlichen Beobachtungen der internationalen Meeresforschung,

Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, Berlin 1913, S. 365) zeigte weiter, daß er den Arbeiten auf seinem eigenen Gebiete nicht bloß mit Interesse und tiefem Verständnis, sondern auch in anregender Weise folgte. Er kam wieder auf die Tatsache zurück, daß die Strömungserscheinungen der Nordsee sich als Interferenzvorgänge verschiedener Gezeitenwellen erklären lassen, und bezeichnete es als das anzustrebende Ziel, die verwickelten Strömungsverhältnisse dadurch zu entwirren, daß man aus den an einem Punkt beobachteten Interferenzvorgängen die einzelnen interferierenden Wellen eliminiert.

Ein Freudenstrahl glitt über seine ernsten Züge, als er hörte, daß er sich an der Zoologischen Station in Neapel als Hydrograph würde betätigen können. Im Frühling 1913 ging er voll großer Pläne dahin. Wie tüchtig er dort gearbeitet, lehrt die vorstehende Arbeit, obwohl er in der Kürze der Zeit nur einen sehr kleinen Teil der Aufgaben in Angriff nehmen konnte, die er sich mit weitem Blicke in steter Fühlungnahme mit ALFRED MERZ gestellt hatte. Schon im Herbst 1913 mußte er heimkehren, um seiner militärischen Dienstpflicht zu genügen. Mit seinen sehnigen Zügen erschien er wie ein geborener Soldat, mit strammer Haltung, mit überlegendem Blick. Dann kam der Ausbruch des Krieges. Er zog durch Belgien nach Frankreich bis St. Quentin. Eine leichte Verwundung an der Hand bei Beginn der Schlacht kümmerte ihn nicht. Er stürmte an der Spitze seiner Abteilung weiter, bis ihn eine Granate beim Angriff auf die Höhen von Colonfey niederstreckte.

A. Penck.

Als ich mich vor einigen Jahren nach einem jungen Ozeanographen umsah, der geeignet wäre, eine ozeanographische Abteilung an der Zoologischen Station einzurichten und entsprechende Untersuchungen im Golf von Neapel durchzuführen, wurde mir von HELLAND-HANSEN FRITZ WENDICKE genannt.

Im Frühjahr 1913 kam WENDICKE zu uns. Er ging gleich daran, mit dem alten Stationsdampfer »Johannes Müller« eine erste Serie von Beobachtungen anzustellen, um sich einen orientierenden Überblick über sein neues Unternehmungsgebiet zu verschaffen. Zugleich galt es Erfahrungen zu sammeln, die bei der technischen Einrichtung der neuzubauenden Schiffe verwertet werden könnten. Den ganzen Sommer über war er an der Arbeit. Herbst 1913 mußte er nach Deutschland zurück, um seiner Militärpflicht zu genügen. Während des Dienstes schrieb er die Resultate seiner Untersuchungen nieder, die jetzt hier zum Abdruck kommen. Seine Absicht, das Manuskript vor dem Druck noch einmal

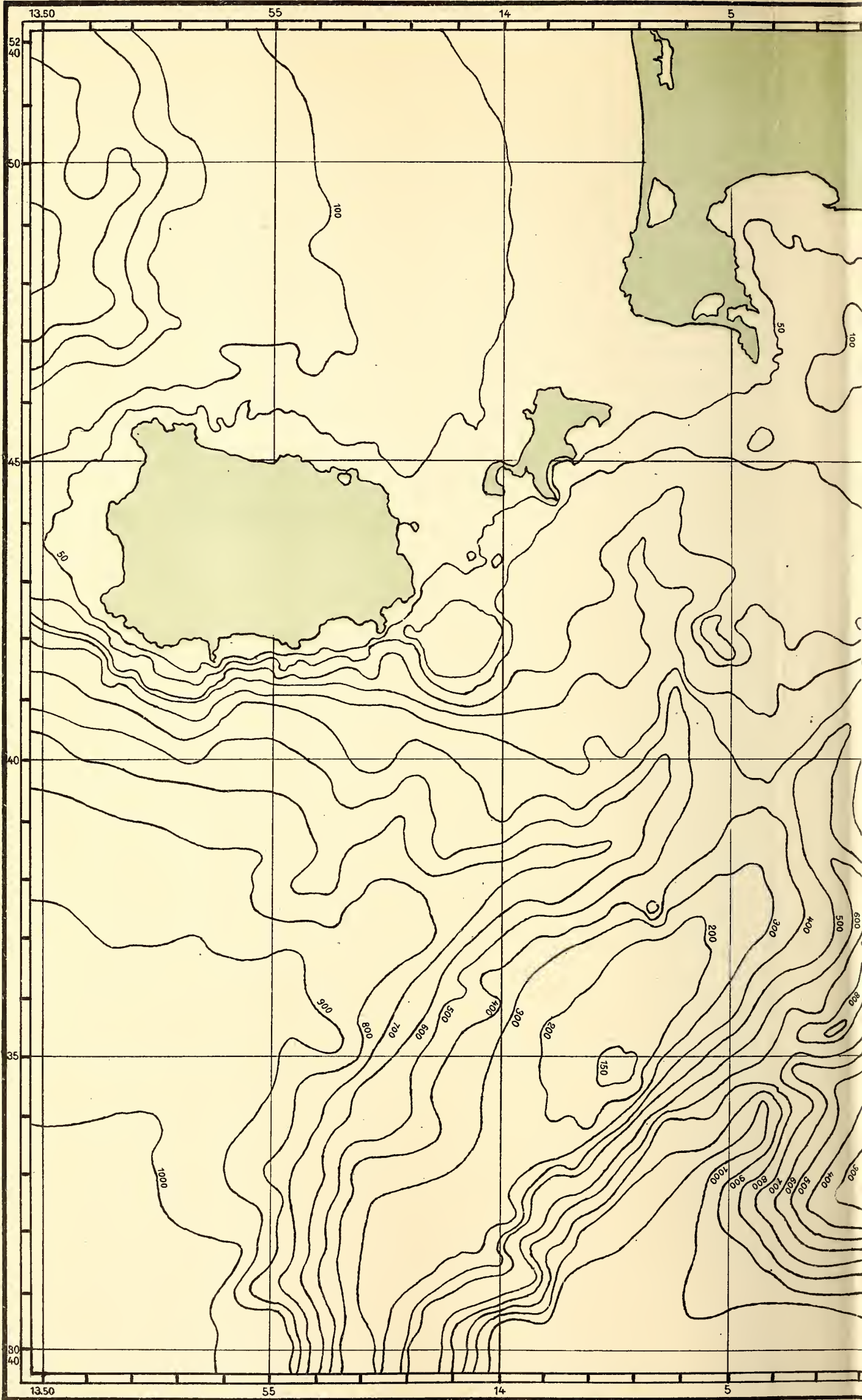
366 Dr. Fritz Wendicke, Hydrographische Untersuchungen des Golfes von Neapel.

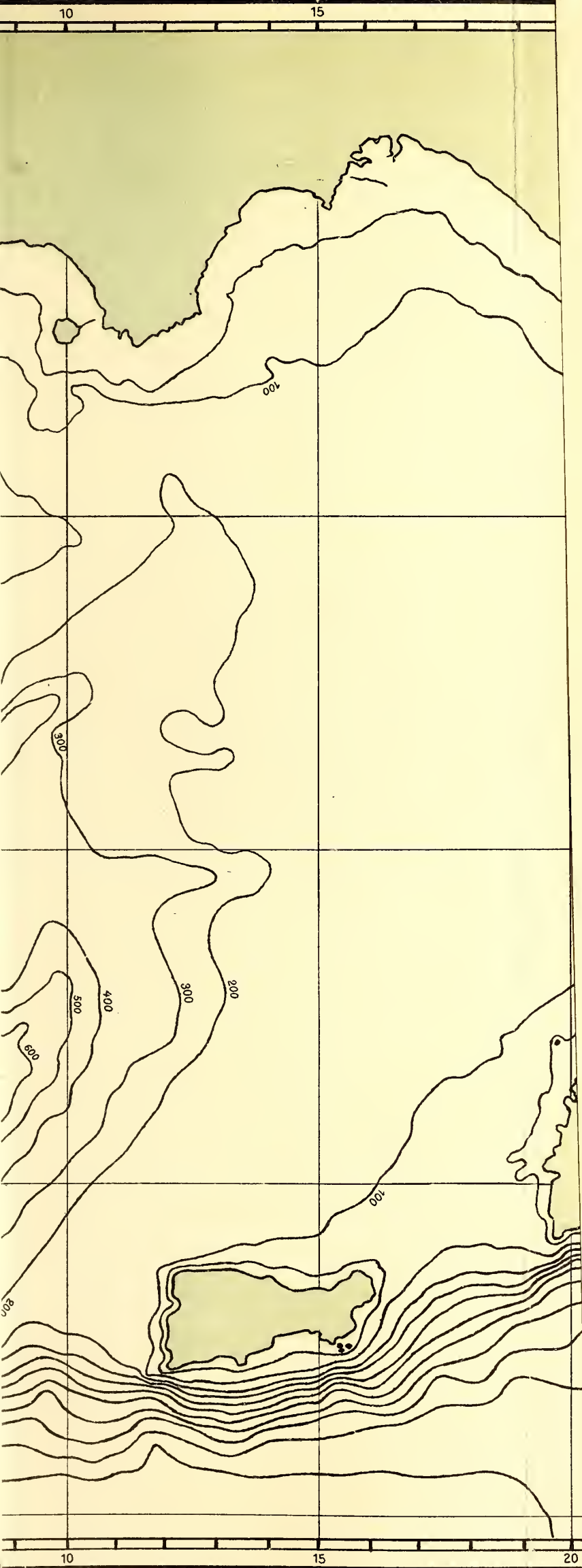
durchzusehen, konnte er jedoch nicht mehr verwirklichen. Am 29. VIII. 1914 fiel er im Kampfe. — Dr. MERZ übernahm es freundlichst, die Korrektur durchzugehen, und hat dabei einige geringfügige Berichtigungen angebracht.

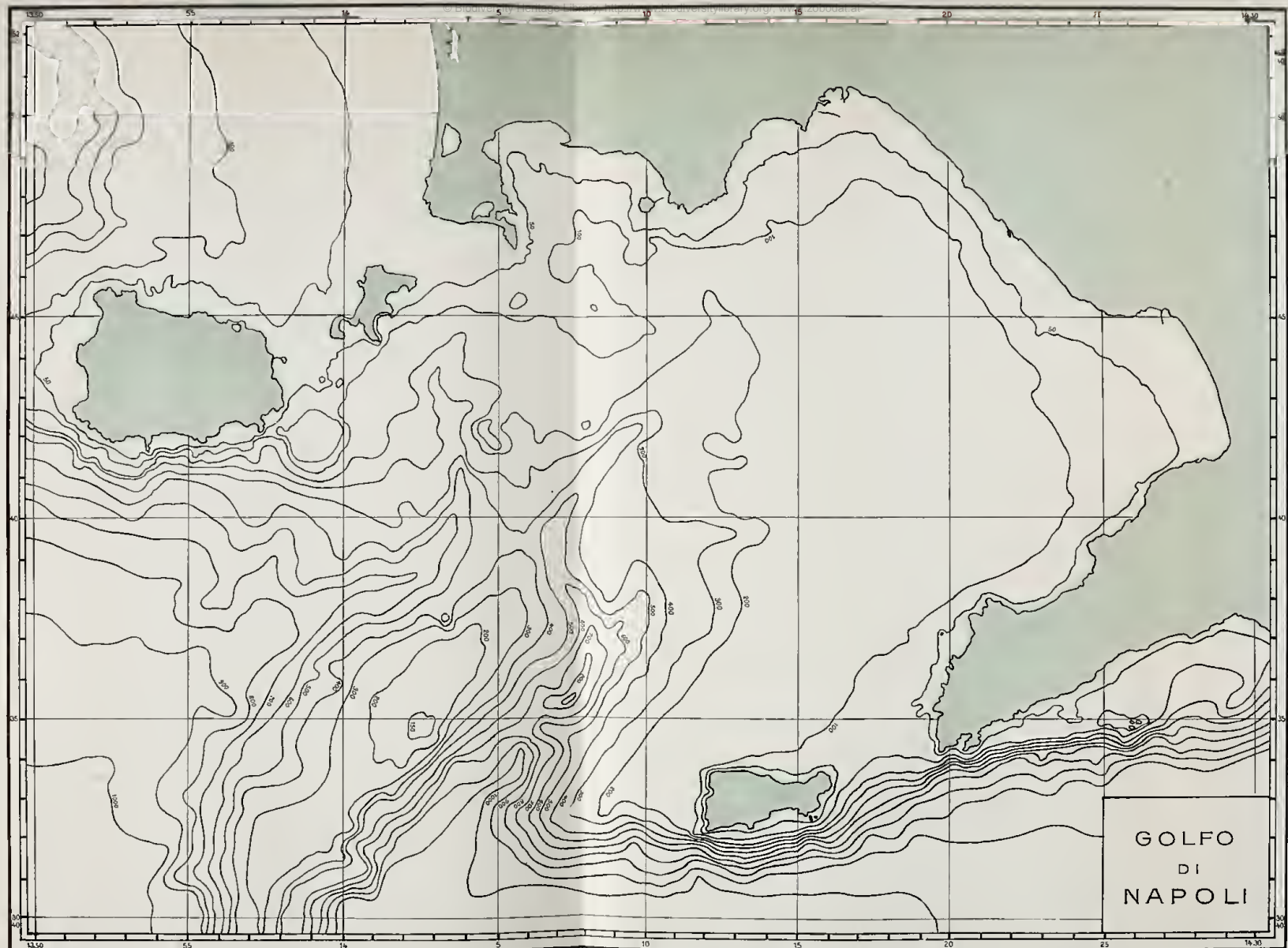
Kaum ein halbes Jahr hat WENDICKE dem Verband der Zoologischen Station angehört. Die kurze Zeit hat genügt, um seinen Tod als schmerzlichen Verlust empfinden zu lassen. Voll sachlichen Eifers, stets bereit sich dem gegebenen Rahmen des Institutes einzufügen, ohne darum je die Lust an der eigenen Initiative zu verlieren, vereinigte er in sich alle Eigenschaften, ihn zu einem ausgezeichneten Arbeitsgenossen zu machen. Sein außerordentlich frisches und gerades Wesen hatte ihm in kürzester Zeit die allgemeinen Sympathien erworben.

Mögen die Untersuchungen, aus denen WENDICKE durch den Tod herausgerissen wurde, bald wieder von der Zoologischen Station neu aufgenommen, und das Arbeitsprogramm, das er in der vorliegenden Studie umrissen hat, in seinem Sinne von einem andern ausgeführt werden können. In solch tätigem Dank wird am besten die Zoologische Station sein Andenken ehren.

Reinhard Dohrn.







ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel](#)

Jahr/Year: 1914-1921

Band/Volume: [22](#)

Autor(en)/Author(s): Wendicke Fritz

Artikel/Article: [Hydrographische Untersuchungen des Golfes von Neapel im Sommer 1913 329-366](#)