

Aus den
Berichten der Commission für oceanographische
Forschungen.

Chemische Untersuchungen im Rothen Meere

von

Dr. Konrad Natterer.

VI. Reise S. M. Schiffes „Pola“ in den Jahren 1895—1896.

(Aus dem k. k. Universitäts-Laboratorium des Hofrathes Ad. Lieben.)

(Mit 6 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. Mai 1898.)

E i n l e i t u n g.

Seit dem Jahre 1890 mit Tiefseeforschungen beschäftigt,¹ benützte ich die Gelegenheit, mich neuerdings an einer Tiefsee-Expedition betheiligen zu können, dazu, Schlussfolgerungen, welche sich bei den Arbeiten im östlichen Mittelmeer und im Marmara-Meer² ergeben hatten, und welche geologisch-chemische Vorgänge betreffen, nochmals auf ihre Richtigkeit zu prüfen, um sie etwa erweitern zu können.

¹ Fünf Abhandlungen in den Monatsheften für Chemie, Bd. 13 bis 16 (1892—1895), aus den Berichten der Commission für Erforschung des östlichen Mittelmeeres, beziehungsweise für Tiefseeforschungen in den Denkschriften d. mathem.-naturw. Cl., Bd. 59—62. — Eine zusammenfassende Darstellung meiner im östlichen Mittelmeer, Marmara-Meer und nördlichen Theil des Rothen Meeres ausgeführten Untersuchungen habe ich unter dem Titel »Chemische Resultate der österreichisch-ungarischen Tiefsee-Expeditionen« nach einem in der »Wiener chemisch-physikalischen Gesellschaft« gehaltenen Vortrag in den »Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens«, Pola 1898, 4. Heft, veröffentlicht. (Auch erschienen in den »Vierteljahresberichten des Vereines zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichtes«, III, 39; Wien 1898).

Hatte sich das zuletzt, im Jahre 1894 untersuchte, zwischen Bosporus und Dardanellen gelegene Marmara-Meer, insofern es wegen des Durchfließens von viel Wasser aus den beiden angrenzenden Meeren eine Ausnahmstellung einnimmt, als ganz besonders geeignet erwiesen, an ihm in chemischen, physikalischen und biologischen Beziehungen die Bewegungserscheinungen der gesammten, zwischen Meeresoberfläche und Meeresgrund befindlichen Wassermasse zu verfolgen, so bot der nunmehr zu untersuchende, »Rothes Meer« genannte Arabische Meerbusen nach zwei Richtungen Interesse.

Einerseits handelte es sich darum, festzustellen, in welcher Weise die auch hier zu erwartenden, bis an den Grund reichenden Wasserbewegungen an sich und in ihren biologischen und geologischen Folgeerscheinungen durch den Umstand beeinflusst werden, dass dieses Meer ein schmales langes Becken erfüllt, welches gegen Norden in zwei, durch die Halbinsel Sinäi getrennte, langgestreckte Golfe, den von Suez und den von Akaba, endet. Für einen Austausch von Wasser, für den Anschluss an die anderen Meere sorgt in ganz kleinem Maasse der Canal von Suez, in reichlicherem Grade die Strasse von Bab el Mandeb, welche dieses Meer an den Indischen Ocean angliedert.

Andererseits zielte die Untersuchung darauf ab, den Einfluss der Lage zwischen der arabischen und der egyptischen Wüste, des Umstandes, dass in der südlichen Hälfte des Meeres selten, in der nördlichen Hälfte fast nie Regen fällt, auf die Beschaffenheit dieses Meeres und seiner Küstenländer nachzuweisen. Unter Anderem konnten Beiträge zur Beantwortung einer Frage erwartet werden, zu deren Aufstellung mich einige Erscheinungen auf dem Grunde des östlichen Mittelmeeres,¹ die Analyse einiger Quellwässer im Gebiete dieses Meeres,² sowie die Untersuchung einiger

¹ Siehe besonders meine vierte Abhandlung (Schlussbericht) über dieses Meer (1894), und zwar hauptsächlich den Abschnitt »Capillares Aufsteigen von Meerwasser in Festlandsmassen«.

² In der zweiten und vierten Abhandlung über das östliche Mittelmeer (1892 und 1894).

von dem Botaniker Dr. O. Stapf aus Persien mitgebrachter salzhaltiger Erd- und Wasserproben¹ geführt hatte, nämlich der, inwieweit gegen trockene, wüste Theile der Erdoberfläche vom Meeresgrunde aus ein capillares Aufsteigen von Meerwasser durch Festlandsmassen stattfindet. Gelegenheit zu diesbezüglichen Beobachtungen bot das gegen früher geänderte Programm der Expedition, indem — ausser den zoologischen, physikalischen und chemischen Arbeiten zur See, für welche, wie jedesmal seit dem Jahre 1891, Herr Hofrath Fr. Steindachner, Intendant des k. k. naturhistorischen Hofmuseums, als Vertreter der Akademie der Wissenschaften und als Leiter des wissenschaftlichen Stabes an Bord S. M. Schiffes »Pola« war — auf 27 Land- und Inselstationen unter Leitung des Schiffscommandanten Herrn Linienschiffscapitäns Paul v. Pott von Marineofficieren Küstenaufnahmen, astronomische Ortsbestimmungen, erdmagnetische Messungen und Bestimmungen der Schwerkraft mittelst Pendelschwingungen ausgeführt und mitunter meteorologische Stationen mit selbstregistrirenden Apparaten angelegt wurden. Das Schiffscommando förderte Excursionen in unsichere arabische und egyptische Gebiete durch Beistellung bewaffneter Matrosen.

Die Expedition fand in der Zeit vom October 1895 bis Mai 1896 statt. Die durch die Nothwendigkeit der Maschinenreinigung, sowie der Kohlen- und Lebensmitteleinschiffung bedingten längeren Aufenthalte in Suez und in Dschidda, der Hafenstadt von Mekka, verwendete ich zum Theil dazu, im Schiffslaboratorium die Untersuchung der Wasser- und Grundproben möglichst weit durchzuführen. Während sich im östlichen Mittelmeer und im Marmara-Meer mit Rücksicht auf die Kürze der einzelnen fünf Fahrten die Thätigkeit im Schiffslaboratorium darauf beschränkt hatte, an Wasser- und Grundproben jene quantitativen Bestimmungen auszuführen, deren sofortige Inangriffnahme wegen der leichten Veränderlichkeit der betreffenden Bestandtheile nothwendig war, konnte dies-

¹ Monatshefte für Chemie XVI, 639 und besonders 658—668 (1895) aus den Sitzungsberichten d. mathem.-naturw. Cl., Bd. 104, Abth. II, S. 495, beziehungsweise 514—524.

mal ein Theil der sonst erst in Wien vorgenommenen Analysen im Schiffslaboratorium begonnen und zu Ende gebracht werden.

Untersuchungsmethoden.

Die bei Aufarbeitung des von den früheren Expeditionen gesammelten Materiales benützten analytischen Methoden erfuhren nur geringe, durch die Verhältnisse des Schiffes oder durch die Eigenarten des Rothen Meeres bedingte Veränderungen.

Im Kopfe der Tabellen II sind in Kürze die an Bord zur Untersuchung der Meerwasserproben angewandten Verfahren gekennzeichnet. Die nähere Beschreibung ist zumeist in den früheren Abhandlungen, zumal in der ersten, auf die im Sommer 1890 stattgefundene Expedition bezüglichen und in der über die Expedition im Marmara-Meer enthalten.

Da zum Zwecke des Wasserschöpfens fast ausschliesslich der an dünnem Lothdraht befestigte, nur $\frac{3}{4}$ l aufnehmende Sigsbee'sche Apparat¹ (von Mechaniker H. Haecke, Berlin) zur Anwendung kam, so wurde nur in seltenen Fällen die 254 cm³ fassende Stöpselflasche, fast immer eine kleinere, zu 133·5 oder 138 cm³, zum Behufe der auf der leichten Oxydirbarkeit von gefällttem Manganoxydulhydrat beruhenden Sauerstoffbestimmung mit dem frisch emporgeholten Meerwasser gefüllt. In Ermanglung eigentlicher, am Apparat angebrachter Hähne wurde dieses Füllen einer Stöpselflasche in der Art vorgenommen, dass zunächst in den Hohlkonus unter der unteren Ventilscheibe ein Kautschukstopfen gedrückt wurde, der mittelst einer in seiner Bohrung steckenden Glasröhre und mittelst eines über das herausragende Ende der letzteren gezogenen Kautschukschlauches die Verbindung mit der spritzflaschenartig montirten Stöpselflasche herstellte. Dann wurden die beiden durch einen Metallstab mit einander verbundenen Ventilscheiben rasch und vollständig gehoben. Die herabfallende Wassermasse stiess die kleine im Hohlkonus, in der Glasröhre und im Kautschukschlauch befindliche Luftmenge vor

¹ Etwas grösser (länger) als bei der ersten Expedition.

sich her, worauf sich die Stöpselflasche vom Boden aus mit Wasser füllte. Ein Theil des Wassers wurde durch die Flasche hindurchgelassen, ein anderer Theil wurde im Schöpfapparat zurückgehalten. So liess sich ein störender Einfluss des Luftsauerstoffes vermeiden.

Zur Beurtheilung der Mengen von leicht oxydablen, von Pflanzen- und Thierkörpern herrührenden organischen Substanzen wurden ebenso wie bei den früheren Expeditionen je 100 cm^3 der dem Meere als solchem entnommenen Wasserproben für die quantitative Behandlung mit übermangansauerm Kalium verwendet, d. h. so viel, dass bei den absolut genommen sehr geringen Beträgen die Unterschiede leichter wahrgenommen werden konnten. Diejenigen Wasserproben, welche aus dem Grundschlamm stammten und in der Art erhalten wurden, dass der Inhalt des Belknap-Lothes filtrirt wurde, waren auch wieder ungemein reich an organischen Substanzen. Deshalb und weil zu anderweitigen Analysen Theile der Proben benöthigt wurden, kamen von ihnen meistens nur 50, manchmal nur 25 cm^3 zur Anwendung.

Die Zahlen der 6. Columne der Tabellen II zeigen an, wie viel Ammoniak in 40 cm^3 der Meerwasserproben bereits fertig vorhanden ist, die Zahlen der 7. Columne ermöglichen die Berechnung derjenigen Ammoniakmengen, welche von eben diesen 40 cm^3 bei der Oxydation wegen Zerfalles der von den Pflanzen- und Thierkörpern herrührenden organischen Substanzen geliefert werden.

Was Salpetersäure und Schwefelwasserstoff betrifft, so wurden dieselben auch diesmal in keiner von den vielen Wasserproben, wenn dieselben frisch geschöpft waren, vorgefunden.

Salpetrige Säure wurde nur im Golfe von Akaba in halbwegs grossen Mengen angetroffen. Dieselben waren geringer als die in Theilen des östlichen Mittelmeeres und des Marmara-Meeres nachgewiesenen. Bei ihrer später folgenden Besprechung werden einer willkürlichen Scala angehörende Zahlen benützt, welchen die bei der colorimetrischen Prüfung mit Jodzinkstärkelösung und Schwefelsäure erhaltenen Färbungen zu Grunde liegen. 1 bedeutet, dass sich dabei nach

zwei Stunden eine kaum merkliche Spur Violett eingestellt hat, 2 zeigt den Eintritt eines ganz schwachen Violettes an, 3 den einer Spur Blauviolett, 4 den eines ganz schwachen Blauviolett, 5 den einer Spur Blau, 6 den eines ganz schwachen Blau's, 7 den eines schwachen Blau's. Viele von den frisch geschöpften Wasserproben waren frei von salpetriger Säure.

Ziemlich bedeutenden Schwankungen unterworfen zeigte sich auch im Rothen Meer der Grad der alkalischen Reaction des Meerwassers. Wie in den früheren Jahren wurde darauf mittelst einer weingeistigen Lösung von Phenolphthalein (0.25 g in $\frac{1}{4}$ l) geprüft. Fast alle Wasserproben erwiesen sich dabei als alkalisch reagirend. Hat sich im frei beweglichen Meerwasser auch hier, wie im Ocean und im Mittelmeer immer, im Marmara-Meer fast immer keine freie Kohlensäure vorggefunden, so gaben doch sehr viele Wasserproben des Rothen Meeres eine auffallende Verringerung der alkalischen Reaction zu erkennen. Bei dem den Grundschlamm durchsetzenden Wasser war an vielen Stellen wegen Anhäufung von Kohlensäure der Grad der alkalischen Reaction in einem bedeutend höherem Grade verringert, als irgendwo im östlichen Mittelmeer und im Marmara-Meer gefunden worden, an einigen Stellen sogar zum Verschwinden gebracht. Die Zahl 1 bedeutet, dass an der betreffenden Meeresstelle das Wasser eben dieselbe alkalische Reaction besass, wie das gewöhnliche Meerwasser, bei welchem sich ein bestimmtes Verhältniss zwischen halb- und ganzgebundener Kohlensäure in Folge langer Berührung mit der Atmosphäre eingestellt hat. —1 bedeutet, dass beim Versetzen von 5 cm^3 Meerwasser mit fünf Tropfen obiger Lösung von Phenolphthalein eine um ganz wenig geringere Rothfärbung eintrat, als es bei gewöhnlichem Meerwasser der Fall ist. —2 bedeutet ein schwaches Roth, —3 ein noch schwächeres, —4 wenig mehr als eine Spur Roth. Bei —5 ist die Rothfärbung kaum sichtbar, —6 sagt, dass 5 cm^3 Meerwasser, mit fünf Tropfen der Phenolphthaleinlösung versetzt, keine Färbung annahm, nach Zugabe von zehn Tropfen jedoch eine Spur Roth aufwies. Ein Theil der Wasserproben reagirte stärker alkalisch als gewöhnliches Meerwasser. +1 sagt, dass sich bei dem Versetzen mit Phe-

nolphtalein eine kaum merklich stärkere Rothfärbung als bei jenem einstellte. Bei +2 war die Rothfärbung wenig stärker, bei +3 viel stärker als bei gewöhnlichem Meerwasser.

Die 5. Columne der Tabellen II zeigt, wie viel Salzsäure nothwendig war, um die ganz gebundene Kohlensäure auszutreiben. Da diesmal im Gegensatz zu dem viel Flusswasser aufnehmenden Marmara-Meer nur geringe Unterschiede im Gehalte an ganz gebundener Kohlensäure zu erwarten waren, wurde nicht die dort angewandte schnelle Methode der Titration bei gewöhnlicher Temperatur mit Methylorange als Indicator beibehalten, sondern zu der im östlichen Mittelmeer ausgeführten Titration mittelst Phenolphtalein als Indicator zurückgekehrt, bei welcher nach dem am Rückflusskühler und unter Durchleiten von Luft bewerkstelligten Kochen mit überschüssiger Salzsäure mittelst Barytwasser zurücktitrirt wurde. Es war dies um so nothwendiger, als meistens nur kleine Wassermengen zur Verfügung standen.

Während die bisher erwähnten Bestandtheile des Meerwassers unter dem Einfluss pflanzlicher und thierischer Organismen Änderungen in mehr oder weniger hohem Maasse unterworfen sind, ist dies bei den eigentlichen Salzbestandtheilen nicht oder in sehr geringem Grade der Fall.

Durch die Wirkung von Organismen, sowie durch chemische und physikalische Vorgänge auf und in dem Meeresgrunde könnte die Schwefelsäure locale Verminderung, beziehungsweise Anreicherung erfahren. Um den Gehalt an Schwefelsäure und an anderen Salzbestandtheilen auf einander beziehen zu können, wurde auch das Chlor, als der Änderungen so gut wie gar nicht ausgesetzte Salzbestandtheil bestimmt. Die Chlor- und Schwefelsäurebestimmungen, sowie eine Anzahl von Brombestimmungen wurden an Bord vorgenommen, in der Absicht, nur solche Wasserproben nach Wien zur weiteren Salzuntersuchung mitzunehmen, bei welchen sich von der gewöhnlichen Zusammensetzung abweichende Zahlen ergeben hatten.

Zur Volhard'schen Chlorbestimmung wurde 1 cm^3 Meerwasser genau abgemessen, mit 200 cm^3 destillirtem Wasser verdünnt, mit 10 cm^3 salpetersaurer Eisenaunlösung (gleiche

Volumina gesättigter Ammoniak-Eisenalaunlösung und concentrirter Salpetersäure) als Indicator, dann aus einer Bürette (Nachfüllbürette mit Glashahn) mit titrirter, salpetersaurer Silberlösung in geringem Überschuss versetzt, welcher Überschuss mittelst einer äquivalenten Lösung von Schwefelcyanammonium durch Zutropfenlassen bis zum Eintritt eines lichtbräunlichen Farbtones festgestellt wurde. Controlbestimmungen wurden an mitgeführten Wasserproben aus dem östlichen Mittelmeer mit gewichtsanalytisch bestimmtem Chlorgehalt ausgeführt.

Zur Schwefelsäurebestimmung wurden 50 cm^3 Meerwasser zunächst unter Zugabe von 5 Tropfen concentrirter Salzsäure 10 Minuten lang gekocht, um die Kohlensäure auszutreiben, dann wurde in der Hitze titrirte Chlorbaryumlösung parthienweise unter Umschwenken in zur Fällung der Schwefelsäure ungenügender Menge dazugebracht. Nun kamen, um die Gegenwart der Magnesiumsalze des Meerwassers unschädlich zu machen, einige cm^3 Salmiaklösung und, um später das schwefelsaure Baryum schneller absitzen zu lassen, einige Tropfen Chloraluminiumlösung hinein, worauf mit kohlensäure freiem Ammoniak deutlich alkalisch gemacht wurde. 0.2 cm^3 einer titrirten Lösung von Kaliumdichromat, die halb so stark war als die Chlorbaryumlösung, genügten, um der Flüssigkeit eine blassgelbe Färbung zu ertheilen. Zuletzt wurde das Zufließenlassen der titrirten Chlorbaryumlösung fortgesetzt, bis die Flüssigkeit farblos war.

Zur Brombestimmung wurden 500 cm^3 Meerwasser zunächst nach der in der Abhandlung über das Marmara-Meer beschriebenen Art mit $200\text{--}300\text{ cm}^3$ einer angesäuerten Silberlösung versetzt, welche das ganze Brom und einen Theil des Chlor ausfällten. Nachdem 24 Stunden im Dunkeln stehen gelassen worden, wurde der Niederschlag durch Decantation gewaschen, mit Wasser und etwas Schwefelsäure angerührt, mit Zink (zuerst mit Messerspitze voll Zinkspähnen, einen Tag später mit ebensoviel Zinkstaub) zusammengebracht, 2 Tage lang damit in Berührung gelassen und filtrirt. In dem gegen 50 cm^3 einnehmenden Filtrat gelangte der Bromwasserstoff auf die Art zur colorimetrischen Bestimmung, dass von einer

Reihe, mit Glasstopfen versehener Messcylinder einer damit beschickt und dann zum Zufügen von 2—3 cm^3 Chloroform und zum Umschütteln beim tropfenweisen Versetzen mit Chlorwasser bis zum Überschreiten des Maximums der Gelbfärbung des Chloroforms benützt wurde. Die anderen Messcylinder dienten dazu, aus titrirter Bromkaliumlösung zur Vergleichung das Brom abzuscheiden.

Die an 14 Meerwasserproben in Wien ausgeführte Untersuchung, deren Originalzahlen in Tabelle III wiedergegeben sind, betraf zunächst eine mittelst Pyknometers vorzunehmende Bestimmung des specifischen Gewichtes, welche vorwiegend auf Ersuchen des Physikers der Expedition, Herrn Regierungsrath J. Luksch, Professor an der Marineakademie in Fiume i. R., geschah, unter dessen Aufsicht so wie im mittelländischen Meere die Temperaturen in den verschiedenen Wasserschichten festgestellt worden sind und dessen Freundlichkeit ich auch diesmal die Mittheilung der zur Vergleichung der gefundenen Sauerstoffmengen mit den nach der Oberflächenabsorption berechneten nothwendigen Wassertemperaturen verdanke. Die Pyknometerwägungen dienten zur Controle der an Bord mittelst Aräometers und Refractometers ausgeführten Bestimmungen des specifischen Gewichtes.

Die Bestimmung des Calcium, Magnesium, Kalium und des Sulfatrückstandes wurden ebenso wie in den früheren Jahren vorgenommen. Auf die Bestimmung des Gesamtsalzes in Form des Abdampfungsrückstandes wurde diesmal verzichtet, da dieselbe, wie ich in der dritten Abhandlung über das östliche Mittelmeer gezeigt habe, wegen des wechselnden Gehaltes des Meerwassers an organischen Substanzen, beziehungsweise wegen des durch sie in verschiedenem Maasse zurückgehaltenen Wassers zu hohe Werthe liefert. Die Wägung des durch Abdampfen mit Schwefelsäure, Abrauchen und Glühen gewonnenen Sulfatrückstandes ermöglicht, wenn Calcium, Magnesium und Kalium bestimmt sind, wegen des nur spurenweisen Vorhandenseins anderer Metalle, die Berechnung des Natrium, gestattet aber auch schon im Zusammenhalt mit der Bestimmung des einen oder anderen Salzbestandtheiles eine Beurtheilung der Gleichheit oder Ungleichheit des

im Wasser verschiedener Meere und Meerestheile gelösten Salzgemisches.

Was die Grundproben betrifft, so wurde ihre Analyse mit Ausnahme der Kalium- und Natriumbestimmungen, welche eine analytische Waage und ein auf dem Schiffe schwer auszuführendes Abrauchen von Flusssäure erfordern, durchaus an Bord vorgenommen. Zu diesen Bordbestimmungen wurde eine möglichst empfindliche Hornschalenwaage benützt.

Tabelle VII zeigt Art und Umfang der Grundprobenanalysen. Die zur Analyse gelangenden Substanzen, entweder als feinste Theile von lehmartigen Grundproben durch Schlämmen gewonnen, oder durch Pulvern von Steinigem erhalten, wurden auch diesmal in einfacher Weise auf ihr Vermögen Wasser (destillirtes Wasser) zurückzuhalten geprüft. Mit Wasser angerührt, auf ein Filter gebracht, daselbst mit destillirtem Wasser gewaschen und hernach bei zugedektem Trichter bis zum vollkommenen Abtropfen des Wasserüberschusses liegen gelassen, gaben gewogene Theile davon beim Liegen an der Luft und später beim Erhitzen auf 100° vorwiegend wegen des wechselnden Thongehaltes sehr verschiedene Wassermengen ab. Während auf den früheren Expeditionen der offenen Luft ausgesetzt wurde, mussten diesmal, um rasches Trocknen zu erzielen, die in dünner Schicht in einer Platinschale ausgebreiteten Theile der nassen Grundproben in einen Exsiccator über Chlorcalcium gebracht werden, weil die Luft über dem Rothen Meer zumeist mit Wasserdampf fast gesättigt ist. Zu dem darauf folgenden Erhitzen auf 100° wurde ein mit Weingeist geheiztes V. Meyer'sches Wasserbad verwendet.

Das Vermögen, wegen des Gehaltes an organischen Substanzen und an Eisenoxydul Sauerstoff aufzunehmen, sowie der Gehalt an fertig oder fast fertig vorhandenem Ammoniak und an solchen organischen Substanzen, welche bei der Oxydation Ammoniak liefern, wurden so wie in den Vorjahren und in analoger Art wie bei den Wasserproben festgestellt.

Die in den Grundproben enthaltenen Mengen von Carbonaten wurden in Anpassung an die Bordverhältnisse titrimetrisch bestimmt mittelst Salzsäure, Barytwasser und Phenol-

phtaleïn. Bei den drei ersten untersuchten Grundproben wurde in derselben Art, wie während der zweiten Expedition im östlichen Mittelmeer bei vielen Grundproben, die ausgetriebene Kohlensäure in titrirtem Barytwasser aufgefangen und der Bestimmung zugeführt. 0·16 g Schlamm aus Lothprobe von Station 12 (48 m) verbrauchten beim Kochen damit 5·45 cm³ der titrirten Salzsäure, während die ausgetriebene Kohlensäure nur 5·4 cm³ eines der Salzsäure gleichwerthigen Barytwassers neutralisirte. Das geringe Plus an verbrauchter Salzsäure könnte auf die Gegenwart basischer Mineralbestandtheile in der Grundprobe und auch auf die leichte Abspaltbarkeit von Ammoniak aus in der Grundprobe enthaltenen organischen Substanzen zurückgeführt werden. 0·15 g Schlamm aus Schleppnetz (Dredsche) von Station 27 (620 m) verbrauchten 7·8 cm³ Salzsäure, während die ausgetriebene Kohlensäure etwas mehr, nämlich 8 cm³ des Barytwassers neutralisirte. Diesmal dürften, wie in der Mehrzahl der im östlichen Mittelmeer untersuchten Fälle, in der Grundprobe vorhandene organische Substanzen beim Kochen mit Salzsäure etwas Kohlensäure abgespalten haben. 0·15 g des Schlammes aus Schleppnetz von Station 33 (791 m) verbrauchten 8 cm³ Salzsäure, und die ausgetriebene Kohlensäure neutralisirte ebenfalls 8 cm³ Barytwasser. Ebenso wie im östlichen Mittelmeer waren auch hier die Differenzen zu gering, um die Anwendung dieses umständlichen Controlverfahrens zu empfehlen. Über die Natur der organischen Substanzen, über das Vorwiegen der Ammoniak- oder Kohlensäureabspaltung bei ihrer Zersetzung gaben andere Beobachtungen und Versuche Auskunft.

Während zu den bisher besprochenen, spätestens 24 Stunden nach dem Emporholen der Grundproben ausgeführten Bestimmungen kleine Theile der gewaschenen, feuchten Grundproben zur Verwendung kamen, wurde die Hauptmenge dieser Proben zur einstweiligen Aufbewahrung bei 100° getrocknet. Wie die Tabellen VI a und b zeigen, wurden vor der Zusammenstellung der später erhaltenen Analysenresultate, um die Übereinstimmung mit den Arbeiten der früheren Expeditionen zu wahren, in empirisch festgestellter Weise die angewandten Substanzmengen auf »lufttrockene Grundprobe« umge-

rechnet. Die im Schiffslaboratorium ausgeführten diesbezüglichen Analysen begannen damit, dass eine gewogene Menge mit zwanzigprocentiger Salzsäure, im Verhältniss von 25 cm^3 auf 3 g , $\frac{1}{4}$ Stunde lang gekocht wurde, wobei sich ein in den allermeisten Fällen nur schwacher Chlorgeruch bemerkbar machte. Eine Probe, nämlich ein haselnussgrosses, leicht zerreibliches, innen fast weisses Steinklumpchen vom Schleppnetz auf Station 86¹ (2190 *m*) entwickelte kein oder fast kein Chlor. Etwas mehr Chlor als sonst gab der lehmartige Schlamm von der Lothung auf Station 155 (740 *m*), bei weitem am meisten Chlor entwickelte das Pulver eines etwas mehr als haselnussgrossen, fast allseitig dunkelbraunen, im Innern braunen, harten Steinstückchens vom Schleppnetz der Station 86. Diese Probe enthielt so viel Mangansuperoxyd, dass sich in Berührung mit ihr die Salzsäure zunächst wegen Bildung von Manganichlorid dunkel färbte. Die in den Grundproben in sehr wechselnden Mengen enthaltenen organischen Substanzen und Eisenoxydulverbindungen mussten immer Theile des Chlors als Oxydationsmittel in Anspruch nehmen, weshalb auf die quantitative Bestimmung des sich entwickelnden Chlors verzichtet und nur das in die salzsaure Lösung übergegangene Mangan bestimmt wurde. Ein Theil desselben war als Oxydul vorhanden gewesen. Um vergleichbare Werthe zu haben, wurde so wie in den früheren Jahren das ganze Mangan in Oxydul umgerechnet. — Der Gehalt an organischen Substanzen war bei einer Grundprobe, bei dem grauen Schlamm von Station 145 (62 *m*) im Golfe von Suez so gross, dass die salzsaure Lösung auch nach dem Kochen und Wiedererkalten einen caramelartigen Geruch aufwies.

Nach dem Kochen mit Salzsäure wurde verdünnt und filtrirt.

Der aus der salzsauren Lösung mit Ammoniak und Schwefelammonium erhaltene, auf ein Filter gebrachte Niederschlag wurde mit ganz verdünnter Salzsäure angerührt, wonach sich

¹ Die Position dieser Station war: $22^{\circ}7'$ n. Br., $38^{\circ}0'$ ö. L. v. Gr. — Die Positionen aller anderen Beobachtungspunkte, von welchen chemische Analysen vorliegen, sind in den Tabellen I 1—33 verzeichnet.

der rückständige Schwefel wegen Spuren von Schwefelnickel mehr oder weniger grau gefärbt zeigte. Am dunkelsten war die Graufärbung bei dem grauen Schlamm von Station 145. Ein etwas schwächeres Grau gaben der rothbraune Schlamm von Station 85, die hellbraunen Krustensteinstückchen und die rothbraunen Gesteinsstücke von Station 86, die Krustensteinstückchen von Station 88, der lehmartige Schlamm von Station 155 und der röthlich-bräunliche Schlamm von Station 207. Hellgrau war jener Lösungsrückstand bei den Analysen der Schlammproben von den Stationen 12, 27 und 33, sowie bei der des etwas mehr als haselnussgrossen, im Innern braunen Steinstückchens von Station 86. Fast weiss waren die Schwefelrückstände bei den Analysen der Krustensteinstückchen von Station 33 und bei der des leicht zerreiblichen, innen fast weissen Klümpchens von Station 86. In Anbetracht dieser Unterschiede wurde in Wien eine Reihe von Grundproben auf Nickel und andere Schwermetalle quantitativ geprüft.

An Bord wurde die salzsaure Lösung des Schwefelammonium-Niederschlages gekocht, mit Salpetersäure oxydirt, unter Zugabe von Salmiak mit Ammoniak alkalisch gemacht und heiss filtrirt. Von dem auf das Filter gebrachten Aluminium-Eisenniederschlag wurde bei zugedektem Trichter das überschüssige Waschwasser ablaufen gelassen. Anderweitigen Versuchen über den Grad des Durchtränktheits verschiedener Niederschläge mit Wasser vorgreifend, wurden die Gewichte der so erhaltenen feuchten Niederschläge in den Tabellen VII und VI eingesetzt. Für die Analyse wurde von dem jeweiligen, in einem Platintiegel zur Wägung gebrachten Gemisch der beiden Hydroxyde die Hälfte herausgenommen. Die rückständige Hälfte wurde geglüht, das erhaltene $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ gewogen, in der ersteren Hälfte nach Behandlung mit Zink und Schwefelsäure das Eisen mittelst übermangansauren Kaliums titrirt. Aus dem ammoniakalischen Filtrat des Aluminium-Eisenniederschlages gelangte das Mangan durch Schwefelammonium zur Fällung. Seine quantitative Bestimmung geschah colorimetrisch, indem es in starker Salpetersäure gelöst und darin durch Kochen mit Bleisuperoxyd in Übermangansäure übergeführt wurde. Zur Farbenvergleichung wurden Eprou-

vetten von gleichen Querschnitten und wechselnde, kleine Mengen einer titrirten Manganlösung, erhalten durch Auflösen von fast bis zum Glühen erhitztem Mangansulfat, benützt.

Das Filtrat des ersten Schwefelammonium-Niederschlages wurde angesäuert und gekocht. Calcium kam nach der Fällung mit oxalsaurem Ammonium als CaCO_3 und Magnesium als $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ zur Wägung.

Der in Salzsäure unlösliche Theil der Grundproben wurde mit Sodalösung in einem Porzellanbecher gekocht, um den darin löslichen Theil der Kieselsäure zu entfernen, wovon am meisten in dem leicht zerreiblichen, innen fast weissen Gesteinsklümpchen von Station 86 vorhanden war, beziehungsweise sich beim Kochen mit der Salzsäure gebildet hatte. Dabei färbte sich die Sodalösung je nach Menge und Art der in den Grundproben enthaltenen organischen Substanzen in verschiedenem Maasse: fast gar nicht bei den gewöhnlichen Krustensteinen der Stationen 33 und 86, sowie auch bei den drei anderen Gesteinsarten von letzterer Station, ganz schwach gelblich-bräunlich bei den Schlammproben von Station 33 und 85, etwas stärker, nämlich weingelb bei dem Schlamm von Station 155, schwach braungelb bei den Schlammproben der Stationen 12, 27 und 207, sowie beim Krustenstein von Station 88, ziemlich stark braungelb beim grauen Schlamm von Station 145.

Das in Salzsäure und in Sodalösung Unlösliche wurde auf ein Filter gebracht, getrocknet, geglüht und gewogen.

Für die Bestimmung der Alkalien wurden eigene Theile der gut gewaschenen Grundproben direct mit Flusssäure behandelt.

An einer Anzahl von Grundproben und von Gesteinsproben aus den Küstengebieten des Rothen Meeres wurden in Wien noch folgende Versuche ausgeführt.

Grössere Mengen der einzelnen Proben, immer pulverförmig und mit Wasser gewaschen, wurden mit concentrirter Sodalösung $\frac{1}{4}$ Stunde lang gekocht, heiss filtrirt und mit heissem Wasser nachgewaschen. Aus dem Filtrat wurden durch Chlorcalcium in essigsaurer Lösung kleine Mengen von Oxalsäure gefällt und dann durch Titration mit übermangansaurem

Kalium bestimmt. Zur Extraction von Nickel und Kupfer, sowie von eventuell vorhandenen kleinen Mengen von Silber und Gold wurde das in Sodalösung Ungelöste mit starker Cyankaliumlösung in einer Flasche, durch welche, auch den Bodensatz aufrührend, ein langsamer Luftstrom strich, drei Tage lang in Berührung gelassen, dann filtrirt. In das Filtrat wurden einige, grosse Oberflächen aufweisende Stückchen von granulirtem Zink gegeben, damit in offenem Kolben drei Tage unter öfterem Umschwenken stehen gelassen, dann abgeseigt. Die einen schwarzen Belag tragenden Zinkreste wurden gewaschen, dann ein paar Stunden lang in ganz verdünnter Salzsäure liegen gelassen, zuletzt einige Minuten lang mit etwas stärkerer Salzsäure erwärmt, um das Zink vollständig zu entfernen. Der schwarze erdig aussehende Rückstand wurde durch Decantation gut gewaschen, mit heisser concentrirter Salpetersäure behandelt, die Lösung verdünnt und nach einigem Stehen filtrirt. Das Gewicht des als Filter-, beziehungsweise Glührückstandes bleibenden Goldes war bei den einzelnen Meeresgrundproben verschieden, jedoch immer sehr gering. Die Proben vom Wüstenboden enthielten kein oder fast kein Gold. Im Filtrat wurde stets mit negativem Erfolge auf Silber geprüft. Nickel und Kupfer fehlten in den Wüstenproben ganz oder waren nur in Spuren vorhanden; die kleinen, in den Meeresgrundproben enthaltenen Mengen wurden nach Abdampfen der salpetersauren Lösung und Glühen des Rückstandes als Oxydgemisch gewogen und in etwas Königswasser gelöst, worauf das als Sulfid gefällte Kupfer nach der Behandlung mit Salpetersäure und nach dem Glühen als Oxyd zur Wägung gelangte.

Ferner wurden Proben sowohl vom Meeresgrund als auch vom Wüstenboden auf den Gehalt an jener Schwefelsäure, welche, als in Form von basischen Sulfaten (von Eisen, Aluminium und Magnesium) darin enthalten, erst in kochender Salzsäure löslich war, und auf den Gehalt an Phosphorsäure geprüft.

Sauerstoff.

Während der auf Karte I dargestellten Zickzackfahrten wurde an 48 Stellen der Sauerstoffgehalt unter anderem auch in annähernd 100 *m* Tiefe festgestellt. Da die Wasserproben mit dem Sigsbee'schen Schöpfapparat gewonnen waren, stammten sie nicht genau aus 100 *m* Tiefe, bis zu welcher der Apparat versenkt worden, sondern aus einer dünnen Meeresschicht, deren untere Grenze in 100 *m* Tiefe lag. Es genügte dies vollkommen, da es sich nur um vergleichende Untersuchungen in einer bestimmten Wasserschicht handelte.

Die Tabellen I₁₋₃₃ geben den Sauerstoffgehalt in Kubikcentimetern auf 1 l Meerwasser an und daneben jene Sauerstoffmengen, welche das Wasser dieser in 100 *m* Tiefe befindlichen Meeresschicht bei den eben dort angetroffenen zwischen 21·3 und 28·2° C. schwankenden Temperaturen enthalten würde, wenn der Sauerstoffgehalt bloß auf eine an der Meeresoberfläche vor sich gegangene Sauerstoffabsorption aus der Luft zurückzuführen wäre.

In dem Horizont der 100 *m*-Schicht wurde fast immer weniger Sauerstoff gefunden, als nach der Temperatur zu erwarten war, ein Zeichen, dass jener Sauerstoff, der aus der Atmosphäre stammte oder in der obersten, ungefähr 50 *m* mächtigen, dem vollen Einfluss des Sonnenlichtes ausgesetzten Meeresschicht durch pflanzliche Organismen producirt worden ist, schon in 100 *m* Tiefe fast überall durch den Sauerstoffbedarf belebter und tochter organischer Stoffe verringert wurde.

Unter den 48 Proben war nur eine, die noch dieselbe Menge Sauerstoff enthielt, welche das Wasser, als es sich vor kürzerer oder längerer Zeit das letzte Mal an der Meeresoberfläche befand, aus der Atmosphäre hatte aufnehmen können. Es traf dies unter Station 101 zu. Würde man absehen von der grossen Mannigfaltigkeit der Beziehungen zwischen Sauerstoff und organischen Substanzen, welche sich bei den Untersuchungen im östlichen Mittelmeer und im Marmara-Meer herausgestellt haben, und welche wie aus den folgenden Ab-

schnitten dieser Abhandlung erhellt, auch im Rothen Meer vorhanden sind, so könnte man glauben, dass hier unter Station 101 der durch locale oder weitreichende Strömungen bewirkte Austausch von Wasser zwischen der Meeresoberfläche und dem 100 *m*-Horizonte am ausgiebigsten vor sich gehe. Die daraus folgende Unveränderlichkeit des Sauerstoffes würde im Zusammenhange stehen mit einem dem betreffenden Meerestheile eigenen Unvermögen, in Folge chemischer Änderungen des Wassers Lösungs- oder Fällungserscheinungen hervorzurufen. Mögen sonst diese Erscheinungen im Wasser selbst, am auffallendsten auf dem Meeresgrunde vor sich gehen oder wegen des capillaren Aufsteigens von Meerwasser in Festlandsmassen auch auf dem Strande und selbst in grösseren Entfernungen landein von der Uferlinie sich vollziehen, so könnte, wenn sie einem beschränkten Meeresgebiete mehr oder weniger vollständig fehlen und gefehlt haben, in der Nähe dieses Meeresgebietes das Strandgebiet wenig oder keine Veränderung erleiden und erlitten haben. Während auf Station 101 genau 100⁰/₀ des nach der Wassertemperatur berechneten Sauerstoffes gefunden worden sind, wiesen auf den nordwestlich davon und der afrikanischen Küste etwas näher gelegenen Stationen 104 und 110 die aus 100 *m* emporgelohnten Wasserproben ganz unbedeutend mehr Sauerstoff, nämlich 102 und 101⁰/₀ des berechneten auf. Man könnte also annehmen, dass die sich südlich von der egyptischen Hafenstadt Koseir erstreckende Festlandsküste seit langem unverändert geblieben ist, und dass die zum Ras (Vorgebirge) Benas verlaufende Halbinsel und die in Verlängerung dieser Halbinsel gelegenen Mukawar- oder Smaragd- und Zebirget- oder St. John's Inseln Reste eines alten Strandgebietes darstellen.

Eine Verringerung des Sauerstoffgehaltes lässt eine, allerdings bei weitem unter der Proportionalität sich bewegende Zunahme der Kohlensäure, mithin ein erhöhtes Lösungsvermögen des Meerwassers erwarten. Unter Station 102, unter welcher eine gegen die Seeseite des Ras Benas gerichtete unterseeische Einbuchtung liegt, wurden nur 89⁰/₀, zwischen der Spitze des Ras Benas, beziehungsweise

zwischen der demselben unmittelbar vorgelagerten Smaragdinsel und der Insel St. John's wurden unter Station 67 95% des berechneten Sauerstoffes gefunden. Zeigten diese Verringerungen des Sauerstoffgehaltes das Bestreben des Meerwassers an, auch in diesem Gebiete alter Strandlinien und Inseln Änderungen hervorzurufen, so könnte der weiter südöstlich unter Station 73 ebenfalls in 100 *m* Tiefe angetroffene geringere, 93% des berechneten betragende Sauerstoffgehalt, insofern diese Station einer ziemlich weit in das afrikanische Festland einschneidenden Bucht vorgelagert ist, ein Zeichen der hier schon seit langem vor sich gegangenen Auflösungsprozesse sein.

Bei der dem Golfe von Suez vorgelagerten Insel Scheduan wurde unter Station 166 eine Verringerung des Sauerstoffgehaltes, nämlich der Betrag von 94% des berechneten, gefunden. Etwas weiter südsüdöstlich zeigte sich unter Station 165 eine Erhöhung des Sauerstoffgehaltes, nämlich 104% des berechneten. Die Ras Abu Somer genannte flache Halbinsel liegt ebenso ein wenig südwärts von dieser Station 165, wie sich eine unterseeische Einbuchtung nördlich von Koseir südwärts von der in 100 *m* Tiefe nur 93% des berechneten Sauerstoffgehaltes aufweisenden Station 131 befindet. Der Mangel an Lösungsvermögen in ersterem Falle und das Vorhandensein des Bestrebens aufzulösen in letzterem Falle mussten sich den mitunter augenscheinlichen, seit Alters für die Schifffahrt ausgenützten, mit den Erfahrungen im Mittelmeer übereinstimmenden Strömungsverhältnissen gemäss, welche eine an der afrikanischen Küste des Rothen Meeres gegen Süden, beziehungsweise gegen SSO gerichtete Strömung in sich schliessen, nach eben dieser Richtung hin auch in geologischer Beziehung bemerkbar machen.

Der östlich von der Sinaihalbinsel gelegene Golf von Akaba wies in 100 *m* Tiefe immer eine Verringerung des Sauerstoffgehaltes auf. Stellenweise war diese Verringerung so bedeutend, dass sie sich dem während der ganzen Expedition in 100 *m* Tiefe beobachteten Minimum von 80% des berechneten Sauerstoffgehaltes näherte. In der nördlichen Hälfte des Golfes sank der Sauerstoffgehalt nie unter 90% und war

überdies geringen Schwankungen unterworfen, indem er im Maximum 94‰ betrug. Unter den näher der Ostküste des Golfes oder gegen sein Nordende zu gelegenen, folglich der sauerstoffarmen Tiefenwasser aus der südlichen Golfhälfte zuführenden Strömung voraussichtlich ausgesetzten Stationen¹ 221, 227 und 336 wurde weniger Sauerstoff, nämlich 90, 90 und 91‰ des berechneten, gefunden als unter Stationen, welche nahe der Westküste der nördlichen Golfhälfte lagen oder überhaupt mehr dem Einflusse der voraussichtlich hier gegen Süden setzenden, aus relativ seichteren Golfgebieten kommenden Strömung ausgesetzt waren. Unter letzteren Stationen, nämlich 234, 230, 232 und 225 betrug der Sauerstoffgehalt in 100 *m* Tiefe 94 und 93‰ des berechneten. Anders waren die Verhältnisse in der südlichen Hälfte des Gebietes der grössten Tiefen (über 1000 *m*). Hier können aus den grossen Tiefen überall, an manchen Stellen aber in besonders hohem Grade Strömungen aufsteigen und sauerstoffärmeres Wasser dem 100 *m*-Horizont beimengen. Unter Station 220 wurden 88, unter Station 219 90, unter Station 215 85, unter Station 213, sowie auch unter Station 212 84‰ des berechneten Sauerstoffes angetroffen. Unter den nahe dem Süden des Golfes gelegenen Stationen 209 und 207 ergaben sich 93 und 92‰.

Ebenso wie im Golfe von Akaba über und neben dem Gebiet der grössten Tiefen die kleinsten Sauerstoffgehalte und die bedeutendsten Differenzen an benachbarten Stellen des 100 *m*-Horizontes gefunden worden sind, ist dies auch in der Hochsee des Rothen Meeres der Fall. Gebiete tiefer als 1500 *m* und selbst tiefer als 2000 *m* sind im südlichsten Theile der untersuchten Meereshälfte vorhanden.

Die Minima des Sauerstoffgehaltes, nämlich 77 und 80‰ des berechneten, zeigten sich unter den Stationen 47 und 79. Es ist wahrscheinlich, dass, ebenso wie es für das Marmarameer nachgewiesen worden ist, eine wirbelartige Bewegung der gesammten Wassermasse sauerstoffarmes Wasser über dem Meeresgrund aus den grössten Meerestiefen gegen die Meeresränder drängt. Die Gestaltung des Meeres-

¹ Siehe die Karte IV.

grundes könnte bewirken, dass dies hier besonders stark gegen die arabische Küste bei der Beduinenniederlassung Rabugh, vor welcher die beiden genannten Stationen liegen, geschieht.

Erleichtert die vor Rabugh vorhandene Ausbuchtung des Meeres die eben angeführte Art des Hin- und Empordringens von Tiefenwasser, so lässt die vor Dschidda in der Mitte der Längsrichtung des gesammten Rothen Meeres vorhandene Verengung von der bis in die grössten Tiefen reichenden Bewegung der Wassermasse eine rasche Durchmischung auch in den obersten Schichten erwarten, so dass sich daselbst der Sauerstoffgehalt mit der Wassertemperatur, d. h. mit der Sauerstoffabsorption an der Meeresoberfläche in Einklang befinden könnte. Unter Station 88 wurden in der That 97% des berechneten Sauerstoffgehaltes gefunden.

In der Mitte der Meeresbreite steht hier über dem Gebiet der grössten Tiefen in den oberen Schichten im Allgemeinen ein Zuströmen des Wassers von den Meeresrändern her in Aussicht. Je nachdem ob dieses zuströmende Wasser vorher, als es vor kürzerer oder längerer Zeit aus der Tiefe emporgeschoben worden war, in die oberste Meeresschicht, wo Sauerstoff von freischwimmenden kleinen Algen producirt wird, oder an die Meeresoberfläche gelangt oder nicht gelangt ist, muss sein Sauerstoffgehalt sehr verschieden sein. Unter Station 72 wurden — immer in 100 *m* Tiefe — 103, unter Station 75 86% des berechneten Sauerstoffgehaltes angetroffen.

Weiter nördlich sind im Küstengebiet, weil daselbst das 100 *m*-Wasser den aus den grössten Tiefen emporsteigenden Strömungen mehr entrückt ist, nur unbedeutende Verringerungen des Sauerstoffgehaltes und deshalb auch geringe örtliche Unterschiede im Sauerstoffgehalt zu gewärtigen. Unter Station 76 wurden 88, unter Station 95 93, unter Station 70 89, unter Station 96 99, unter Station 69 90 und unter Station 119 95% des berechneten Sauerstoffgehaltes gefunden.

Noch etwas weiter nördlich muss ein quer über die Meeresbreite sich erstreckender unterseeischer Rücken¹ ähnlich wie

¹ Siehe Abhandlung über das Marmara-Meer, I. Abschnitt: »Über die Stellung des Marmara-Meeres anderen Meeren gegenüber« (1895).

in der Adria bewirken, dass »ein grosser Theil der bis dahin durch Vorwärtsstreben an der Ostseite der Meeresabschnitte gelangten Wassermassen von dem weiteren Vordringen gegen Norden abgehalten, durch Bildung kürzerer Stromschlüsse zum Abschwenken gegen Westen, beziehungsweise gegen Süden veranlasst wird«. Damit dürften die bedeutenden unter den Stationen 114 und 125 gefundenen, 106 und 107⁰/₁₀₀ betragenden Sauerstoffgehalte zusammenhängen, welche die Maxima des 100 *m*-Horizontes darstellen. Ein Mangel oder geringer Grad verticaler Durchmischung ermöglicht theils freischwimmenden Algen, theils in benachbarten seichten Korallengebieten festsitzenden pflanzlichen Organismen den Sauerstoffgehalt derart zu erhöhen.

Im Übrigen noch nicht besprochenen Theil des nördlichsten Abschnittes der Hochsee wurde immer weniger Sauerstoff gefunden, als der Oberflächenabsorption entspricht, und waren die Unterschiede im Sauerstoffgehalt, anscheinend wegen der ziemlich regelmässigen Form des Beckentheiles, nur gering. Es ergaben sich unter den Stationen 113, 128, 129, 160, 136, 155, 156, 151, 149, 153, 203 und 255 95, 89, 96, 98, 92, 85, 85, 96, 98, 92, 94 und nochmals 94⁰/₁₀₀ des berechneten Sauerstoffgehaltes.

Zur Besprechung des knapp über dem Meeresgrunde, vorhandenen Sauerstoffes übergehend, möchte ich zunächst daran erinnern, dass dieselbe den Vortheil bietet, sich nicht auf Hochsee und Golf von Akaba beschränken zu müssen, sondern sich auch auf den weniger als 100 *m* tiefen Golf von Suez erstrecken zu können.

Mit dem südlichsten, tiefsten Gebiet der Hochsee d. h. der nördlichen Hochseehälfte beginnend, ist hervorzuheben, dass ebenso wie im 100 *m*-Horizont die geringsten Sauerstoffmengen unter den Stationen 47 und 79 angetroffen worden sind. Die betreffenden Wassermassen hatten anscheinend am längsten in den Sauerstoff zur Oxydation organischer Stoffe verbrauchenden Meerestiefen verweilt, indem sie aus Stellen der grössten Tiefen durch die Gesamtwasserbewegung über dem Meeresboden gegen die Küste bei Rabugh gedrängt wurden. Im östlichen Mittelmeer hatte sich

als Minimum für den Sauerstoff der Werth $3 \cdot 8 \text{ cm}^3$ (bei 0° und 760 mm Druck) auf 1 l Wasser, im Marmara-Meer der Werth $1 \cdot 8 \text{ cm}^3$ ergeben. Unter Station 47 der Expedition im Rothen Meer wurden knapp über dem Grunde nur $1 \cdot 41$, unter Station 79 nur $1 \cdot 33 \text{ cm}^3$ Sauerstoff pro 1 Meerwasser angetroffen. Noch an zwei Stellen fand sich über dem Grunde sauerstoffärmeres Wasser als im Marmara-Meer, nämlich unter den Stationen 76 und 99, und zwar in beiden Fällen $1 \cdot 49 \text{ cm}^3$ Sauerstoff enthaltend. Sinkt also nur ausnahmsweise der Sauerstoffgehalt in den Tiefen des Rothen Meeres unter den in den Tiefen des Marmara-Meeres beobachteten, besonders geringen, so sind knapp über dem Grunde des Rothen Meeres und auch bedeutend darüber weite Gebiete der Wassermassen doch fast immer ärmer an Sauerstoff als die vom unterseeischen Abfall der syrischen Küste emporgeholten, sauerstoffärmsten Wasserproben des östlichen Mittelmeeres.

Auch im Rothen Meer wurde festgestellt, dass durchaus nicht die tiefsten Wassermassen die sauerstoffärmsten sein müssen, dass vielmehr ein ungemein verwickelt scheinendes Nebeneinander verschiedener Sauerstoffgehalte vorhanden ist.

Die Stellen, an welchen die oben angeführten geringsten Sauerstoffgehalte angetroffen worden sind, befinden sich nur 590 , 512 , 600 und 700 m unter der Meeresoberfläche. Die bedeutende Sauerstoffverringerung hängt eben damit zusammen, dass die aus den grössten Tiefen emporgedrückten Wassermassen sich am steilen unterseeischen Abfall der arabischen Küste gegen Norden bis über Jambo, der Hafenstadt von Medina, hinaus weiter bewegt haben, und dass sie dabei unter dem Einfluss der aus den grossen Korallengebieten vor jener Küste in See getragenen, sich zu Boden setzenden Pflanzen- und Thierkörperchen ihres Sauerstoffgehaltes in besonders hohem Maasse beraubt worden sind. So ist es verständlich, dass sich unter jenen vier Stationen knapp über dem Grunde nur 27 , 26 , 29 und nochmals 29% des berechneten Sauerstoffgehaltes ergeben haben.

Nördlich von Jambo besteht eine, wenn auch nur geringe Verengung des Meeresbeckens. Wegen des Anstossens an dem

vorspringenden unterseeischen Abhang der arabischen Küste ist also ein theilweises Abschwenken von bis in die Nähe gelangtem, sauerstoffarmem Wasser zu erwarten. In der That wurden unter den Stationen 70 und 69 über dem Grunde nur 35 und 38⁰/₁₀₀ des berechneten Sauerstoffes gefunden.

An der afrikanischen Küste des in Rede stehenden, eine Erweiterung des Meeres darstellenden Meerestheiles südlich von Ras Benas kommt das nach Süden strömende und wegen der Erdrotation nach rechts drängende Wasser aus seichteren Gebieten, und ist überdies durch der Küste weit vorgelagerte Korallenriffe und Inseln einer beträchtlicheren Durchmischung unterworfen als an der arabischen Küste. Schon in der eben erwähnten, auf der Höhe von Ras Benas liegenden Meeresverengung stehen den unter der östlichen Station 120 über dem Grunde gefundenen 48⁰/₁₀₀ des berechneten Sauerstoffgehaltes die unter der westlichen Station 101 angetroffenen 51⁰/₁₀₀ gegenüber. Ebenfalls 51⁰/₁₀₀ ergaben sich unter der dem Ras Benas vorgelagerten Station 67. In dem seichten, weiter unten näher besprochenen, auf Karte VI skizzirten Korallengebiet vor der zur Verhinderung von Sklavenausfuhr angelegten ägyptischen Militärstation Mersa Halaïb betrug der durchschnittliche Sauerstoffgehalt über dem Grunde 86⁰/₁₀₀ des berechneten. In annähernd 700—850 *m* Tiefe fanden sich über dem Grunde unter Station 57 45, unter den weiter südlich gelegenen, also dem unterseeischen Zuströmen von sauerstoffarmem Wasser aus dem Gebiet der grössten Tiefen mehr ausgesetzten Stationen 73, 55 und 44 jedesmal 42⁰/₁₀₀ des berechneten Sauerstoffes.

Auf das über dem Gebiet der grössten Tiefen durch die wirbelartige Bewegung der gesammten Wassermasse bewirkte Einschlürfen von sauerstoffreichem Wasser aus den oberen Meeresschichten deuten die hier in Tiefen von 1150, 1804 und 2160 *m* gefundenen, relativ hohen Sauerstoffgehalte, nämlich 54, 51 und nochmals 51⁰/₁₀₀ der berechneten, hin. Auch unter den, östlich von den grössten Tiefen gelegenen Stationen 46 und 88 gelangen anscheinend noch Theile sauerstoffreichen Wassers bis an den ungefähr 900 *m* tiefen Meeresgrund, da hierselbst in beiden Fällen 45⁰/₁₀₀ angetroffen wurden. Zwischen diesen beiden Grundstellen ist eine auffallende, gegen die ara-

bische Küste gerichtete Ausbuchtung der 1000 *m*-Grundlinie vorhanden. Diese Ausbuchtung mag es dem südlich und südwestlich davon vorhandenen Tiefenwasser erleichtern, über dem Grunde den Stationen 47 und 79, d. h. gegen Rabugh zuzuströmen. Unter Station 33 zeigt sich jedoch schon wieder der Einfluss der gegen die Mittellinie des Meeres gerichteten, sauerstoffreicheres Wasser in die Tiefen führenden Bewegung, indem daselbst über dem Grunde 42⁰/₀ des berechneten Sauerstoffgehaltes waren.

In dem nördlich vom Dädalus-Riff gelegenen Meerestheil wurden über dem Grunde die niedrigsten Sauerstoffgehalte — in Folge der an der arabischen Küste gegen Norden gerichteten Wasserbewegung — unter den Stationen 114, 125 und 155 gefunden, in allen drei Fällen 45⁰/₀ des berechneten Sauerstoffgehaltes.

In dem Gebiete der grössten Tiefen dieses Meerestheiles, welches annähernd das mittlere Drittel der Meeresbreite einnimmt, zeigten sich wieder über dem Grunde grössere Sauerstoffgehalte als in den beiden seichteren, den Küsten zu gelegenen Dritteln der Meeresbreite. Unter Station 113, die über der niedrigen, die Grenze zwischen den beiden tiefsten Gebieten der Hochsee ausmachenden Bodenschwellung liegt, ergaben sich 58⁶/₀; unter Station 128, nach deren Lage über einem grösseren, mehr als 1000 *m* tiefen Gebiet ein stärkeres Zufließen von sauerstoffreichem Wasser der oberen Meeresschichten und darauf folgendes Untertauchen zu erwarten ist, ergaben sich 61⁰/₀. Unter den im Norden und mehr gegen den Rand des Gebietes der grössten Tiefen gelegenen Stationen 156 und 149 waren wieder nur 58⁰/₀ vorhanden.

Unter Station 22, knapp neben den beiden, am Rande des Gebietes grösster Tiefen gelegenen Brüderinseln wies das Bodenwasser 84⁰/₀ des berechneten Sauerstoffes auf, also einen etwas geringeren Gehalt als zumeist im 100 *m*-Horizont der Hochsee gefunden worden. Wegen der nur 87 *m* betragenden Meerestiefe und wegen des Pflanzenlebens der an die beiden Inseln angebauten Korallenriffe hätte man eher einen höheren Gehalt erwarten können. Theile von aus dem Randgebiet grösserer Tiefen emporgeschobenen Wassermassen konnten die

Sauerstoffverringering bewirkt haben. Überdies kann zwischen den Korallenriffen wenigstens zeitweise der Verbrauch von Sauerstoff durch lebende und todtte Organismen überwiegen.

Unter der ganz wenig südlich von den Brüderinseln gelegenen Station 129, wo das Meer 806 *m* tief ist, wurden ebenso wie unter Station 160, welche fast die gleiche Tiefe aufweist, und welche fast in derselben Entfernung von der arabischen Küste liegt wie Station 129 von der afrikanischen, über dem Grunde 51⁰/₁₀₀ des berechneten Sauerstoffgehaltes gefunden. Die räumliche Ausdehnung der Brüderinseln, beziehungsweise ihres unterseeischen Sockels ist zu gering, als dass wegen einer rührerartigen Wirkung der unterseeischen Abhänge auf die sich vorwiegend horizontal bewegenden Wassermassen die verticale Durchmischung bis zu einem Hinabgelangen sauerstoffreicher Theile der oberen Meeresschichten gefördert werden würde.

Eigenthümlichkeiten in Bezug auf den Sauerstoffgehalt über dem Grunde zeigen die an die Golfe von Akaba und Suez sich anschliessenden Theile der Hochsee. Die Beimengung von sauerstoffreicherem mit dem Golfe von Akaba ausgetauschtem Wasser zu dem aus dem Gebiete grösster Tiefen der Hochsee emporgedrängten Wasser bedingt hier anscheinend höhere Sauerstoffgehalte, nämlich 67⁰/₁₀₀ des berechneten über dem Grunde unter Station 255 und 68⁰/₁₀₀ unter Station 203.

Südlich von der dem Golfe von Suez vorgelagerten Insel Scheduan, wo etwas Wasser aus diesem Golf durch die mit kleinen Inseln und Korallenriffen übersäete Meeresstrasse zwischen ihr und der afrikanischen Festlandsküste ausströmt, wurden Ende October unter Station 18 über dem 547 *m* tiefen Grunde nur 42⁰/₁₀₀ des berechneten Sauerstoffgehaltes gefunden. Das Wasser im Golfe von Suez ist ungemein reich an organischen Schwimmkörperchen, bestehend aus lebenden und todtten kleinen Pflanzen und Thieren. Das im Herbste aus dem Golfe ausströmende und in Folge seines grösseren specifischen Gewichtes im Wasser der Hochsee rasch untersinkende Wasser ¹

¹ Diesbezüglich: Contre-Admiral S. Makaroff: Le »Vitiaz« et l'Océan Pacifique; St. Pétersbourg 1894.

dürfte besonders viele abgestorbene Organismen mit sich führen, welche bei ihrer Verwesung Sauerstoff verbrauchen. Im Winter (Mitte Februar) wurden beinahe an derselben Stelle, unter Station 166 in 564 *m* Tiefe, 64⁰/₀ des berechneten Sauerstoffes angetroffen, etwas weiter südlich, unter Station 165 in 1012 *m* Tiefe, 61⁰/₀.

Im Golfe von Akaba ist das Wasser über dem Grunde bedeutend reicher an Sauerstoff als das Bodenwasser in der nur wenig tieferen Hochsee. Das 69⁰/₀ des berechneten Sauerstoffgehaltes betragende Minimum ergab sich unter Station 215 in 1090 *m* Tiefe. Wenn im Golfe von Akaba ebenfalls eine kreisende, wirbelartige Bewegung des gesammten Wassers stattfindet, konnte sich zu der am Rande des Gebietes der grössten Tiefen und bei dem steilen unterseeischen Abhang der arabischen Küste gelegenen Stelle Tiefenwasser längere Zeit über dem Meeresgrunde aus den centralen oder südlichen Theilen des Gebietes der grössten Tiefen bewegt haben, dabei Sauerstoff zur Oxydation organischer Stoffe abgebend. Der relativ kleine Betrag der Sauerstoffverringerung kann daher rühren, dass nur wenige organische Stoffe zur Oxydation dargeboten worden sind, und daher, dass die eine verticale Durchmischung der Wassermassen bewirkende Bewegung zu rasch erfolgt.

Im südlichen Drittel des Golfes, in welchem das über 1000 *m* tiefe Gebiet bis nahe an die 128 *m* tiefe Strasse von Tiran heranreicht, wurde fast durchaus ein dem Minimalwerth nahezu gleicher Sauerstoffgehalt im Wasser über dem Grunde festgestellt. 70⁰/₀ des berechneten Sauerstoffgehaltes fanden sich in den Bodenwässern der Stationen 207 (1077 *m*), 209 (792 *m*), 213 (1175 *m*), 214 (1150 *m*), 219 (917 *m*), 250 (1180 *m*) und 252 (958 *m*). Die Steilheit des unterseeischen Abfalles der beiderseitigen Küsten und des nördlich der Strasse von Tiran befindlichen Seebodens erleichtert es dem sich über ziemlich ebenem Meeresboden bewegenden Tiefenwasser, eine gleichmässige Vertheilung des Sauerstoffes zu bewirken. Anders ist es in den nördlichen zwei Dritteln der Golflänge, in welchen ein Auflaufen von Bodenwasser aus dem Gebiet der grössten Tiefen entlang der arabi-

schen Küste durch das allmähliche Ansteigen des Seebodens begünstigt wird. Durch eben dieses raschere Auflaufen von Theilen des Tiefenwassers müssen aber Theile des Wassers der oberen Meeresschichten angesaugt, zum Hinabtauchen gebracht werden. So erklärt sich die im Vergleich zur gleichmässigen Vertheilung des Sauerstoffes in den Tiefen des südlichen Golfdrittels so auffallende Mannigfaltigkeit der Sauerstoffgehalte über dem Grunde der nördlichen zwei Drittel dieses Golfes. Es fanden sich hier 70⁰/₀ des berechneten Sauerstoffgehaltes unter den Stationen 227 (910 *m*) und 230 (920 *m*), 72⁰/₀ unter Station 236 (874 *m*), 73⁰/₀ unter Station 216 (685 *m*), 75⁰/₀ unter Station 221 (582 *m*), 77⁰/₀ unter Station 225 (521 *m*), 84⁰/₀ unter Station 212 (392 *m*), 89⁰/₀ unter den Stationen 234 (168 *m*) und 232 (314 *m*). Deutlicher als sonst zeigt sich hier eine Abhängigkeit des Sauerstoffgehaltes von der Meerestiefe.

Wie die geringe Tiefe des Golfes von Suez erwarten liess, wurden daselbst über dem Grunde hohe Gehalte an Sauerstoff nachgewiesen. Es ergaben sich 89⁰/₀ des berechneten unter Station 145 (62 *m*), 94⁰/₀ unter den Stationen 179 (50 *m*) und 183 (50 *m*), 97⁰/₀ unter Station 178 (45 *m*) und 98⁰/₀ unter Station 202 (73 *m*).

Bisher wurde der Sauerstoffgehalt in der 100 *m* unter der Meeresoberfläche gelegenen Wasserschicht und über dem sehr verschieden tiefen Meeresgrund in Betracht gezogen.

An einer Anzahl von Stellen gelangten unter dem 100 *m*-Horizont und über dem Meeresgrunde vorhandene Zwischentiefen zur Prüfung.

Unter der vor Mersa Halaïb nahe der afrikanischen Küste gelegenen Station 55, wo das knapp über dem Grunde (845 *m*) befindliche Wasser 42⁰/₀ des berechneten Sauerstoffes besass, wurde in 500 *m* Tiefe ein etwas geringerer Sauerstoffgehalt, nämlich 40⁰/₀ des berechneten angetroffen. Es stimmt dies mit der Annahme überein, dass in den aus dem Gebiet der grössten Tiefen stammenden, gegen die Küste und gegen die obersten Meeresschichten zu gedrängten Wassermassen wegen des Fortschreitens der Oxydation organischer Stoffe der Sauerstoff verringert wird.

Unter Station 129, ganz wenig südlich von den Brüderinseln, wo der Sauerstoffgehalt in 100 *m* Tiefe 96⁰/₀ des berechneten betrug, war derselbe in 200 *m* Tiefe auf 60⁰/₀ des berechneten gesunken, näherte sich also schon dem knapp über dem 806 *m* tiefen Grunde gefundenen Werth (51⁰/₀).

Unter der weit nördlich von den Brüderinseln, in grösserer Entfernung von der afrikanischen Küste und über dem Gebiet grösster Tiefen gelegenen Station 136 wurden, wohl in Folge des Umstandes, dass hier durch die Bewegung der gesammten Wassermasse Theile der sauerstoffreichen obersten Meeresschicht zum Untertauchen veranlasst werden, in 600 *m* (bei einer Meerestiefe von 1135 *m*) 64⁰/₀ des berechneten Sauerstoffes gefunden, also mehr als auf Station 129 in 200 *m*.

Unter der näher der arabischen Küste gelegenen Station 151 überwiegt wieder das Aufsteigen von sauerstoffarmem Wasser gegen die Oberfläche und gegen die Küste zu. Dasselbst wurden, in 400 *m* Tiefe (bei einer Meerestiefe von 764 *m*) nur 48⁰/₀ des berechneten Sauerstoffes vorgefunden.

Unter der weiter nördlich und näher dem Gebiet der grössten Tiefen gelegenen Station 153 ergab sich in 300 *m* Tiefe (bei einer Meerestiefe von 900 *m*) wieder ein etwas höherer Sauerstoffgehalt, nämlich 54⁰/₀ des berechneten.

Im Golf von Akaba wurden unter der annähernd in seiner Mitte befindlichen Station 220 in 500 *m* Tiefe (bei 1287 *m* Meerestiefe) 70⁰/₀ des berechneten Sauerstoffgehaltes angetroffen, d. h. ebensoviel als fast überall knapp über dem Grunde des südlichen Drittels dieses Golfes. Wegen der Schmalheit des Golfes kann offenbar in der Golfmitte das sauerstoffreiche Wasser des 100 *m*-Horizontes nicht zum Untertauchen bis 500 *m* gebracht werden. Der den immerhin sehr hohen Sauerstoffgehalt in den Tiefen des südlichen Golfdrittels mitbedingende verticale Wasseraustausch vollzieht sich, wie schon bei der Besprechung der Verhältnisse knapp über dem Grunde hervorgehoben wurde, in den nördlichen, einen allmählig ansteigenden Boden besitzenden Golftheilen.

Zum Schlusse die Vertheilung des Sauerstoffes in ganz geringen Wassertiefen besprechend, sei zunächst erwähnt, dass in dem Wasserbecken, welches das Gebiet der ehe-

maligen Bitterseen auf der Landenge von Suez ausfüllt und durch den Suezcanal mit Mittelmeer und Rothem Meer in Verbindung steht, unter Station 7¹ knapp über dem nur 10 *m* tiefen Grunde ein auffallend geringer Sauerstoffgehalt gleich 83%₀ des berechneten angetroffen wurde. Der etwas grössere Salzgehalt der unteren Wasserschichten erschwert ihre Durchmischung mit dem sauerstoffreichen Wasser der Oberfläche, so dass die am Grunde vorhandenen, zum Theil von Dampfem herrührenden organischen Stoffe den Sauerstoff in dem angeführten Maasse verringern konnten.

Im Golf von Suez wurden an vier Stellen Wasserproben aus 20 *m* auf ihren Sauerstoffgehalt geprüft, und zwar Anfangs März. Der grösste Sauerstoffgehalt, um 5%₀ mehr als nach der Wassertemperatur zu erwarten, ergab sich unter der in der Mitte der Golflänge gelegenen Station 183; je 96%₀ des berechneten Sauerstoffes fanden sich unter den an den beiden Golfenden gelegenen Stationen 178 und 202, 94%₀ unter Station 179. Die Meerestiefen betragen 50, 45, 73 und 50 *m*. Die in 20 *m* angetroffenen Sauerstoffmengen waren gleich oder nahezu gleich den oben angeführten, knapp über dem Grunde gefundenen. Unter der nahe bei Suez gelegenen Station 178 war das Wasser in 20 *m* sogar ein wenig ärmer an Sauerstoff als knapp über dem 45 *m* tiefen Grunde.

Muss es schon auffallen, dass im Golf von Suez, welcher wegen seiner geringen Tiefe Pflanzenleben in seiner ganzen Wassermasse ermöglicht, nur an einer Stelle ein Überschuss von Sauerstoff angetroffen worden ist, so zeigte sich in dem einer speciellen Untersuchung unterworfenen, von Korallenriffen umschlossenen und durchzogenen, seichten Gebiet vor Mer'sa Halaïb noch deutlicher, dass durchaus nicht immer in seichten, an Organismen reichen Meerestheilen besonders viel Sauerstoff producirt wird und erhalten bleibt.

An zwei aufeinander folgenden Novembertagen wurde dieses Korallengebiet, welches, wie die Karte² zeigt, durch eine (flache) Insel vor der hier aus Norden kommenden Ufer-

¹ Siehe Karte V.

² Siehe Karte VI.

strömung geschützt ist, sich also in der Lage befindet, Eigenthümlichkeiten des zwischen Korallenriffen vorhandenen Wassers festzuhalten, in einem Boote des Expeditionsschiffes befahren. Wasserproben wurden mit Hilfe des Meyer-Mill'schen Schöpfapparates¹ emporgeholt, und jedesmal Theile von ihnen unter Ausschluss des Luftsauerstoffes in Literflaschen einfließen gelassen. Um sie auch fernerhin, bis zu der erst einige Stunden später im Schiffslaboratorium auszuführenden Sauerstoffbestimmung, vor der Berührung mit Luft zu schützen, wurden vor dem Verschliessen der bis an den Rand gefüllten Fritzner'schen Flaschen in dieselben als Luftpolster an beiden Enden durch Kautschukplättchen geschlossene Kautschukröhren von 14 *cm* Länge und 14 *cm*³ Rauminhalt gebracht.

Am meisten Sauerstoff, gleich 89⁰/₀ des berechneten, fand sich knapp über nur 3¹/₂ *m* tiefem Meeresboden unter Beobachtungspunkt μ in einer vor jeder Strömung besonders geschützten kleinen Bucht an der Westseite des der Küste vorgelagerten Riffstreifens. 87⁰/₀ des berechneten Sauerstoffes waren unter dem benachbarten Punkt λ knapp über 2 *m* tiefem Grunde und zwischen mächtigen, vielfarbigen Korallenstöcken vorhanden, 86⁰/₀ unter Punkt β , knapp bei der Landungsstelle von Mersa Halaïb, über 6 *m* tiefem Grunde, sowie auch unter ι , im Tiefenwasser zwischen der Küste und dem vorgelagerten Riffstreifen, über 21 *m* tiefem Grunde. An einer weiter nördlich gelegenen Stelle dieses Tiefenwassers, unter Punkt γ wurden über dem daselbst 40 *m* tiefen Grunde 83⁰/₀ gefunden.

Es ist möglich, dass von den aus den grössten Tiefen der Hochsee gegen die Küste und zur Oberfläche drängenden sauerstoffarmen Wassermassen Theile zwischen die einzelnen Korallenriffe, besonders durch das zwischen dem Nordende des Riffstreifens und der Insel gelegene tiefe Fahrwasser

¹ H. R. Mill in: The Scottish Marine Station for scientific research, Granton near Edinburgh, its work and prospects, 1885. Der von Negretti & Zambra (London) bezogene Apparat stellt eine handliche Modification des H. A. Meyer'schen Wasserschöpfers dar. Durch den Maschinenleiter S. M. Schiffes »Pola«, Herrn Höhm waren im Seearsenal zu Pola die beiden Kautschukringe, auf welche das Mantelrohr in der Meerestiefe aufzufallen hat, durch messingene Ventilplatten mit konischen Rändern ersetzt worden.

insoweit gelangen, dass sie die Sauerstoffproduction im Korallengebiet an den Procentzahlen des Sauerstoffes nicht bemerken lassen.

Kohlensäure.

Ein sehr einfaches Mittel, auch ganz geringe Änderungen im Kohlensäuregehalt festzustellen, bietet die Prüfung auf den Grad der alkalischen Reaction des Meerwassers.

Ist unter dem Einfluss pflanzlicher Organismen ein Theil der halbgebundenen Kohlensäure unter Kohlenstoffassimilation und Sauerstoffproduction gespalten worden, dann zeigt sich die dadurch vergrößerte Menge von Monocarbonat durch eine verstärkte alkalische Reaction zu Phenolphthalein an. Ist durch Oxydation organischer Stoffe Kohlensäure entstanden, so gibt sich dies durch Verringerung oder Fehlen der alkalischen Reaction kund.

Ebenso wie beim Sauerstoff wurden auch bei der Kohlensäure bei weitem die meisten Prüfungen einerseits in der 100 *m* unter der Meeresoberfläche befindlichen Wasserschicht, anderseits knapp über dem Meeresgrunde vorgenommen.

Im 100 *m*-Horizont des Golfes von Akaba wurde nur an einer Stelle, nämlich unter Station 230 der normale Grad von alkalischer Reaction des Meerwassers angetroffen. An den 14 anderen untersuchten Stellen war die alkalische Reaction immer geringer als in gewöhnlichem Meerwasser. Die Verringerung war gleich -1 ¹ unter den in der südlichen Golfhälfte gelegenen Stationen 207, 209, 212, 213, 215, 219 und 220, während die nördliche Hälfte — wegen stellenweisen Stattfindens reichlicheren Emporsteigens von Tiefenwasser — grössere Schwankungen aufwies. Hier war die Verringerung der alkalischen Reaction gleich -1 unter den Stationen 225, 234 und 236, gleich -2 unter den Stationen 227, 232 und 238, gleich -3 unter der Station 221.

Im Verhältniss zur Ausdehnung der Oberfläche ist der Golf von Akaba viel tiefer als die Hochsee des Rothen Meeres.

¹ In Betreff der Scala, welche die Grade der Verringerung und Verstärkung der alkalischen Reaction des Meerwassers angibt, siehe Abschnitt »Untersuchungsmethoden«.

In letzterer wird insofern eine Durchmischung der übereinander befindlichen Wasserschichten leichter erfolgen, als wegen der grossen horizontalen Ausdehnung der Wassermassen unter dem Einfluss der Bewegung des gesammten Wassers schon eine ganz geringe Abweichung der Strömungsrichtung von der Horizontalen genügt, um zu einer bestimmten Wasserschicht, z. B. zu der in 100 *m* Tiefe aus grösseren oder geringeren Entfernungen Wasser der unteren oder oberen Schichten gelangen zu lassen. Sollte hierbei in Folge rascherer Durchmischung der oberen Meeresschichten der Austausch von Wasser zwischen der Meeresoberfläche und dem 100 *m*-Horizont grösser sein, als der Austausch zwischen ihm und den unteren Schichten, so müssten sich in diesem Horizont wegen der an der Meeresoberfläche möglichen Abgabe von Kohlensäure an die Atmosphäre und wegen der in den obersten Wasserschichten durch pflanzliche Organismen veranlassten Kohlensäureverringering vorwiegend normale oder verstärkte alkalische Reactionen des Meerwassers finden.

Wegen der Kleinheit seines Beckens, wegen des häufigen Anpralles seiner sich bewegenden Wassermasse an unterseeische Abhänge kann im Golfe von Akaba die Bewegungsrichtung leichter von der Horizontalen abweichen als in der Hochsee. ¹ Dadurch, dass immer wieder neue Wassermassen an die Golfoberfläche oder nahe an dieselbe gebracht werden, wird sowohl der Kohlensäureaustausch mit der Atmosphäre, als auch das Gedeihen pflanzlicher, freischwimmender Organismen und somit die Verstärkung der alkalischen Reaction des Meerwassers erschwert. Wenn sich in der Hochsee das Wasser der obersten Schichten nahezu horizontal weiterbewegt, also dem Sonnenlicht zugänglich bleibt, so muss dies das Pflanzenleben so weit fördern, dass die alkalische Reaction des Meerwassers im 100 *m*-Horizont zumeist verstärkt oder wenigstens vor einer Verringerung bewahrt wird.

Es wurden in der Hochsee 38 Stellen des 100 *m*-Horizontes auf die alkalische Reaction des Wassers geprüft. Nur an

¹ Es ist möglich, dass die dadurch veranlasste Unregelmässigkeit der Niveaufläche des Golfes es den Winden erleichtert, in kurzer Zeit, wie öfters Gelegenheit war zu beobachten, hohe Wellen zu erzeugen.

7 Stellen ergab sich eine schwächere Reaction als in gewöhnlichem Meerwasser, und zwar war die Verringerung der alkalischen Reaction immer nur gleich -1 . An 16 Stellen wurde die normale Reaction des Meerwassers angetroffen, an 15 Stellen eine verstärkte Reaction.

Das im 100 *m*-Horizont der Hochsee gefundene Maximum der alkalischen Reaction war gleich $+3$. Es war unter Station 101, also in dem mittleren Theil der Meeresbreite, über dem Gebiet der grössten Tiefen. Dahin konnte sich Wasser der obersten Schichten lange Zeit im Sonnenlichte bewegt haben Ebenfalls in diesem mittleren Theile der Meeresbreite wurden Verstärkungen der alkalischen Reaction gleich $+2$ angetroffen unter den Stationen 70, 72, 88, 113, 114 und 149. Näher den Küsten wurde dieselbe Verstärkung $+2$ als ein Zeichen des Fehlens daselbst aufsteigender Strömungen beobachtet: in der gegen Jambo gerichteten Ausbuchtung des Meeres unter den Stationen 95 und 99, sowie an der afrikanischen Küste unter den Stationen 104 und 110, wo wegen der Nachbarschaft des beide Gebiete grösster Tiefen trennenden unterseeischen Rückens ein langsames Zuströmen von Wassermassen gegen die Mittellinie des Meeres, mithin ein längeres Verweilen derselben Wassermassen im Küstengebiet zu erwarten ist.

Eine geringere Verstärkung der alkalischen Reaction, gleich $+1$, wurde unter den in den mittleren Theilen der Meeresbreite gelegenen Stationen 30, 33 und 160 angetroffen und näher der arabischen Küste unter Station 125, über einer gegen die Küste gerichteten Ausbuchtung des mehr als 500 *m* tiefen Gebietes.

Die normale alkalische Reaction ergab sich in den mittleren Theilen der Meeresbreite unter den Stationen 75, 119, 128, 136 und 155. Näher der Küste wurde, wegen des Fehlens oder wegen des geringen Maasses aus der Tiefe aufsteigender Bewegung, die normale Reaction angetroffen unter den in einer Erweiterung des Seebeckens gelegenen Stationen 47, 73, 76 und 79, ferner unter Station 102 über einer gegen Ras Benas zugekehrten Ausbuchtung des mehr als 500 *m* tiefen Gebietes, ferner unter den Stationen 129 und 131. Vor der diesen beiden Stationen benachbarten Stadt Koseir tritt das mehr als 500 *m* tiefe Gebiet bis knapp an die Küste heran, so dass sich ein

auch für die Verhältnisse des Rothen Meeres besonders steiler unterseeischer Abfall der Küste ergibt. Hier dürfte also das Aufsteigen von Tiefenwasser unmittelbar an der Küste erfolgen.¹ Die normale alkalische Reaction ergab sich ferner unter den Stationen 151 und 153, also an Stellen, welche zwar von der Küste weit entfernt, jedoch dem der Küste vorgelagerten seichten Korallengebiet nahe sind. Wenig südlich von der Strasse von Tiran, östlich vom Ras Mohammed, der Südspitze der Sinaihalbinsel, noch über dem 1000 *m* tiefen Gebiet, wurde unter Station 255 in 100 *m* Tiefe ebenfalls die normale Reaction des Meerwassers festgestellt.

Etwas südlich von der, dem Golfe von Suez vorgelagerten Insel Scheduan wurde unter Station 18 Ende October in 100 *m* Tiefe die normale alkalische Reaction, unmittelbar daneben unter Station 166 Mitte Februar eine verringerte alkalische Reaction, gleich -1 , vorgefunden. Dieselbe unbedeutende Verringerung ergab sich unter den Stationen 42, 67, 69, 156, 165 und 203.

Was das knapp über dem Grunde befindliche Wasser betrifft, so ergab sich, wie schon bei der Beschreibung der Untersuchungsmethoden hervorgehoben worden, ebenso wie im östlichen Mittelmeer und mit einer einzigen Ausnahme auch im Marmara-See, dass die alkalische Reaction des Meerwassers trotz der in den Meerestiefen vor sich gehenden Oxydation organischer Substanzen erhalten bleibt. Die Oxydation schreitet eben auch hier nur zum allergeringsten Theil bis zur Bildung von Kohlensäure vor. Der grösste Theil des verbrauchten Sauerstoffes dient nur zur Bildung von Zwischenproducten der Oxydation organischer Substanzen.

¹ Während des zweiten Aufenthaltes in Koseir erwarb der leitende Zoologe der Expedition Herr Hofrath Steindachner von einem Bewohner der Stadt einen eingetrocknet aufbewahrten Tiefseefisch, welcher am Strande gefunden, vorher wohl durch die aus den Tiefen aufsteigende Wasserbewegung zur Oberfläche gebracht worden war. Bei Serm Sheich neben der Südspitze der Sinai-Halbinsel, wo das mehr als 500 *m* tiefe Gebiet ebenfalls bis knapp an die Küste herantritt, fand Herr Custos-Adjunct Siebenrock am Strand einen todtten Tiefseefisch.

Wenn man von den weniger als 100 *m* tiefen Meerestheilen absieht, so ist ferner hervorzuheben, dass über dem Meeresgrund an allen untersuchten Stellen eine geringere alkalische Reaction des Wassers gefunden wurde als in gewöhnlichem Meerwasser. In den Tiefen des Golfes von Akaba ist die Verringerung der alkalischen Reaction bedeutender als in den Tiefen der Hochsee, das Wasser in jenem Golfe ist also mehr befähigt lösend auf Bestandtheile des Meeresgrundes einzuwirken, als das Wasser der Hochsee.

Im Golfe von Akaba wurde an 18 Stellen durch Prüfung auf die alkalische Reaction des Wassers die über dem Meeresgrunde eingetretene Zunahme der Kohlensäure nachgewiesen. An der Hälfte der Stellen war der Grad der alkalischen Reaction gleich -4 ; es war dies der Fall unter den Stationen 216, 219, 221, 227, 230, 236, 238, 250 und 252. An vier Stellen war der Grad der alkalischen Reaction gleich -3 , nämlich unter den Stationen 213, 215, 225 und 232. Unter den Stationen 207, 209, 212, 214 und 234 war der Grad der alkalischen Reaction gleich -2 .

Von 36 in der Hochsee knapp über dem Meeresgrunde geschöpften Wasserproben zeigten nur 3, nämlich die von den Stationen 129, 131 und 255, den mit -4 bezeichneten geringen Grad der alkalischen Reaction. -3 wurde angetroffen unter den Stationen 67, 69, 79, 88, 99, 101, 120, 125, 128, 160 und 166, -2 unter den Stationen 33, 47, 70, 155, 156, 165 und 203, -1 unter den Stationen 18, 27, 44, 46, 55, 57, 72, 73, 75, 76, 85, 95, 113, 114 und 149.

Von den 15 letztgenannten Stationen liegen 10 in dem südlichen, eine Erweiterung des Beckens der Hochsee darstellenden Theile zwischen Ras Benas und der Stadt Dschidda. Wenn man einen zwischen Ras Benas und der gegenüber befindlichen arabischen Küstenstrecke nördlich von Jambo gelegenen Meeresstreifen als etwas verengtes Grenzgebiet zwischen dem südlichen, erweiterten Theile und dem nördlichen, längeren und gleichmässig breiten zunächst ausser Acht lässt, so vertheilen sich die erhaltenen Werthe in folgender Weise:

In dem südlich von Ras Benas gelegenen Meerestheil ist das Wasser knapp über dem Grunde an 15 Stellen auf den

Grad seiner alkalischen Reaction geprüft worden; an 10 Stellen hat sich dieselbe gleich -1 , an 3 Stellen gleich -2 und an 2 Stellen gleich -3 gezeigt.

In dem nördlich von Ras Benas gelegenen Meerestheil haben von 16 Stellen 5 Stellen -1 , 4 Stellen -2 , 4 Stellen -3 und 3 Stellen -4 ergeben.

Das Wasser im nördlichen Theil der Hochsee ist also durchschnittlich weniger alkalisch, d. h. reicher an Kohlensäure und deshalb mehr befähigt, lösend auf Theile des Meeresgrundes zu wirken als das Wasser im südlichen Theil der Hochsee.

In dem diese beiden Theile der Hochsee trennenden Gebiet zwischen Ras Benas und der arabischen Küste hat sich an allen fünf untersuchten Stellen die alkalische Reaction gleich gering, nämlich gleich -3 gezeigt. Es ist also hier in besonders hohem Maasse eine Bedingung für das Vorsichgehen von Lösungserscheinungen auf dem Meeresgrunde vorhanden.

Die Vermehrung der Kohlensäure ist durchaus nicht immer abhängig von der Verminderung des Sauerstoffgehaltes in den Meerestiefen. Während in den Tiefen der beiden Theile der Hochsee und des Golfes von Akaba die Kohlensäure umso mehr vorwaltet, die alkalische Reaction umso schwächer ist; je weiter nördlich ein jedes von diesen drei Gebieten liegt, nimmt, wie sich aus den im vorhergehenden Abschnitt besprochenen Zahlen ergibt, der Sauerstoffgehalt gegen Norden zu. Je nach Menge und Art der zur Oxydation gelangenden organischen Stoffe, vor Allem je nachdem ob es sich dabei um kleine von den Strömungen fortgetragenen Organismen pflanzlicher oder thierischer Natur handelt, je nach Geschwindigkeit und Richtung der Wasserbewegung, je nachdem ob die organischen Schwimmkörperchen früher oder später auf dem Meeresgrund zur Ablagerung gelangen, führt der in den Meerestiefen verbrauchte Sauerstoff bloß zur Bildung von Zwischenproducten der Oxydation oder auch zu der kleiner Mengen von Kohlensäure.

Im seichten Golf von Suez wurde an sechs Stellen das Wasser über dem Grunde auf seine alkalische Reaction geprüft.

An vier Stellen, nämlich unter den Stationen 12, 145, 178 und 183, fand sich die gewöhnliche alkalische Reaction des Meerwassers, an zwei Stellen, unter den Stationen 179 und 202, war sie um ganz wenig verringert, gleich -1 .

Was die Strecke des Canales von Suez betrifft, so wurde auf der noch im Hafen von Port Said gelegenen Station 1 die alkalische Reaction des Wassers etwas verringert gefunden, nämlich an der Oberfläche gleich -1 , in 5 *m* gleich -2 und über dem 9 *m* tiefen Grunde gleich -3 . Das Oberflächenwasser der im nördlichen Theil der ausgebaggerten Canalstrecke gelegenen Station 4 besass die gewöhnliche alkalische Reaction des Meerwassers. Auf Station 5 im Timsahsee, in welchen etwas Nilwasser aus dem Süswassercanal gelangt, war die alkalische Reaction des Oberflächenwassers und des Wassers in 5 *m* Tiefe etwas verstärkt, gleich $+2$, während das Wasser über dem 7 *m* tiefen Grunde die normale alkalische Reaction zeigt. In dem das Gebiet der ehemaligen Bitterseen einnehmenden Wasserbecken der südlichen Canalhälfte wurden drei Stellen geprüft. Das Oberflächenwasser der Station 6 wies die normale, das der Station 8 eine ganz schwach verringerte, -1 betragende, alkalische Reaction auf; unter Station 7 war knapp über dem 10 *m* tiefen Grunde eine ziemlich starke Verringerung, gleich -4 . Im südlichsten Theil der ausgebaggerten Canalstrecke zeigte auf Station 10 das Oberflächenwasser die normale alkalische Reaction des Meerwassers.

An einer Anzahl von Stellen des Rothen Meeres wurde Oberflächenwasser auf den Grad der alkalischen Reaction untersucht, sowie auch Wasser aus Meeresschichten, welche weder dem 100 *m*-Horizont angehören, noch knapp über dem Grunde sich befinden.

Von diesen Wasserproben zeigten die normale Reaction die Oberflächenwässer der Stationen 12, 18, 26 und 40, sowie das 20 *m*-Wasser der Station 183. Eine verstärkte alkalische Reaction, und zwar eine solche gleich $+1$, war den Oberflächenwässern der Stationen 16, 67, 69 und auf Station 22, an der Südseite der Brüderinseln, sowohl dem Oberflächen-, als dem 10 *m*- und dem Boden- (87 *m*-) Wasser eigen. Eine verringerte alkalische Reaction fand sich, und zwar gleich -1 in

den 20 *m*-Wässern der Stationen 178, 179 und 202, sowie im 500 *m*-Wasser der Station 55, gleich —2 im 400 *m*-Wasser der Station 151, gleich —3 im 200 *m*-Wasser der Station 129, im 600 *m*-Wasser der Station 136, im 300 *m*-Wasser der Station 153 und im 500 *m*-Wasser der Station 220.

Dienen diese Werthe zur Ergänzung und Bestätigung des über die Vertheilung der Kohlensäure im 100 *m*-Horizont und knapp über dem Meeresgrunde Gesagten, so bezieht sich das Folgende auf einen Theil jenes Randes des Rothen Meeres, welcher in erheblicher Breite von Korallenbildungen erfüllt ist.¹

In dem Gebiet der Korallenriffe vor Mersa Halaïb gelangten 13 Stellen zur Prüfung auf den Grad der alkalischen Reaction. Die normale alkalische Reaction wurde in den Oberflächenwässern der Punkte α , ε und η , sowie im Boden-(6 *m*-) Wasser des Punktes β beobachtet. Etwas verstärkte alkalische Reaction, nämlich gleich +1, fand sich im Oberflächen- und Boden-(40-) Wasser des Punktes γ , sowie in den Oberflächenwässern der Punkte ϑ und κ . Verringert war die alkalische Reaction, und zwar gleich —1 im Oberflächenwasser des Punktes ζ und im Boden-(21 *m*-) Wasser des Punktes ι , gleich —3 im Oberflächenwasser des Punktes δ und im Boden-(2 *m*-) Wasser des Punktes λ , gleich —4 im Boden-(3 $\frac{1}{2}$ *m*-) Wasser des Punktes μ .

Die zahlreichen und vielverzweigten Korallenstöcke, welche ein Riff zusammensetzen, tragen gallertartige, verschiedene Färbungen aufweisende Hüllen. Diese Hüllen, sowie die mannigfach geformten und gefärbten Thiere, welche sich oft in erstaunlicher Menge im Riffgebiet festsitzend, kriechend und schwimmend aufhalten, liefern Kohlensäure und andere, zum meist organische Säuren, welche aus den im Meerwasser gelösten Carbonaten Kohlensäure austreiben, also die alkalische Reaction des Meerwassers vermindern.

Während in den an Leben überhaupt, sowie auch an Pflanzenleben ungemein reichen Gebieten der Korallenriffe ebenso wie in den obersten Schichten des tiefen Meeres die Möglichkeit vorhanden ist, dass Kohlensäure durch die Pflan-

¹ Siehe die Karte III.

zen entfernt wird, entfällt in den so gut wie vollständig finsternen Meerestiefen diese Möglichkeit ganz oder fast ganz, was eben, wenn nicht die gesammte Wassermasse eines Meeres entsprechend durchmischt wird, zur Folge hat, dass in den Tiefen die alkalische Reaction des Wassers verringert ist.

Was das im Schlamm des Meeresgrundes vorhandene, mit dem Belknap-Loth emporgeholt und dann filtrirte Wasser betrifft, auf dessen Reaction zu Phenolphthaleïn an 39 Stellen geprüft wurde, so ergab sich Folgendes:

An fünf ziemlich weit von einander entfernten Stellen der Hochsee, nämlich unter den Stationen 75, 119, 125, 128 und 131 war im Schlammwasser die alkalische Reaction verschwunden und hatte dieselbe einer ganz schwach sauren, kohlen-sauren Reaction Platz gemacht.

Eine kaum merkliche alkalische Reaction, gleich —7, fand sich in den Schlammwässern der Stationen 85, 114 und 215, von welchen die letzte dem Golfe von Akaba angehört, eine etwas stärkere, gleich —6, in den Schlammwässern der Stationen 72, 101, 149, 155, 160, 209 und 216, von welchen die beiden letzten dem Golfe von Akaba angehören.

Eine alkalische Reaction gleich —5, d. h. auch noch eine schwächere alkalische Reaction als in irgend einer der dem freibeweglichen Meerwasser entnommenen Proben, fand sich in den Schlammwässern der Stationen 44, 57, 99, 129, 153, 165, ferner der im Golfe von Akaba gelegenen Stationen 232 und 235, endlich der im Golfe von Suez gelegenen Stationen 145 und 179.

Die alkalische Reaction —4, d. h. die gleiche Stärke derselben wie bei den über dem Meeresgrunde, in der Hochsee und im Golfe von Akaba, gefundenen Minimalfällen, war dem Wasser des Grundschlammes in der Hochsee unter den Stationen 42, 55, 95, im Golf von Akaba unter den Stationen 207, 213, 219, 230, 236, im Golf von Suez unter der Station 178 eigen.

Die alkalische Reaction —3 wurde nur im Schlammwasser der Station 46, —2 nur in dem der Station 212 (Golf von Akaba), —1 nur in dem von Station 18 angetroffen. Die normale alkalische Reaction des Meerwassers ergab sich im Grundschlamm bloß unter der, nahe der afrikanischen Küste bei Koseïr gele-

genen Station 27 und unter der im nördlichsten Theil des Golfes von Suez, ebenfalls nahe unter Land gelegenen Station 12.

An 35 Stellen des Meeresgrundes ist sowohl das den Schlamm durchdringende als auch das knapp über dem Schlamm befindliche Wasser auf die alkalische Reaction geprüft worden. Nur an 6 Stellen stimmten in diesen beiden Wässern die Grade der alkalischen Reaction mit einander überein, und zwar in der Hochsee nur unter Station 18, im Golf von Suez nur unter Station 12, im Golf von Akaba nur unter den Stationen 212, 219, 230 und 236. An allen anderen Stellen war die alkalische Reaction im Schlammwasser geringer als im Wasser über dem Grunde. Die Verringerung der alkalischen Reaction, beziehungsweise die an den oben angeführten fünf Stellen vorgefundene schwach saure, kohlensaure Reaction des Schlammwassers ist wohl darauf zurückzuführen, dass die auf dem Meeresgrunde abgelagerten organischen Schwimmkörperchen mehr oder weniger befähigt sind, bei fortschreitender Oxydation Kohlensäure zu liefern, oder organische Säuren, welche aus den im Wasser gelösten oder aus den in den Schlammtheilchen selbst enthaltenen Carbonaten Kohlensäure freimachen.

An einer grossen Anzahl von Stationen wurde durch Kochen mit überschüssiger titrirter Salzsäure und Zurücktitriren mittelst Barytwassers unter Zuhilfenahme von Phenolphthalein als Indicator jene Kohlensäure festgestellt, welche im Meerwasser an Basen gebunden, ganz gebunden ist.

Als mittleren Werth für den Atlantischen Ocean hat Torneøe¹ per Liter 0·053 g ganz gebundener Kohlensäure erhalten, für alle Oceane Dittmar² 0·054 g. In beiden Fällen waren die grössten Differenzen zwischen verschiedenen Wasserproben 4—5 mg.

Was das den Grundschlamm durchsetzende Wasser betrifft, so ergaben sich als Maximum 0·050 g unter Station 42, dann 0·047 g unter den Stationen 178 und 212, 0·044 g unter den Stationen 131, 153, 165, 179 und 213, 0·043 g unter der Sta-

¹ Aus den »Voeringen«-Berichten im Journal f. prakt. Chemie, N. F. 20, 44 (1879).

² »Challenger«-Berichte, Physics and Chemistry, Vol. I (1884).

tion 145, 0·042 *g* unter den Stationen 95, 119, 125, 128, 155, 216, 230, 235 und 236, 0·041 *g* unter Station 207, 0·040 *g* unter den Stationen 99, 101, 114, 219 und 232, 0·039 *g* unter den Stationen 85 und 215, endlich als Minimum 0·037 *g* unter Station 129.

Das knapp über dem Meeresgrunde geschöpfte Wasser enthielt durchaus etwas grössere Mengen ganz gebundener Kohlensäure als das an denselben Beobachtungsstationen durch Filtriren der schlammigen Lothproben erhaltene Wasser. Knapp über dem Meeresgrunde ergaben sich im Maximum 0·051 *g* unter Station 178, 0·050 *g* unter Station 69, 0·049 *g* unter den Stationen 202 und 203, 0·048 *g* unter den Stationen 165, 166, 207 und 212, 0·047 *g* unter den Stationen 120, 128, 129, 131, 179, 215 und 230, endlich im Minimum 0·046 *g* unter den Stationen 213 und 238.

Unter Station 153 wurden in 300 *m* Tiefe, bei 900 *m* Meerestiefe, 0·044 *g* ganz gebundener Kohlensäure per Liter gefunden, mithin weniger als an irgend einer Stelle knapp über dem Meeresgrunde. Derselbe geringe Gehalt an ganz gebundener Kohlensäure zeigte sich an zwei Stellen des 100 *m*-Horizontes, nämlich unter den Stationen 102 und 125. An zwei anderen Stellen dieses Horizontes, unter den Stationen 30 und 230, waren 0·048 *g*, an vier anderen Stellen, unter den Stationen 165, 166, 203 und 207 waren 0·049 *g* vorhanden. Ebenfalls 0·049 *g* fanden sich im Oberflächenwasser der Station 26, 0·050 *g* im Oberflächenwasser der Station 40.

Der Gehalt an ganz gebundener Kohlensäure ist also knapp über dem Grunde viel gleichmässiger als in den oberen Schichten des Meeres. Der in manchen Gebieten der letzteren besonders grosse Reichthum an Organismen kann — neben der für die oberste, pflanzenreiche Schicht die Regel ausmachenden Verstärkung der alkalischen Reaction — eine erhebliche Bildung saurer Stoffwechsel- und Verwesungsproducte, mithin eine deutliche Verringerung des Gehaltes an Carbonaten veranlassen.

In dem von Korallenriffen umsäumten und durchzogenen Gebiet vor Mersa Halaïb war das locale Schwanken des Gehaltes an Carbonaten noch auffallender.

0·049 g ganz gebundener Kohlensäure per Liter waren im Oberflächenwasser des Punktes η am Nordende der dem offenen Meere nahen kleinen Sandinsel, sowie auch im Boden-(3 $\frac{1}{2}$ m-)Wasser des Punktes μ am Innenrand des breiten geraden Riffstreifens, 0·047 g im Boden-(21 m-)Wasser des Punktes ι im Tiefenwasser zwischen der Festlandsküste und dem Riffstreifen. Zwischen diese und die an Nachbarstellen beobachteten Werthe 0·041, 0·042, 0·044 und 0·046 fällt der im Boden-(40 m-)Wasser des Punktes γ ebenfalls im Tiefenwasser zwischen Festlandsküste und Riffstreifen gefundene Werth 0·028 und der im Oberflächenwasser am Westrand der kleinen Sandinsel angetroffene Werth 0·002 g. Es war an diesen beiden Stellen der Gehalt an ganz gebundener Kohlensäure viel geringer als in irgend einer der oben angeführten Proben des den Schlamm der Tiefsee durchsetzenden Wassers.

In der Suezcanal-Strecke wurde an vier Stellen das Wasser auf den Gehalt an ganz gebundener Kohlensäure untersucht. 0·067 g, also etwas mehr, als der Zunahme des specifischen Gewichtes entspricht, fanden sich im Oberflächenwasser der Station 4, welche in der durch neue Baggerungen verbreiteten Canalhälfte liegt, 0·057 g im Boden-(7 m-)Wasser der Station 5 im Timsahsee, 0·044 g im Boden-(10 m-)Wasser der Station 7 im Gebiet der ehemaligen Bitterseen und 0·047 g im Oberflächenwasser der Station 9 am Südende dieses Seengebietes.

Zum Vergleiche sei noch angeführt, dass im östlichen Mittelmeer, wo das Wasser in der Regel unter Berücksichtigung des etwas grösseren specifischen Gewichtes, denselben oder fast denselben Gehalt wie das Oceanwasser aufweist, als Minima erhalten worden sind: für die obersten Wasserschichten 0·047 g, für die knapp über dem Boden befindliche Wasserschicht 0·051 g und für das den Grundschlamm durchsetzende Wasser 0·046 g ganz gebundener Kohlensäure per Liter.

Organische Substanzen.

Die Mengen der im Meerwasser gelösten oder in ganz feiner Vertheilung suspendirt enthaltenen organischen Sub-

stanzen wurden durch Behandlung mit übermangansaurem Kalium bei 100° einer vergleichenden Bestimmung unterzogen.

Zunächst seien die im Rothen Meere gefundenen Mengen den im östlichen Mittelmeer angetroffenen gegenübergestellt.

Die Suezcanal-Strecke und das Gebiet der Korallenriffe vor Mersa Halaib einstweilen bei Seite lassend ist zu erwähnen, dass an 25 Stellen der nördlichen Hälfte des Rothen Meeres das den Schlamm des Meeresgrundes durchsetzende, durch Filtriren der Lothproben gewonnene Wasser mit der alkalischen Lösung von übermangansaurem Kalium behandelt worden ist, und dass dabei im Mittel 7.42 cm^3 Sauerstoff, bei 0° und 760 *mm* Druck gemessen, von einem Liter Schlammwasser aufgenommen worden sind. Im östlichen Mittelmeer hatte die an 60 Stellen vorgenommene Untersuchung des Schlammwassers den Mittelwerth 5.80 cm^3 ergeben.

Das Wasser knapp über dem Meeresgrunde (Bodenwasser) wurde in der nördlichen Hälfte des Rothen Meeres an 27 Stellen auf den Gehalt an organischen Substanzen geprüft. Im Mittel war die Sauerstoffaufnahme gleich 1.28 cm^3 . Der im östlichen Mittelmeer bei der an 34 Stellen ausgeführten Untersuchung erhaltene Mittelwerth war gleich 1.58 cm^3 .

Das Mittelländische Meer ist im Allgemeinen bedeutend tiefer als das Rothe Meer. Die aus Pflanzen und Thieren bestehenden oder von ihnen abstammenden organischen Schwimmkörperchen finden unter sonst gleichen Umständen im Rothen Meer viel leichter Gelegenheit, sich auf dem Meeresgrunde abzulagern und erst hier bei beginnender oder fortschreitender Verwesung theilweise in Lösung zu gehen, als in dem beiläufig doppelt so tiefen Mittelländischen Meere. Deshalb wohl der grössere Reichthum des Schlammwassers an gelösten organischen Substanzen im Rothen Meer.

Von den einzelnen Theilen des Rothen Meeres erwies sich der seichte Golf von Suez als derjenige, welcher bei weitem am meisten organische Substanzen im Wasser des Grundschlammes enthielt. Das Maximum drückt sich darin aus, dass auf Station 145 ein Liter Schlammwasser aus der Lösung des

üpermangansauren Kalium 12.99 cm^3 Sauerstoff aufnahm. Diese Station liegt in der Mitte der Golfbreite, wo sich bei verlangsamer horizontaler Bewegung des Wassers besonders viele organische Schwimmkörperchen zu Boden setzen können. Auf der, in einer Ausbuchtung des nördlichsten Golftheiles gelegenen Station 12, wo sich ebenfalls kleine freischwimmende Organismen, an welchen der Golf von Suez ungemein reich ist, leichter ablagern können, fand sich ein Schlammwasser, welches 12.32 cm^3 Sauerstoff aufnahm. Auf der in der Nähe, jedoch vor einer geraden Küstenstrecke gelegenen Station 178 verbrauchte das Schlammwasser bei der Oxydation der gelösten organischen Substanzen nur 10.53 cm^3 , auf der ähnlich gelegenen Station 179 nur 8.74 cm^3 Sauerstoff.

Übertraf also im seichten Golf von Suez der Gehalt des Schlammwassers an organischen Substanzen immer den für das Rothe Meer als Durchschnittswerth gefundenen Betrag, so war das Gegentheil im tiefen Golf von Akaba der Fall. Hier kann in Form kleiner Organismen nur in der obersten, dem vollen Sonnenlichte zugänglichen Wasserschicht reichliches Leben herrschen. In den darunter befindlichen, immer dunkleren Wassermassen werden die zu Boden sinkenden organischen Schwimmkörperchen mit oder ohne Vermittlung von Mikroorganismen durch den im Wasser gelösten Sauerstoff so weit verändert, dass sich überhaupt wenige organische Stoffe auf dem Meeresgrunde ablagern, und dass die, welche zur Ablagerung kommen, weil sie eben schon mehr der Lösung und Oxydation unterlegen sind, nur in geringem Maasse an das den Schlamm durchsetzende Wasser leicht oxydable Theile abgeben können.

Von allen während der Fahrt im Rothen Meere untersuchten Schlammwässern enthielt am wenigsten organische Substanzen, indem es per l nur 4.82 cm^3 Sauerstoff aus übermangansaurem Kalium aufzunehmen vermochte, dasjenige der Station 207, welche in dem südlichsten Theil des mehr als 1000 m tiefen Gebietes im Golfe von Akaba liegt. An den Grenzen des nördlichen Theiles dieses Gebietes liegen die Stationen 216 und 219 einander gegenüber. Beide befinden sich über steilen unterseeischen Abhängen. Unter Station 216 vor der

Ostküste ist das Meer 685 *m*, unter Station 219 vor der Westküste 917 *m* tief. Der ersteren Meeresgrundstelle strömt Wasser aus dem tiefen Golftheil, der letzteren hingegen solches aus der seichteren Golfhälfte zu, welches organische Schwimmkörperchen in grösserer Menge und von geringerem Grade der Verwesung mitbringt. Deshalb wohl beanspruchten die in einem Liter des Schlammwassers der Station 219 gelösten organischen Substanzen 7·39 *cm*³ Sauerstoff, während die im Schlammwasser der Station 216 gelösten nur 5·38 *cm*³ verbrauchten.

Nach dem für den Sauerstoffverbrauch gefundenen Werth 7·28 *cm*³ sind unter der im nördlichsten Theil des Golfes, nahezu in der Mitte der Golfbreite gelegenen Station 236 die Bedingungen für Ablagerung organischer Schwimmkörperchen fast ebenso günstig wie unter der Station 219, wo den aus der nördlichen, seichteren Golfhälfte durch die Wasserbewegung fortgeführten organischen Körperchen Gelegenheit geboten ist, sich an einem steilen unterseeischen Abhang abzusetzen. Etwas geringer, nämlich entsprechend 6·72 und 7·06 *cm*³ Sauerstoff, war der Gehalt an organischen Substanzen in den Schlammwässern der ebenfalls in der nördlichen Golfhälfte gelegenen Stationen 230 und 232.

Was die Hochsee betrifft, so ergab sich das Maximum an organischen Substanzen im Schlammwasser der Station 72. Dieselbe liegt über dem Gebiet der grössten Tiefen und weist selbst eine Tiefe von 1150 *m* auf. Hier, beiläufig in der Mitte der südlich vom Ras Benas vorhandenen Meeresverbreiterung beanspruchten die in einem Liter Schlammwasser gelösten organischen Substanzen 9·52 *cm*³ Sauerstoff.

Das Minimum an organischen Substanzen, entsprechend 4·93 *cm*³ Sauerstoff, ergab sich in der Hochsee unter Station 153, sodass die zwei während der Untersuchungsfahrt überhaupt gefundenen geringsten Werthe an die beiderseitigen Abhänge der unterseeischen Bodenschwellung zwischen dem Becken der Hochsee und dem Becken des Golfes von Akaba geknüpft sind.

In den dreizehn übrigen Fällen, in welchen Schlammwasser der Hochsee auf den Grad der möglichen Sauerstoffaufnahme

aus übermangansaurem Kalium geprüft wurde, ergab sich neunmal ein kleinerer und nur viermal ein grösserer Werth als das 7.42 cm^3 Sauerstoff betragende Mittel aus allen während der Expedition an Schlammwässern ausgeführten Bestimmungen.

Ebenso wie das in der Hochsee beobachtete Maximum betreffen auch die vier anderen, das Mittel übersteigenden Werthe Stellen des Grundes in der Meereseerweiterung südlich vom Ras Benas. In diesem, die grössten Tiefen aufweisenden, nahezu die Mitte der Gesamtlänge des Rothen Meeres einnehmenden Gebiet kann anscheinend die wirbelartige Bewegung des gesammten Wassers auf dem Wege absteigender Strömungen organische Schwimmkörperchen leichter und in weniger verwestem Zustande zum Meeresgrunde führen und dort ablagern, als in den nördlichen zwei Dritteln der untersuchten Hochsee, deren Wasserbewegung sich an die der Meereseerweiterung angliedert, und wo in dem, einen fast flachen Boden aufweisenden und von parallelen Gestaden begrenzten Becken ein ausgesprochenes Nordwärtsziehen der Wassermassen längs der Ostküste und Südwärtsziehen längs der Westküste zu erwarten ist.

Vor, beziehungsweise etwas südlich von Jambo, an der Nordgrenze der Meereseerweiterung, erstreckt sich die über 500 m tiefe Hochsee in Form zweier unterseeischer Buchten in das Gebiet der Korallenriffe hinein. In der nördlichen Ausbuchtung, unter Station 99, beanspruchten die im Schlammwasser gelösten organischen Substanzen 7.62 , in der etwas weiter südlich, unter Station 95 gelegenen, 8.06 cm^3 Sauerstoff. Die zwei anderen, den Mittelwerth übertreffenden Beträge wurden unter Station 42 in der Südwestecke der Meereseerweiterung und unter Station 101 in der Höhe von Ras Benas festgestellt. Letztere Station liegt ebenso wie die das Maximum aufweisende Station 72 in dem tiefsten, annähernd das mittlere Drittel der Meeresbreite einnehmenden Streifen.

Im südlichen Theil dieses Meeresstreifens ist der Grund sehr mannigfach gestaltet. Ein ganz kleines Gebiet ist über 2000 m tief. Unter den benachbarten Stationen 46 und 85 beträgt die Meerestiefe 870 und 2160 m . An der minder tiefen Meeresstelle beanspruchte das Schlammwasser 7.06 , an

der anderen, nahezu tiefsten Stelle des Rothen Meeres überhaupt, nur 5.38 cm^3 Sauerstoff zur Oxydation der gelösten organischen Substanzen. In diesem tiefsten Hochseetheil wurde ein an Eisenoxyd und Mangandioxyd reicher rothbrauner Schlamm nebst eben solchen Steinplattenstücken emporgeholt. Weniger die bedeutende Tiefe an sich, als der Umstand, dass die unterseeischen Strömungen die suspendirten organischen Körperchen über die tiefsten Stellen hinwegführen und an seichteren Stellen des Meeresgrundes ablagern, dürfte bewirkt haben, dass in der Meereserweiterung, deren Schlammwasser im Allgemeinen an organischen Substanzen reich ist, die geringsten Mengen von ihnen in den über 2000 m betragenden Tiefen anzutreffen waren.

Etwas Anderes hat sich auf den ebenfalls nahe bei einander liegenden Stationen 57 und 72 ergeben. Unter ersterer ist das Meer 780 , unter letzterer 1150 m tief. Die trichterartige Form des Meeresbodens in der Umgebung der Grundstelle unter Station 72 bringt es wohl mit sich, dass sich daselbst besonders viele organische Schwimmkörperchen ablagern, welche theilweise in Lösung gehen und zur Oxydation den beobachteten Maximalbetrag von 9.52 cm^3 Sauerstoff beanspruchen. An der weniger günstig gelegenen Stelle unter Station 57 würde das Schlammwasser nur 6.94 cm^3 Sauerstoff verbrauchen.

Wie schon bemerkt, wurde in den nördlichen zwei Dritteln der Hochsee der Gehalt des Schlammwassers an organischen Substanzen immer relativ gering gefunden. Mit den Strömungsverhältnissen und mit dem Umstand, dass von der Meereserweiterung südlich vom Ras Benas aus suspendirte organische Körperchen weggeführt werden, hängt es wohl zusammen, dass an der Ostseite des Meeres im Schlammwasser grössere Mengen organischer Substanzen gelöst sind als an der Westseite. So ergaben sich unter den Stationen 155 und 160 7.28 und 6.72 , unter der Station 27 nur 5.04 cm^3 Sauerstoff, als von den organischen Substanzen beansprucht. Die Untersuchung des während der Expedition unter der Leitung des Herrn Hofrathes Steindachner an vielen Stellen mittelst des Schwebenetzes gesammelten Plankton-Materiales hat

gezeigt,¹ dass die östliche Meereshälfte in der Strecke zwischen den Inseln Hassani und Noman auffallend arm an kleinen freischwebenden Organismen ist. Da die aus dem Süden stammenden mehr oder weniger schon Gelegenheit gefunden haben, sich auf dem Meeresgrunde abzusetzen, hier selbst wenig Neues zuwächst, können am Nordende dieser östlichen Meereshälfte nur wenig organische Substanzen im Schlamwasser zur Lösung kommen. Unter Station 153 wurde, wie schon hervorgehoben, thatsächlich das Minimum an leicht oxydablen organischen Substanzen, $4 \cdot 93 \text{ cm}^3$ Sauerstoff entsprechend, angetroffen. Die Schlamwasser der im nordwestlichsten Theil der Hochsee gelegenen Stationen 149 und 165 enthielten wieder etwas mehr organische Substanzen, entsprechend $6 \cdot 83$ und $5 \cdot 26 \text{ cm}^3$ Sauerstoff, herrührend von Pflanzen und Thieren, welche in der Hochsee oder in den beiden, sich in der Nähe dieser Stationen daran anschliessenden Golfen zur Entwicklung gekommen sind. Besonders aus dem planktonreichen Golf von Suez könnten grosse Mengen von organischen Schwimmkörperchen in die Hochsee, und zwar zunächst in den westlichen Theil ihres nördlichsten Abschnittes gelangen. Dass dies nicht der Fall ist, zeigen die geringen in den Schlamwassern der Stationen 27 und 165 vorhandenen Mengen organischer Substanzen. Wegen der durch Inseln und Korallenriffe bewirkten Verengung des Einganges zum Golfe von Suez sind bis zu einem gewissen Grade die Bewegungserscheinungen der Hochsee und dieses Golfes von einander unabhängig gestellt, oder, besser gesagt, sie führen in dem seichten und vielverzweigten Eingangsgebiet des Golfes, wo sich die hier von NO nach SW gerichtete Strömung der Hochsee und die entgegengesetzt gerichtete Strömung des Südendes des Golfes von Suez begegnen, zu einem Stillstand oder zu einer Verlangsamung der Wasserbewegung, welche die aus dem Golfe von Suez hierher vertragenen organischen Schwimmkörperchen zu fast vollständiger Ablagerung bringen. Selbst noch am Ausserrand dieses Gebietes, unter den Stationen 18 und 166, mach-

¹ A. Steuer, Vorläufiger Bericht über die pelagische Thierwelt des Rothen Meeres. Sitzungsber. mathem.-naturw. Cl. 106, 407 (1897).

ten sich die Folgen dieser Anhäufung von organischen Stoffen bemerkbar, indem das Schlammwasser Fäulnisproducte und Spuren von Petroleum enthielt.

Was das frei bewegliche Wasser betrifft, so sei zuerst die knapp über dem Grunde befindliche Schicht, das Bodenwasser, besprochen.

Nach den im östlichen Mittelmeer gesammelten Erfahrungen entziehen die zumeist aus der obersten Schicht des Meeres stammenden organischen Schwimmkörperchen dem Meerwasser, indem sie sich dem Boden zu bewegen, Sauerstoff, ohne dabei in irgend bedeutendem Maasse in Lösung zu gehen. Die auf dem Meeresgrunde abgelagerten organischen Stoffe sind, besonders dort, wo locale Anhäufung stattgefunden hat, geeignet, entweder an sich eine geologische Rolle zu spielen, oder dadurch, dass sie chemische und physikalische Änderungen in den Mineralbestandtheilen des Meeresgrundes und der mit ihm zusammenhängenden Festlandsmassen veranlassen. Die geringen, im Meere selbst enthaltenen organischen Substanzen unterliegen mit oder ohne Mitwirkung von Organismen der weiteren Zersetzung und Oxydation, zuletzt Kohlensäure und Ammoniak liefernd, welche, soferne sie nicht von dem Pflanzenleben der obersten Meeresschicht in Anspruch genommen werden, in die Atmosphäre entweichen.

Sowie zu erwarten, zeigte das Bodenwasser des Golfes von Suez den grössten Gehalt an organischen Substanzen. Als Maximum ergab sich, dass 3.19 cm^3 Sauerstoff aus Kaliumpermanganat bei der Oxydation der in einem Liter Wasser vorhandenen organischen Substanz verbraucht wurden, und zwar auf Station 145. Das Bodenwasser der Station 12 verbrauchte 2.52 , das der Station 178 1.51 und das der Station 179 1.18 cm^3 Sauerstoff. Wie überhaupt im Golfe von Suez ist die Meerestiefe an diesen, nahe bei einander gelegenen Stellen nur gering und schwankt bloß zwischen 45 und 62 m . Der Grund für die grossen Unterschiede im Gehalt an organischen Substanzen dürfte darin zu suchen sein, dass die betreffenden Wasserproben zu verschiedenen Jahreszeiten geschöpft wurden: auf Station 12 zu Ende October, auf Station 145

Anfangs Februar und auf den Stationen 178 und 179 Anfangs März. Es sieht aus, als ob bei Beginn des Winterhalbjahres abgestorbene, der Verwesung zugeführte Meeresorganismen zunächst eine bedeutende Vermehrung der organischen Substanzen bewirkt hätten, dass aber dann einerseits wegen der fortschreitenden Oxydation, andererseits deshalb, weil im Winter durch pflanzliche, im Meere schwimmende Organismen weniger organische Substanzen neu gebildet werden, eine Verminderung stattgefunden hätte. Im südlichsten Theil des Golfes von Suez waren Anfangs April unter Station 202 im Bodenwasser so wenig organische Substanzen enthalten, dass nur 0.50 cm^3 Sauerstoff zu ihrer Oxydation verbraucht wurden.

Ein ähnlicher Unterschied im Gehalt des Bodenwassers je nach der Jahreszeit machte sich auf den unmittelbar bei einander gelegenen Stationen 18 und 166 bemerkbar. Hier zwischen der Hochsee und dem riff- und inselreichen Eingangsgebiet des Golfes von Suez war das Wasser knapp über dem mehr als 500 m tiefen Meeresgrunde Ende October so reich an organischen Substanzen, dass 2.41 cm^3 Sauerstoff beansprucht wurden, Mitte Februar so arm daran, dass 0.50 cm^3 Sauerstoff zu ihrer Oxydation genügten. Dabei ist hervorzuheben, dass nicht etwa einfach der im Tiefenwasser enthalten gewesene Sauerstoff während des Winters zur theilweisen Oxydation der organischen Substanzen herangezogen worden ist. Ende October wurden im Tiefenwasser per Liter 2.16 , Mitte Februar 3.32 cm^3 freien Sauerstoffes gefunden. Durch absteigende Meeresströmungen war also an organischen Stoffen armes und dabei sauerstoffreiches Wasser zugeführt worden.

In den Tiefen des Golfes von Akaba, dessen Untersuchung in den Monat April fiel, ist, wie früher dargelegt, an allen Stellen sauerstoffreiches Wasser gefunden worden, was wohl darauf zurückzuführen ist, dass daselbst während des ganzen Jahres der Verbrauch von Sauerstoff gering ist. Wäre im Herbst in den Tiefen nur wenig Sauerstoff, so könnte bei der grossen Tiefe des Golfes im Laufe der wenigen Wintermonate wohl kaum eine für eine nahezu gleichmässige Vertheilung des Sauerstoffgehaltes genügende Durchmischung der

Wassermassen erfolgen. Wenn sich demnach von organischen Substanzen blos wenig im Bodenwasser vorfand, so ist dies nur zum Theil auf den Umstand zurückzuführen, dass die betreffenden Wasserproben im Frühjahr geschöpft wurden, zu meist darauf, dass in diesem Golfe, wegen des zu raschen, das Gedeihen schwimmender Pflanzen störenden Wasser-austausches zwischen der obersten Meeresschicht und den finsternen Meerestiefen, überhaupt weniger organische Substanzen producirt werden.

Im südlichsten Theil des Golfes waren unter Station 207 über dem 1077 *m* tiefen Meeresgrunde im Liter Wasser nur so viel organische Substanzen enthalten, als 0·45 *cm*³ Sauerstoff entsprechen. Die Bodenwässer der Stationen 230 und 238 (Meerestiefe 920 und 842 *m*) beanspruchten 0·95 und 0·73 *cm*³ Sauerstoff. Schlamm- und Bodenwasser enthalten also beide im nördlichen Theile des Golfes etwas grössere Mengen von organischen Substanzen, als im südlichen Theil.

Auch in der Hochsee wiesen Schlamm- und Bodenwasser insoferne Übereinstimmung auf, dass beide im Allgemeinen in der Meereserweiterung südlich vom Ras Benas reicher an organischen Substanzen waren, als nördlich vom Ras Benas. Dabei zeigten sich jedoch manchmal bemerkenswerthe Unterschiede. Während z. B. das Maximum an organischen Substanzen im Schlammwasser der Station 72 angetroffen wurde, fand sich das Maximum unter den Bodenwässern, 2·18 *cm*³ Sauerstoff entsprechend, auf der in der Nähe gelegenen Station 33. Ferner machten sich, wohl in Folge der mannigfachen Arten, nach welchen suspendirte organische Substanzen auf dem Grunde abgelagert und gelöste organische Substanzen im Wasser selbst bereits oxydirt werden konnten, in der Meereserweiterung sehr grosse Schwankungen im Gehalte des Bodenwassers an organischen Substanzen bemerkbar. Schliesslich ist zu erwähnen, dass sich der Minimalwerth von 0·45 *cm*³ Sauerstoff, beansprucht von organischen Substanzen, sowohl unter Station 203 an der Nordgrenze der Hochsee, als auch unter Station 88 vor Dschidda an der Südgrenze der untersuchten Meereshälfte fand.

In der Hochsee und im Golfe von Akaba wurde an 14 Stellen das Wasser des 100 *m*-Horizontes auf den Gehalt an leicht oxydablen organischen Substanzen geprüft. Durchschnittlich wurden von einem Liter $1 \cdot 10 \text{ cm}^3$ Sauerstoff zur Oxydation beansprucht, während, wie oben erwähnt, das knapp über dem Meeresgrunde befindliche Wasser im Mittel nur wenig mehr, nämlich $1 \cdot 28 \text{ cm}^3$ verbrauchte. Der Unterschied ist noch geringer, wenn man das Bodenwasser des nirgends die Tiefe von 100 *m* erreichenden, wegen seines Reichthumes an organischen Schwimmkörperchen eine Ausnahmestellung einnehmenden Golfes von Suez bei Seite lässt. Der mittlere Sauerstoffverbrauch des Bodenwassers in der Hochsee und im Golf von Akaba ist nämlich nur gleich $1 \cdot 17 \text{ cm}^3$.

Das Maximum an organischen Substanzen wurde auch im 100 *m*-Horizont im südlichen Theil der Hochsee gefunden, und zwar unter Station 95. Es entsprach $2 \cdot 13 \text{ cm}^3$ Sauerstoff. In der südlichen Hälfte der Hochsee übertrafen alle erhaltenen Werthe das Mittel. In der nördlichen Hälfte waren mit einer einzigen Ausnahme alle Werthe kleiner als der Durchschnittswerth. Das Minimum, entsprechend $0 \cdot 39 \text{ cm}^3$ Sauerstoff, wurde unter Station 207 im südlichsten Theil des Golfes von Akaba angetroffen.

Das Oberflächenwasser, welches, als zufälligen Änderungen zu sehr ausgesetzt, überhaupt wenig Berücksichtigung fand, wurde nur an vier Stellen auf den Gehalt an leicht oxydablen organischen Substanzen untersucht, und zwar in der kurzen Zeit zwischen 25. October und 12. November. Zwei Stellen, nämlich die Stationen 12 und 16 gehören dem Golfe von Suez an. Auf der ersteren, am Nordende des Golfes befindlichen wurden $2 \cdot 91$, auf der letzteren, am Süden des Golfes in der Jubalstrasse gelegenen, durch welche ein Austausch von Wasser mit der Hochsee am leichtesten erfolgt, nur $2 \cdot 02 \text{ cm}^3$ Sauerstoff beansprucht. Von den beiden anderen Stellen liegt die eine, Station 26, im nördlichen Theil der Hochsee, nahe bei der Westküste. Dasselbst wurden $1 \cdot 90 \text{ cm}^3$ Sauerstoff verbraucht. In dem an suspendirten organischen Stoffen reichen Randgebiet zwischen der Hochsee und den Korallenriffen vor

Dschidda waren auf Station 40 3.70 cm^3 Sauerstoff erforderlich.

Als Nachtrag zu dem früher Gesagten ist noch Folgendes anzuführen. Im nördlichsten Theil des Golfes von Suez wurden unter Station 178 in 20 m Tiefe 1.40 cm^3 Sauerstoff beansprucht. Es war Anfang März, wo sich eine bedeutende Verminderung der leicht oxydablen organischen Substanzen eingestellt hatte, welche sich knapp über dem 45 m tiefen Grunde dadurch bemerkbar machte, dass nur 1.51 cm^3 Sauerstoff aufgenommen werden konnten. Unter Station 153 an der Nordgrenze der Hochsee, nahe bei dem Eingang zum Golfe von Akaba ergaben sich (bei 900 m Meerestiefe) in 300 m 0.95 cm^3 Sauerstoff als zur Oxydation der organischen Substanzen nöthig. Fast ebensoviel, nämlich 0.73 cm^3 waren in 100 m Tiefe beansprucht worden.

Was das Wasser der Suezcanalstrecke betrifft, so ergab sich im Betrage der von leicht oxydablen organischen Substanzen aufnehmbaren Sauerstoffmenge kein wesentlicher Unterschied zwischen ihm und dem Wasser des Meeres. Sowohl das knapp über dem 7 m tiefen Grunde der Station 5 im Timsahsee befindliche Wasser, als auch das Oberflächenwasser der Station 8 im südlichen Theil der Wasserausfüllung des Gebietes der ehemaligen Bitterseen verbrauchte 1.68 cm^3 Sauerstoff. Im nördlichen Theil des letzteren Wasserbeckens verlangte auf Station 7 das knapp über dem 10 m tiefen Grunde geschöpfte Wasser 1.96 , im südlichsten ausgebagerten Theil der Canalstrecke das Oberflächenwasser der Station 10 2.24 cm^3 Sauerstoff.

Innerhalb der Korallenriffe ist das Wasser in der Regel wegen der geringen Mengen suspendirter Theilchen durch einen besonders hohen Grad der Durchsichtigkeit ausgezeichnet. In dem ausgedehnten Riffgebiet vor Mersa Halaib wurde Wasser von 13 Stellen mit Kaliumpermanganat behandelt. Der hier erhaltene Durchschnittswerth war nur ganz wenig grösser als der des 100 m -Horizontes der Hochsee und des Golfes von Akaba. Von dem, 1.17 cm^3 Sauerstoffverbrauch betragenden Durchschnittswerth wichen die Einzelwerthe nur unbedeutend ab. Das Maximum, gleich 1.90 , ergab sich auf

Punkt β , nahe dem Landungsplatze in dem knapp über 6 *m* tiefem Grunde geschöpften Wasser. Das Minimum, gleich 0.78, wurde im Oberflächenwasser des Punktes α am Süden des Riffstreifens in der nur für Boote benützbaren Einfahrt angetroffen. —

In einer grossen Anzahl von Wasserproben ist sowohl der in Lösung vorhandene Sauerstoff bestimmt worden, als auch jener Sauerstoff, welcher von den gleichzeitig darin enthaltenen organischen Substanzen aufgebraucht werden kann. Es ist zwar zweifelhaft, ob in den betreffenden Wassermassen, wenn sie durch lange Zeit vor der Berührung mit der Atmosphäre bewahrt und sich selbst überlassen blieben, bei den mit oder ohne Betheiligung von Organismen vor sich gehenden Oxydationen genau ebensoviel Sauerstoff aufgenommen werden würde, wie es im Laboratorium bei dem 10 Minuten langen Erhitzen mit übermangansaurem Kalium der Fall war. Immerhin darf die Zusammenstellung der in letzterer Art aufgenommenen Sauerstoffmengen mit den gefundenen Mengen freien Sauerstoffes zur vergleichenden Beurtheilung der verschiedenen Meeresräume herangezogen werden.

In dem Korallengebiet vor Mersa Halaïb wird an der an organischen Substanzen reichsten Wasserstelle, im Bodenwasser des Punktes β , fast die Hälfte des dort vorhandenen Sauerstoffes, nämlich 47%, zur Oxydation beansprucht. Im Bodenwasser des benachbarten Punktes γ (40 *m*) würden 44%, im Bodenwasser des ebenfalls in der Nähe gelegenen Punktes ι (21 *m*) 31%, im Bodenwasser (2 *m*) zwischen Korallenstöcken unter Punkt λ 26% und in der Vertiefung des dammartig der Festlandsküste vorgelagerten Riffstreifens unter Punkt μ , knapp über dem 3 $\frac{1}{2}$ *m* tiefen Grunde nur 25% des gefundenen Sauerstoffes verbraucht werden.

Auf der Strecke des Suezcanales kämen im Bodenwasser der Station 7 48% des gefundenen Sauerstoffes bei der Oxydation der vorhandenen organischen Substanzen zur Wirkung. Im Golf von Suez wären unter Station 178 (Anfang März) in 20 *m* Tiefe 26% des freien Sauerstoffes zu dieser Oxydation erforderlich.

Im 100 *m*-Horizont der Hochsee und des Golfes von Akaba liegen von 10 Stellen die beiden, hier in Beziehung zu einander gebrachten Sauerstoffwerthe vor. 47% des gefundenen Sauerstoffes würden unter der am Aussenrande des ausgedehnten Korallenriff-Gebietes vor Jambo befindlichen Station 95, dagegen nur 22 und 21% unter den Stationen 104 und 160 beansprucht werden, welche beide im nördlichsten Theil der Hochsee, erstere nahe der Westküste, letztere nahe der Ostküste liegen. An der Nordgrenze der Hochsee sind in annähernd gleichen Entfernungen von jener geraden Linie, welche die Eingangsgebiete der Golfe von Suez und Akaba mit einander verbindet, die drei Stationen 149, 153 und 165. Die erstgenannte Station nimmt ungefähr die Mitte der Meeresbreite ein, die beiden anderen befinden sich in gleichen Abständen von ihr. Unter Station 149 würden 26%, unter der nahe der Ostküste gelegenen Station 153 16% und unter der nahe der Westküste gelegenen Station 165 18% des Sauerstoffes benöthigt werden. Anbei sei erwähnt, dass unter Station 153 in 300 *m* Tiefe 34% des Sauerstoffes verbraucht werden würden. Ganz nahe dem zum Becken des Golfes von Suez ansteigenden Abhang wurden unter den Stationen 166 und 203 in 100 *m* Tiefe 10 und 9% des Sauerstoffes als den organischen Substanzen entsprechend gefunden. Im Golfe von Akaba wären unter der im südlichsten Theil gelegenen Station 207 8% und unter der im nördlichen Theil gelegenen Station 230 14% des Sauerstoffes hinreichend für die Oxydation der organischen Substanzen.

Knapp über dem Meeresgrund sind 25 Stellen, welche in Bezug auf den eventuell eintretenden Verbrauch des freien Sauerstoffes verglichen werden können. Im Golfe von Akaba kämen unter der Station 230 26% und unter der Station 207 12% des Sauerstoffes durch die organischen Substanzen in Wegfall. Im nördlichen Theil des Golfes von Suez wären es unter Station 145 (Anfang Februar) 64%, unter den Stationen 178 und 179 (Anfang März) 28 und 22%, im südlichen Golftheil, beziehungsweise in der Einfahrtsstrasse, nämlich unter den Stationen 202 und 203 (Anfang April) 10 und 13%. Unter den davor gelegenen, knapp bei einander befind-

lichen Stationen 18 und 166 wären Ende October 112, Mitte Februar 15% des Sauerstoffes zur Oxydation nothwendig gewesen. In der Hochsee besass das Wasser unter den fünf Stationen 46, 57, 88, 114 und 155 den gleichen Sauerstoffgehalt, nämlich 45% des nach der Temperatur berechneten. Von diesem Sauerstoffgehalt würden an den einzelnen fünf Stellen sehr verschiedene Theile verbraucht werden, nämlich 75, 60, 19, 58 und 36%. 23, 27, 32, 34, 50, 53, 57, 67, 67, 101 und 117% des Sauerstoffes wären unter den Stationen 22, 165, 149, 160, 72, 75, 101, 27, 79, 33 und 99 erforderlich. Wenn der freie Sauerstoff aufgebraucht wäre, würde der gebundene Sauerstoff der Sulfate herangezogen werden.

Die grossen Unterschiede in der eventuell eintretenden Inanspruchnahme von Sauerstoff durch organische Substanzen weisen darauf hin, wie mannigfach die in Folge der Anwesenheit organischer Substanzen sich vollziehenden chemischen Änderungen im Meeresgrunde sein werden. Sobald Theile des knapp über dem Meeresgrunde befindlichen Wassers in den Grundschlamm eingedrungen sind, gehören sie nicht mehr dem freibeweglichen Meerwasser an. Es kann in ihnen, was sonst durch den fortwährenden Wasseraustausch zwischen den verschiedenen Meeresschichten verhindert oder in engen Grenzen gehalten wird, der Sauerstoff aufgebraucht werden. Ferner können sich die gelösten organischen Substanzen und ihre Oxydationsproducte anhäufen. Für die Frage, ob in Folge dessen Lösungs- oder Fällungserscheinungen zu erwarten sind, sowie zur Charakteristik der organischen Substanzen, ist jenes Ammoniak in Betracht zu ziehen, welches bei der Oxydation der organischen Substanzen entsteht.

Ammoniak.

Zunächst seien die Mengen des nicht erst bei der Oxydation organischer Substanzen entstehenden, sondern bereits fertig vorhandenen Ammoniaks besprochen.

Als Durchschnittswerthe wurden erhalten:

In 100 *m* Tiefe (14 Stellen untersucht) $0\cdot074\text{ cm}^3$ Ammoniakgas (bei 0° und 760 *mm* Druck), aus 1 *l* Wasser durch Kochen mit Magnesia austreibbar; knapp über dem Meeresgrunde (27 Stellen untersucht) $0\cdot077\text{ cm}^3$; in dem den Grundschlamm durchsetzenden Wasser (25 Stellen untersucht) $0\cdot36\text{ cm}^3$.

Im östlichen Mittelmeer war das knapp über dem Grunde befindliche Wasser an 53 und das den Grundschlamm durchsetzende Wasser an 80 Stellen auf den Gehalt an Ammoniak geprüft worden, und hatten sich als Mittelwerthe $0\cdot035$ und $0\cdot25\text{ cm}^3$ ergeben.

Im Rothen Meer zeigte sich das Maximum, gleich $0\cdot65\text{ cm}^3$, im Schlammwasser der Station 95, d. h. am NO-Rand der Meereserweiterung südlich vom Ras Benas in 611 *m* Tiefe, knapp unter dem steil zum Korallengebiet vor Jambo ansteigenden Abhang. Hier und unter der benachbarten Station 99, wo ein fast ebenso grosser Ammoniakgehalt, gleich $0\cdot59\text{ cm}^3$, angetroffen wurde, wird die Ablagerung von pflanzlichen und thierischen Körperchen, welche bei der Oxydation Ammoniak geben, dadurch erleichtert, dass sich die betreffenden Stellen in unterseeischen Ausbuchtungen der Tiefsee befinden. Gleichfalls unter einem steilen unterseeischen Abhang, nämlich unter Station 42, etwas nördlich vom Westrand der Meereserweiterung wurden im Schlammwasser $0\cdot49\text{ cm}^3$ Ammoniak gefunden. Unter Station 72, wo wegen der trichterartigen Gestalt des benachbarten Meeresbodens durch die Wasserströmungen auf dem 1150 *m* tiefen Grunde auch reichliche Mengen von organischen Schwimmkörperchen aus dem Gebiete der Meereserweiterung zur Ablagerung gelangen können, waren im Schlammwasser $0\cdot52\text{ cm}^3$ Ammoniak. An der Nordgrenze der Meereserweiterung fand sich im Gebiet der über 1000 *m* betragenden Tiefen unter Station 101 ein Gehalt von $0\cdot39\text{ cm}^3$. In der Hochsee zeigten sich nur in dieser Meereserweiterung und an ihren Grenzen Werthe, welche den durchschnittlichen Gehalt der Schlammwasserproben von $0\cdot36\text{ cm}^3$ übertreffen. Diesen mittleren Ammoniakgehalt besass die Probe von Station 160 im nördlichen Drittel des untersuchten Hochseegebietes nahe der Westgrenze des über

500 *m* tiefen, den grössten Theil der Wasserbreite einnehmenden Meeresstreifens. Der Werth 0.33 cm^3 wurde zweimal erhalten, und zwar in der Meereserweiterung auf den in den südöstlichen und nordwestlichen Theilen derselben in annähernd gleichen Entfernungen von den beiderseitigen Küsten gelegenen Stationen 46 und 57. Über den betreffenden Stellen des Meeresgrundes steigen die unterseeischen Abhänge viel weniger steil an, eine Ablagerung von organischen Schwimmkörperchen ist daselbst weniger zu erwarten als an den Stellen unter den oben angeführten Stationen 42, 95 und 99. Noch an einer dritten Grundstelle der Meereserweiterung wurde weniger Ammoniak gefunden als der Durchschnittswerth beträgt, nämlich in dem kleinen über 2000 *m* tiefen Gebiet unter Station 85 (2160 *m*; 0.29 cm^3 Ammoniak). Hier war ja auch die von den organischen Substanzen in Anspruch genommene Sauerstoffmenge auffallend gering. Durch den Umstand, dass die über die grösste Vertiefung theilweise hinweg streichenden unterseeischen Strömungen auf deren Grunde weniger organische Schwimmkörperchen absitzen lassen, hat die bei der Oxydation entstandene Ammoniakmenge eine Einschränkung erfahren. Noch kleinere Werthe für Ammoniak waren nur der nördlichen Hälfte der Hochsee eigen. 0.26 cm^3 Ammoniak gab das Schlammwasser, welches auf Station 18 vor dem zum Golf von Suez steil ansteigenden Abhang emporgeholt worden war. 0.23 cm^3 wurden an drei Stellen nachgewiesen: unter Station 149 nahe dem Nordende des über 1000 *m* tiefen Meeresstreifens, unter Station 155 auf dem von diesem tiefsten Bodestreifen gegen die arabische Küste ansteigenden Terrain und unter der etwas südlich von Station 18 gelegenen Station 165. Sehr viel weniger Ammoniak, nämlich 0.16 cm^3 waren im Schlammwasser der Station 27 nahe der Westküste bei Koseir und 0.13 cm^3 , als das in Schlammwässern überhaupt angebroffene Minimum, unter Station 153 auf der südlichen Abdachung der die Becken der Hochsee und des Golfes von Akaba trennenden Bodenschwellung.

Im Golfe von Akaba schwankte der Gehalt des Schlammwassers an Ammoniak zwischen 0.49 und 0.26 cm^3 . Wie oben dargelegt, ist die Menge des von den

organischen Substanzen des Schlammwassers beanspruchten Sauerstoffes im Golfe von Akaba immer geringer als der für die Hochsee und die beiden Golfe erhaltene Durchschnittswerth. Von den sechs untersuchten Stellen wiesen drei einen grösseren Gehalt auf, als der Ammoniak-Durchschnittswerth beträgt, zwei einen nur wenig geringeren und eine die 0.26 cm^3 . Unmittelbar vergleichbar sind die beiderseitigen Werthe insofern nicht, als im Grundschlamm die Oxydation der vorhandenen organischen Substanzen erst stattfinden wird und ebenda die Bildung von Ammoniak aus vorher zugegen gewesenen organischen Substanzen bereits stattgefunden hat. Sonst könnte man an zwei Möglichkeiten denken, nämlich daran, dass im Golfe von Akaba die von Pflanzen und Thieren herrührenden, auf dem Meeresgrunde zur Ablagerung, Auflösung und Oxydation gelangenden, organischen Körperchen mehr Ammoniak bei der Oxydation liefern als die in der Hochsee sich ablagernden, oder daran, dass sich das bei solcher Oxydation entstandene Ammoniak, etwa wegen des geringeren Grades capillaren Aufsteigens von Meerwasser in benachbarten Festlandsmassen, im Schlammwasser des Golfes von Akaba mehr anhäufte als in dem der Hochsee. — Auch zwischen den einzelnen Stationen des Golfes von Akaba gibt es Unterschiede in Bezug auf das Verhältniss von Ammoniak zu dem für die organischen Substanzen erforderlichen Sauerstoff. Das Maximum des möglichen Sauerstoffverbrauches hatte sich im Schlammwasser der Station 219 gezeigt, d. h. in 917 m Tiefe knapp bei der Westküste des Golfes im ersten Drittel der Entfernung zwischen den Dahab und Naueba genannten Plätzen, welche zeitweise von Beduinen besuchte Palmenwäldchen darstellen. Das Maximum des Ammoniak, 0.49 cm^3 Gas auf 1 l war im Schlammwasser der Station 216, d. h. in 685 m knapp bei der Ostküste des Golfes, der Station 219 gegenüber. Während sonst der Golf von Akaba und auch die Hochsee des Rothen Meeres fast immer von allmählig ansteigenden Küstenebenen eingesäumt sind, welche zumeist aus Sandwüsten bestehen und weiter landein stets von hohen kahlen Gebirgen überragt werden, treten bei Station 216 steile Felsberge bis an das Ufer heran. Es wäre möglich, dass hier die benach-

barten Festlandsmassen auf das Schlammwasser weniger capillar ansaugend wirken als anderwärts, was die Anhäufung von Ammoniak zur Folge hätte. Fast ebensoviel Ammoniak, nämlich 0.42 cm^3 , wurden im Schlammwasser der Station 232 angetroffen. Auch hier liegt die Möglichkeit vor, dass sich in geringerem Maasse als sonst ein capillares Aufsteigen von Meerwasser in Festlandsmassen vollzieht, und zwar deshalb, weil die benachbarte Schutt- und Sandhalde von Naueba am Ausgange eines Wadi (zumeist trockenen Thales) liegt, durch welches ein Theil des wenigen, und fast nur im Winter auf die Sinai-Halbinsel niederfallenden Regenwassers dem Meere zugeführt wird, oder, besser gesagt, in dessen Sandboden es vorher Gelegenheit findet, einzusickern. Dieses Durchtränktes der Schutt- und Sandhalde mit Süßwasser, welches sich auch noch knapp beim Meeresstrand in den von Beduinen gegrabenen Brunnen als zwar brackisches Trinkwasser bemerkbar macht, würde also dem capillaren Eindringen von Meerwasser im Wege stehen und könnte so am unterseeischen Abhang (in 314 m Meerestiefe), wo in demselben Schlammwasser durch längere Zeit zu Boden gesunkene organische Schwimmkörperchen der Oxydation unterworfen gewesen sind, die Zunahme des Ammoniakgehaltes bewirkt haben. — 0.39 cm^3 Ammoniak wurden im Schlammwasser der Station 236 gefunden. Die betreffende Grundstelle liegt 874 m tief im nördlichsten Theil des Golfes und liess wegen des grossen Gehaltes an organischen Substanzen auch einen relativ grossen Ammoniakgehalt erwarten. Der erstere hatte den zweitgrössten Werth des Golfes von Akaba dargestellt. Das Schlammwasser der Station 219, welches den grössten diesbezüglichen Werth aufgewiesen hatte, gab weniger Ammoniak, nämlich nur 0.33 cm^3 . Station 236 liegt fast in der Mitte der Meeresbreite, Station 219 nahe der Küste, von welcher hier ein zwischen Dahab und Naueba fast parallel zu ihr verlaufender Gebirgszug das sich zeitweise in vielverzweigten Thalsystemen des Inneren der Sinai-Halbinsel sammelnde Wasser der atmosphärischen Niederschläge abhält, was ein capillares Aufsteigen von Meerwasser in die Festlandsmassen der schmalen Strandebene und des parallelen Gebirgszuges erleichtert und

damit einer Anhäufung von Ammoniak im Schlammwasser entgegenarbeitet. — Derselbe Ammoniakgehalt von 0.33 cm^3 kam am Süden des mehr als 1000 m tiefen Gebietes, also ganz nahe der Nordabdachung der den Golf von der Hochsee trennenden unterseeischen Bodenschwellung, unter Station 207 zum Vorschein. Das Schlammwasser wies hier das im Golfe von Akaba überhaupt beobachtete Minimum an organischen Substanzen auf. Wenn der Ammoniakgehalt nicht in demselben Verhältniss verringert ist, so könnte dies daher rühren, dass an dieser, 1077 m tiefen, in der Mitte der Golfbreite gelegenen Stelle ein längeres Verweilen eines und desselben Wassers in der obersten Schicht des Grundschlammes ermöglicht war. Das im Golfe von Akaba im Schlammwasser vorgefundene Ammoniakminimum betrug 0.26 cm^3 , während das Minimum der Hochsee 0.13 cm^3 betragen hatte. In der Hochsee war die Stelle des Ammoniakminimums identisch mit der Stelle des Minimums an organischen Substanzen (unter Station 153 am Südabhang der Bodenschwellung zwischen Golf von Akaba und Hochsee). Im Golfe von Akaba gehört die Stelle des Ammoniakminimums dem an organischen Substanzen reicheren Gebiet an, welches das nördliche Drittel des Golfes, und zwar fast in seiner ganzen Breite einnimmt, Tiefen von mehr als 500 m und weniger als 1000 m aufweisend.

Während das Schlammwasser des Golfes von Akaba meist mehr Ammoniak enthält, als die darin vorhandenen Mengen von organischen Substanzen erwarten liessen, ist das Gegentheil im Schlammwasser des Golfes von Suez der Fall. Die geringe Tiefe des Golfes und die Art seiner Umrahmung, welche aus Sandwüsten und aus Gebirgen mit grossem Reichthum an lockeren, stark Wasser aufsaugend wirkenden Gesteinen besteht, befördern eine relativ rasche Erneuerung des Schlammwassers durch Theile des knapp über dem Meeresgrunde befindlichen Wassers. Die wegen Ablagerung organischer Schwimmkörperchen dem Schlammwasser fortwährend zur Lösung dargebotenen und von ihm in Lösung gebrachten organischen Substanzen können deshalb viel bedeutender sein, als irgendwo in der Hochsee und im Golfe von Akaba, ohne dass der Ammoniakgehalt desselben

Schlammwassers die Maximalbeträge der Hochsee erreicht. Er wurde gleich oder nur wenig grösser als der des Schlammwassers im Golfe von Akaba gefunden. $0\cdot49\text{ cm}^3$ stellten das unter Station 12 gefundene Maximum dar. Etwas weniger, nämlich $0\cdot42\text{ cm}^3$ wurden unter der ebenfalls im äussersten Norden des Golfes gelegenen Station 178 angetroffen. Noch etwas weniger, nämlich $0\cdot39\text{ cm}^3$ ergaben sich sowohl unter Station 145, als auch unter Station 179. Gerade die beiden letzteren Schlammwässer hatten in Bezug auf den Gehalt an organischen Substanzen den grössten Unterschied ergeben, indem das erstere von ihnen das Maximum und das andere das Minimum an Sauerstoff zur Oxydation der gelösten organischen Substanzen verlangte, und indem ferner, wie hier schon bemerkt sei, das erstere bei der künstlichen Oxydation auch das Maximum an Ammoniak und das andere das Minimum davon lieferte. Übrigens war auch bei dem Stationspaar 12 und 178 der Unterschied im Gehalt an organischen Substanzen viel grösser als der im Ammoniakgehalt. Vielleicht bewirkt der Umstand, dass sich in der obersten Schicht des Grundschlammes das ihn durchsetzende Wasser horizontal oder parallel zur Grundfläche gegen Theile der Küstengebiete bewegt, eine gleichmässigeren Vertheilung des vorher entstandenen Ammoniaks.

Die Schwankungen im Gehalte des knapp über dem Meeresgrunde der Hochsee, sowie der beiden Golfe befindlichen Wassers an Ammoniak, welcher Gehalt im Mittel $0\cdot077\text{ cm}^3$ Ammoniakgas per Liter betrug, waren nur gering. Das Maximum, gleich $0\cdot13\text{ cm}^3$, wurde unter Station 145 im Golfe von Suez angetroffen. Auch an den anderen untersuchten Stellen dieses Golfes war das Bodenwasser reicher an Ammoniak, als dem Durchschnittswerth entspricht; unter den Stationen 12, 178, 179 und 202 konnte jedesmal $0\cdot10\text{ cm}^3$ nachgewiesen werden. Im Golfe von Akaba ergab sich unter den Stationen 207, 230 und 238, also sowohl nahe beim Südeinde im Gebiet der grössten Tiefen, als auch im nördlichen und nördlichsten Theil bei etwas geringeren Tiefen, der gleiche Ammoniakgehalt von $0\cdot07\text{ cm}^3$. In der Hochsee wurde der Werth $0\cdot10$ in den Bodenwässern der Stationen 27, 46, 72, 88

und 99 vorgefunden. Von diesen Stationen liegt nur eine, nämlich 27, im nördlichen Theil, und zwar nahe der Westküste südlich von Koseir. Die vier anderen befinden sich im südlichen Drittel, welches durch einen grösseren Reichthum an organischen Substanzen ausgezeichnet ist. 0.07 cm^3 war 10 Stellen eigen, nämlich den Bodenwässern der Stationen 18, 33, 57, 79, 114, 149, 160, 165, 166 und 203. Diese Stationen vertheilen sich über das ganze Gebiet der Hochsee. Dabei ist hervorzuheben, dass sich an jeder Stelle ein anderer Gehalt an leicht oxydablen organischen Substanzen gezeigt hatte. Und zwar waren die Unterschiede in den von diesen organischen Substanzen in Anspruch genommenen Sauerstoffmengen sehr gross, der grösste Werth war mehr als fünfmal so gross als der kleinste. Die Oxydation, für deren möglichen Betrag die Mengen des beim Kochen mit einer Lösung von übermangansaurem Kalium verbrauchten Sauerstoffes einen Maassstab abgibt, verläuft offenbar in den Meerestiefen so langsam, führt in der Zeiteinheit zu so unbedeutenden Ammoniakmengen, dass die örtlichen Unterschiede durch die Wasserbewegung mehr oder weniger vollkommen ausgeglichen werden. Es erübrigt noch, darauf zu verweisen, dass an diesen zehn Stellen knapp über dem Grunde der Hochsee in sehr verschiedenem Maasse eine Oxydation stattgefunden hat, wie sich aus den daselbst gefundenen wechselnden Mengen freien Sauerstoffes ergibt. Die grösste gefundene Sauerstoffmenge ist mehr als doppelt so gross als die kleinste. Dass trotzdem der Ammoniakgehalt überall gleich war, dürfte einerseits daher rühren, dass bei der vor sich gegangenen Oxydation organischer Substanzen je nach der pflanzlichen oder thierischen Abstammung derselben verschiedene Mengen von Ammoniak zur Bildung gekommen sind, anderseits daher, dass, wie sich schon bei den Untersuchungen im östlichen Mittelmeer und im Marmara-Meer ergeben hatte, der in den Meerestiefen verbrauchte Sauerstoff hauptsächlich dazu dient, im Wasser suspendirte, zu Boden sinkende organische Körperchen einer theilweisen Oxydation zu unterziehen, worauf früher oder später eine Ablagerung dieser Körperchen auf dem Meeresgrund erfolgt. Unter Station 101 betrug der Ammoniakgehalt 0.05 cm^3 .

Der Minimalbetrag von $0\cdot03$ wurde an drei Stellen knapp über dem Grunde der Hochsee, unter den Stationen 22, 75 und 155 wahrgenommen. Auch diese Stellen gleichen Ammoniakgehaltes sind in Bezug auf geographische Lage, Meerestiefe und die von organischen Substanzen beanspruchten und von ihnen verbrauchten Sauerstoffmengen sehr verschieden.

Ein weiterer Beweis dafür, dass in den Meerestiefen, d. h. in ihrem frei beweglichen Wasser, trotz der daselbst vor sich gehenden Oxydation stickstoffhaltiger Substanzen nur wenig Ammoniak entsteht, dass vielmehr diese Oxydation fast nur zur Bildung von Zwischenproducten führt, welche auf dem Meeresgrunde abgelagert werden und erst dort, in ihm, bei fortschreitender Oxydation grössere Ammoniakmengen liefern, würde darin liegen, wenn die tieferen Meeresschichten eben so arm oder nur wenig reicher an Ammoniak wären, wie die obersten Meeresschichten.

Der für das knapp über dem Grunde befindliche Wasser gefundene Durchschnittswerth von $0\cdot077\text{ cm}^3$ ist thatsächlich nur ganz wenig grösser als der Durchschnittswerth des 100 m -Horizontes, welcher $0\cdot074\text{ cm}^3$ beträgt. Die Abweichungen von letzterem Mittelwerth sind noch geringer als die von ersterem. In zehn von vierzehn Fällen wurden $0\cdot07\text{ cm}^3$ Ammoniak angetroffen. In drei Fällen betrug der Ammoniakgehalt $0\cdot10\text{ cm}^3$, wobei zu erwähnen ist, dass dieselben Wasserproben — es waren die der Stationen 30, 42 und 95 — von allen 100 m -Wässern auch den grössten Gehalt an organischen Substanzen aufgewiesen hatten. In einem Falle, nämlich unter Station 104, ergab sich der geringe Ammoniakgehalt von $0\cdot03\text{ cm}^3$.

Als Zeichen des etwas grösseren Ammoniakgehaltes des Golfes von Suez der Hochsee gegenüber ist noch anzuführen, dass auf Station 178 in 20 m Tiefe $0\cdot10$, dagegen auf Station 153 in 300 m Tiefe $0\cdot05\text{ cm}^3$ nachgewiesen worden sind.

In Folge grösseren Reichthumes an Organismen, unter welchen sich vermuthlich auch stickstoffassimilirende Mikroorganismen befinden, nimmt das Oberflächenwasser öfters eine Ausnahmstellung ein. Auf Station 12 im nördlichsten Theil des Golfes von Suez waren ihm $0\cdot20$, auf Station 16 im

südlichsten Theil desselben Golfes 0·13, auf Station 26 am Westrand der nördlichen Hochseehälfte 0·07 und auf Station 40 am Aussenrand der Korallenriffe vor Dschidda 0·20 cm^3 Ammoniak eigen. Eben diese Wasserproben gehörten auch zu den mit grösserem Gehalt an organischen Substanzen ausgestatteten. In der zuletzt angeführten Wasserprobe waren so viele organische Körperchen¹ vorhanden, dass sie sich erst nach längerem Stehen genug geklärt hatte, um der Untersuchung zugeführt werden zu können. Diese und die zuerst angeführte Probe übertrafen sowohl in Bezug auf den Ammoniakgehalt als auch in Bezug auf den Gehalt an organischen Substanzen alle sonstwo dem freibeweglichen Meerwasser entnommenen Proben

Im Gebiet der Korallenriffe vor Mersa Halaïb wurden an dreizehn Stellen die Ammoniakmengen ermittelt. In sieben Fällen waren es 0·07, in zwei Fällen, und zwar im Oberflächenwasser des am Nordende des Riffgebietes und nahe dem offenen Meere gelegenen Punktes η und im Oberflächenwasser der Mitte des hafentartigen Beckens zwischen Riffstreifen und Festlandsküste, waren es 0·03 cm^3 . Auf den neben η an den anderen Seiten der, die nördliche Einfahrt nach Mersa Halaïb begrenzenden kleinen Sandinsel gelegenen Punkten δ , ϵ und ζ wurden im Oberflächenwasser nur 0·02 cm^3 Ammoniak gefunden. Der grösste Ammoniakgehalt, gleich 0·10 cm^3 , ergab sich im Oberflächenwasser des Punktes α , d. h. in der Süd-(Boots-) Einfahrt. Es stimmt dies damit überein, dass sich im südlichen Theil des Korallengebietes nirgends weniger als 0·07 cm^3 gezeigt hatten. Da Mersa Halaïb an der Westküste liegt, ist davor eine gegen Süden, beziehungsweise gegen Südosten gerichtete Bewegung der Wassermassen zu erwarten.² Das

¹ Anscheinend durch Wellenschlag von den äusseren Riffreihen losgelöst und durch Strömungen zusammengetragen.

² Als das Expeditionsschiff »Polä« bei der Insel St. Johns, welche südöstlich von Ras Benas der Westküste vorgelagert ist, über tiefem Wasser an einem Korallenriff vertäut war, ergab eine Messung in 6 *m* Tiefe eine mit der Geschwindigkeit von 400 *m* in der Stunde gegen Südosten setzende Strömung. Es wurde dazu ein vom Schiffe aus versenkter und mittelst zweier Fallgewichte in Gang und zum Stillstand gebrachter Apparat verwendet, welcher im Wesentlichen mit dem von Magnaghi bei den Strömungsmessungen in den

dem Korallengebiet bei der neben der Nordeinfahrt gelegenen Sandinsel zuströmende ammoniakarme Wasser kann in der Brandung des dortigen ganz seichten Gebietes einen Theil seines früheren Ammoniakgehaltes an die Atmosphäre abgegeben haben. Während der durch das Korallengebiet selber ganz langsam verlaufenden Wasserbewegung mag dann die unbedeutende Vermehrung des Ammoniakgehaltes stattgefunden haben, welche sich in den angeführten Zahlen zu erkennen gibt.

In der Suez canalstrecke zeigten sich geringere Werthe für den Ammoniakgehalt als jener, welcher im Golfe von Suez auf der nahe dem Südende des Canales gelegenen Station 12 im Oberflächenwasser angetroffen worden ist. Ferner machte sich eine Abnahme des Ammoniakgehaltes mit zunehmender Entfernung vom Golfe von Suez bemerkbar, aus welchem besonders zur Zeit der Fluth Wasser in den Canal einströmt, während sich als Unterstrom salzreichereres Wasser in den Golf bewegt. Im Oberflächenwasser der in der südlichsten Canalstrecke gelegenen Station 10 ergaben sich $0\cdot16$, im Oberflächenwasser der im südlichen Theil der Wasseraanfüllung des Gebietes der ehemaligen Bitterseen gelegenen Station 8 $0\cdot13\text{ cm}^3$ Ammoniak. Im nördlichen Theil dieser Wasseransammlung enthielt unter Station 7 das knapp über dem 10 m tiefen Grunde befindliche Wasser $0\cdot10$ und im Timsahsee unter Station 5 das in 7 m Tiefe befindliche Bodenwasser $0\cdot05\text{ cm}^3$. —

Ebenso wie im östlichen Mittelmeer wurden auch diesmal in den einzelnen Wasserproben nicht blos die Mengen des fertig vorhandenen Ammoniaks bestimmt, sondern auch jene Ammoniakmengen, welche bei der durch Erhitzen mit einer alkalischen Lösung von übermangansaurem Kalium bewirkten Oxy-

Dardanellen und im Bosphorus benützten, in meiner Arbeit über das Marmarameer besprochenen übereinstimmt und von dem Mechaniker S. Marcus (†) in Wien angefertigt worden ist. Im Gebiete der Korallenriffe vor Mersa Halaib war die Strömung so gering, dass sie mit dem Apparat, der an mehreren Stellen vom verankerten Boote aus versenkt wurde, nicht nachgewiesen werden konnte.

dation von den organischen Substanzen geliefert werden können.

Knapp über dem Meeresgrund waren im östlichen Mittelmeer 53 Stellen auf diese aus organischen Substanzen abspaltbaren Ammoniakmengen geprüft worden, und hatten sich dabei im Mittel $0\cdot08\text{ cm}^3$ Ammoniakgas per l Wasser ergeben. Im Rothen Meer betrug, wieder zunächst abgesehen von dem Gebiete der Korallenriffe vor Mersa Halaïb und von der Suezcanalstrecke, der aus 27 Stellen sich ergebende Durchschnittswerth $0\cdot19\text{ cm}^3$.

Das den Grundschlamm durchsetzende Wasser lieferte im östlichen Mittelmeer nach den für 80 Stellen ausgeführten Bestimmungen durchschnittlich $0\cdot39\text{ cm}^3$ Ammoniak, dagegen im Rothen Meere $1\cdot04\text{ cm}^3$, wie die Untersuchung von 25 Stellen gelehrt hat.

Während der mittlere Ammoniakgehalt, wie sich aus den früher gebrachten Zahlen ergibt, knapp über dem Grunde im Rothen Meer doppelt so gross ist als im östlichen Mittelmeer, zeigt sich der Ammoniakgehalt des Schlammwassers im ersten Meere nur um die Hälfte grösser als in letzterem Meere. Bei der im Laboratorium rasch durchgeführten, in der Natur nur langsam sich vollziehenden Oxydation der daneben vorhandenen organischen Substanzen würde, wenn kein Tiefenwasser durch Strömungen zur Oberfläche gelangte, wo Ammoniakgas in die Atmosphäre entweicht,¹ knapp über dem Grunde in beiden Meeren der Ammoniakgehalt auf etwas mehr als das Dreifache steigen.— Im Schlammwasser würde bei dieser Oxydation der Ammoniakgehalt im

¹ Die relativ reichliche Ammoniakproduktion des Rothen Meeres könnte (Helmholtz jun. »Dämpfe und Nebel« in Ann. d. Phys. u. Chem. N. F. 27, 508 [1886], 32, 1 [1887] und 40, 161 [1890]) in Folge »Störung des chemischen Gleichgewichtes in der Atmosphäre« einerseits zur Entstehung der über diesem Meere meistens herrschenden Trübung der untersten Luftschichten, zum starken Thaufall und zu den räumlich und zeitlich sehr begrenzten Regen- und Gewitterbildungen beitragen, anderseits verhindern, dass sich in den oberen Luftschichten Wasserdampf ansammelt. Die Regenarmuth und der Wüstencharakter der umgebenden Länder würden darnach zum Theil mit jenen aufsteigenden Meeresströmungen zusammenhängen.

östlichen Mittelmeer bis zum Zweieinhalbfachen, im Rothen Meer bis zum vierfachen Betrage wachsen, wenn nicht durch capillar vordringendes Wasser die eine besonders grosse Diffusionsgeschwindigkeit besitzenden Ammoniumsalze aus dem Grundschlamm in die angrenzenden Festlandsmassen und zur Erdoberfläche weggeführt werden würden.

Entsprechend dem grossen Reichthum des Golfes von Suez an organischen Schwimmkörperchen (Plankton) wurden daselbst die grössten Mengen des bei der künstlichen Oxydation aus den organischen Substanzen entstehenden Ammoniaks angetroffen. Das Schlammwasser der Station 145 gab 2·60, das der Station 178 1·95 cm^3 Ammoniak. Diesen grössten Werthen stehen jedoch auch kleinere gegenüber, in einem Falle sank sogar der Werth unter den Durchschnittsbetrag des Rothen Meeres. Je nachdem, ob das Plankton mehr pflanzlicher oder thierischer Natur ist, und je nach dem mit Ort und Zeit wechselnden Grade, bis zu welchem die Körperchen auf dem Meeresgrunde zur Ablagerung gelangen, müssen Mengen und Art der im Wasser des Grundschlammes sich lösenden organischen Substanzen verschieden sein. Die geringen Werthe wurden auf den Stationen 12 und 179 erhalten, im Schlammwasser der ersteren Station 1·14, in dem der letzteren 0·98 cm^3 . Hierbei sei an die oben besprochene relativ geringe Menge und an die fast gleichmässige Vertheilung des fertigen Ammoniaks im Grundwasser des Golfes von Suez erinnert, und jetzt schon hervorgehoben, dass, um dieselbe neue Ammoniakmenge zu liefern, von den organischen Substanzen an den verschiedenen Meeresstellen sehr verschiedene Sauerstoffmengen beansprucht wurden. Im Golfe von Suez lieferte immerhin dasjenige Schlammwasser, welches am meisten Sauerstoff aufzunehmen vermochte, auch das meiste Ammoniak, und gab dasjenige Schlammwasser, welches am wenigsten Sauerstoff beanspruchte, auch am wenigsten Ammoniak. Von den Schlammwässern der Stationen 12 und 178 entwickelte hingegen dasjenige mehr Ammoniak, welches weniger Sauerstoff aufzunehmen vermochte.

In der Hochsee brachte bei der Oxydation das Maximum an Ammoniak, nämlich 1·63 cm^3 , das Schlammwasser der Station 149 hervor, also das einer Stelle ihrer nördlichen Hälfte,

welche sich durch geringen Sauerstoffverbrauch seitens organischer Substanzen auszeichnet. In eben dieser Hälfte liegt ferner die Station 155, deren Schlammwasser 1.14 cm^3 Ammoniak abgespaltet, dabei aber wenigstens unter den Grundwässern dieses Meerestheiles auch am meisten Sauerstoff verbraucht hat. Drei andere, den Mittelwerth übersteigende Mengen von abspaltbarem Ammoniak wurden in der südlichen Meereserweiterung erhalten. 1.30 cm^3 Ammoniak gab die in einer Ausbuchtung des über 500 m tiefen Gebietes gelegene Grundstelle unter Station 95, 1.14 cm^3 die in einer benachbarten Ausbuchtung, ebenfalls unter dem steilen unterseeischen Abhang vor Jambo gelegene Grundstelle unter Station 99, 1.20 cm^3 der durch seine Lage in der Verengung eines trichterartig gestalteten Bodenstückes eine besondere Stellung einnehmende Ort unter Station 72. In zehn von fünfzehn Fällen war bei den Schlammwässern der Hochsee die Menge des abspaltbaren Ammoniaks geringer als der aus allen Schlammwässern sich ergebende Durchschnittswerth von 1.04 cm^3 . 0.98 cm^3 zeigten sich auf der an der Südgrenze des untersuchten Hochseegebietes befindlichen Station 42, 0.94 cm^3 im nordwestlichen Theil der Hochsee auf Station 165, 0.91 cm^3 auf der an der Nordgrenze der Meereserweiterung befindlichen Station 101, 0.81 cm^3 im östlichen Theil des nördlichen Gebietes auf Station 160. Gleich dem auf Station 12 im nördlichsten Theil des Golfes von Suez knapp über dem Grunde angetroffenen Maximum von 0.65 cm^3 war der für die Schlammwässer der Stationen 57 und 85 erhaltene Betrag. Erstere Station liegt im nordwestlichen Theil der Hochseeerweiterung, letztere über dem kleinen, mehr als 2000 m tiefen Gebiet. 0.55 cm^3 lieferte das Schlammwasser der nahe bei Station 165 befindlichen Station 18. 0.49 cm^3 , welcher Betrag knapp über dem Grunde ebenfalls im Golfe von Suez und zwar auf Station 145 erhalten worden ist, ergaben sich sowohl auf Station 46 im Schlammwasser vom unterseeischen Abfall zu dem kleinen Stück des mehr als 2000 m tiefen Meeresgrundes, als auch auf Station 153 im Schlammwasser vom unterseeischen Abhang der den Golf von Akaba trennenden Bodenschwellung. Das Minimum der Hochsee und des Rothen Meeres überhaupt beträgt 0.33 cm^3 und

wurde unter Station 27 nahe der Westküste des nördlichen Hochseetheiles angetroffen.

Im Golfe von Akaba gelangten 6 Grundstellen zur Untersuchung. Für zwei Stellen ergaben sich Werthe, welche zwischen dem Maximum der Hochsee und dem aus allen Bestimmungen an Schlammwässern gezogenen Mittel liegen. An den anderen Stellen waren die Beträge kleiner als dieser Mittelwerth, gingen unter das Minimum des Golfes von Suez herab, übertrafen aber viele der in der Hochsee erhaltenen Werthe. Die kleinsten waren gleich der im Golfe von Suez auf Station 12 erhaltenen Zahl, welche das Maximum der knapp über dem Meeresgrunde abspaltbaren Ammoniakmengen anzeigt. Diese 0.65 cm^3 liessen sich aus den Schlammwässern der Stationen 207 und 216 gewinnen; erstere Stelle liegt am Süden des tiefsten Gebietes, letztere an seinem östlichen Abhang, zu welchem voraussichtlich planktonarmes Wasser aus diesem Gebiete zuströmt. 0.81 cm^3 lieferte das Schlammwasser des Abhanges der Schutthalde von Naueba unter Station 232. Im seichteren nördlichsten Theil des Golfes gab Station 236 0.98 cm^3 , weiter südlich in dem über 900 m tiefen Golftheil Station 230 1.79 cm^3 . Auf Station 219, wo voraussichtlich planktonreiches Wasser aus dem nördlichen Golftheil zuströmt, wurden aus dem Schlammwasser 1.30 cm^3 Ammoniak bei der Oxydation gewonnen.

Von den 27 knapp über dem Meeresgrunde geschöpften und auf die Menge des abspaltbaren Ammoniaks geprüften Wasserproben entfallen 5 auf den Golf von Suez, 19 auf die Hochsee und 3 auf den Golf von Akaba. Im Mittel wurden, wie schon gesagt, 0.19 cm^3 pro l erhalten.

Die grössten Werthe waren wieder dem Golfe von Suez eigen, nämlich die schon erwähnten 0.65 und 0.49 cm^3 der Stationen 12 und 145. Die Zeit der ersteren Station war Ende October, die der letzteren Anfang Februar. Am Ende des Winters wurden auf den diesen Stationen benachbarten Stationen 178 und 179 0.23 und 0.16 cm^3 erhalten, einen Monat später im Bodenwasser der im südlichsten Golftheil gelegenen Station 202 0.20 cm^3 .

In der Hochsee wurden sieben Werthe gefunden, welche grösser sind als die Mittelwerthe sämmtlicher Bodenwässer. Von ihnen betrafen vier den nördlichen Theil der Hochsee, welchem auch das auf Station 114 angetroffene Maximum von $0\cdot26\text{ cm}^3$ angehörte. Von den zwölf kleineren Werthen bezog sich die Hälfte auf den nördlichen Theil, darunter auch der in den Bodenwässern der Stationen 22 und 155 gefundene Minimalbetrag von $0\cdot10\text{ cm}^3$.

Im Golfe von Akaba waren die von den Bodenwässern der Stationen 207, 230 und 238 bei der Oxydation gelieferten Ammoniakmengen ausnehmend klein. Die der beiden ersteren Stationen betragen $0\cdot13$, die der zuletzt genannten $0\cdot10\text{ cm}^3$.

Im 100 *m*-Horizont der Hochsee und des Golfes von Akaba wurden 14 Stellen untersucht. Als Mittel ergab sich der Werth $0\cdot16\text{ cm}^3$, d. h. ein etwas geringerer als in den Bodenwässern. Ferner sind die Schwankungen in den an den einzelnen Stellen bei der Oxydation abspaltbaren Ammoniakmengen noch unbedeutender als bei den Bodenwässern. Als grösster Werth wurde die Zahl $0\cdot20$ auf den Stationen 30, 42, 95, 149 und 165 erhalten, als kleinster Werth die Zahl $0\cdot13$ auf den Stationen 104, 166, 203, 207, 230 und 238.

Das auf Station 153 in 300 *m*, bei 900 *m* Meerestiefe, geschöpfte Wasser gab $0\cdot13$, das auf Station 178 im Golfe von Suez in 20 *m*, bei 45 *m* Meerestiefe, geschöpfte Wasser gab $0\cdot23\text{ cm}^3$ Ammoniak.

Die vier der Meeresoberfläche entnommenen Wasserproben lieferten bei der Oxydation mehr Ammoniak, als das Minimum der Schlammwässer beträgt. Am Nordende des Golfes von Suez gab Station 12 $0\cdot72$, am Südende dieses Golfes Station 16 $0\cdot39$, am Westrand des nördlichen Hochseetheiles Station 26 $0\cdot23$ und am Ostrand des südlichen Hochseetheiles Station 40 $0\cdot49\text{ cm}^3$.

Das Oberflächenwasser der südlichsten Strecke des Suezcanales entwickelte auf Station 10 $0\cdot65$ und das der Wasseranfüllung des Gebietes der ehemaligen Bitterseen auf Station 8 $0\cdot55\text{ cm}^3$. Das auf den Stationen 5 und 7 knapp über dem Grunde dieser Wasseransammlung und des Timsah-sees geschöpfte Wasser lieferte $0\cdot33\text{ cm}^3$, d. h. ebensoviel

als das Minimum der Schlammwässer des Rothen Meeres beträgt.

Im Gebiete der Korallenriffe vor Mersa Halaïb schwankte die bei der Oxydation entstehende Ammoniakmenge zwischen dem Werthe 0·20, welcher beim Bodenwasser der Punkte β und γ , beide in der Bucht zwischen Festland und Riffstreifen, erhalten wurde, und dem Werthe 0·07, welcher dem Oberflächenwasser des Punktes α in der Süd-(Boots-)Einfahrt und dem Wasser zwischen mannshohen Korallenstöcken auf Punkt λ eigen war. —

Es seien im Folgenden die für die beiden Ammoniakarten gefundenen Zahlen so mit einander verglichen, dass für die Glieder der verschiedenen Reihen von Wasserproben angegeben wird, wie vielmal mehr Ammoniak bei der Oxydation der organischen Substanzen entsteht, als schon fertig vorhanden ist.

Von den 25 Schlammwässern lieferten 10 bei der Oxydation doppelt so viel Ammoniak, als darin schon enthalten war. Von den betreffenden Stellen des Meeresgrundes gehört keine dem Golfe von Suez an, sie vertheilen sich über das ganze Gebiet der Hochsee und des Golfes von Akaba, indem sie sich unter den Stationen 18, 27, 42, 57, 85, 95, 99, 160, 207 und 232 befinden. Weniger als das Doppelte des fertig vorhandenen Ammoniaks ergab sich an zwei Stellen, nämlich 1·5mal unter Station 46 und 1·3mal so viel unter Station 216. An der ersteren, am Abhang des kleinen, mehr als 2000 *m* tiefen Bodenstückes gelegenen Stelle war im Vergleich zu den für benachbarte Grundstellen erhaltenen Werthen die Menge des bei der Oxydation entstehenden Ammoniaks auffallend gering, wahrscheinlich deshalb, weil die sich daselbst zu Boden setzenden Schwimmkörperchen, durch (in Form von Spirallinien) verlaufende Strömungen lange Zeit getragen, bereits in hohem Grade der Oxydation unterlegen sind. An der anderen, dem Abhang des tiefsten Gebietes im Golfe von Akaba angehörigen Stelle kommt zu dieser Ursache des Zurücktretens der zweiten Ammoniakart noch der Umstand hinzu, dass dieselbe den übrigen Golfgrund, voraussichtlich wegen geringen Wegdiffundirens von Ammoniaksalzen, in Bezug auf den Reichthum an fertigem

Ammoniak übertrifft. In allen übrigen Fällen gaben die Schlammwässer bei der Oxydation mehr als das Doppelte des bereits darin vorhandenen Ammoniaks. Im südlichen Theil der Hochsee traf sich dies nur zweimal, nämlich auf den Stationen 72 und 101, unter welchen also Ablagerung weniger oxydirter Reste von Pflanzen und Thieren anzunehmen ist. Auf der ersten Grundstelle kann dies durch die trichterartige Umgebung, auf der anderen durch den Umstand bewirkt werden, dass an der Nordgrenze der Meereserweiterung wegen quer über die Meeresbreite setzender Stromschlüsse im Wasser schwebende Körperchen rascher dem Meeresgrunde zugeführt werden. Im nördlichen Theile der Hochsee waren es vier Stellen, und zwar übertraf in bedeutend höherem Grade die Menge des erst bei der Oxydation entstehenden Ammoniaks das bereits vorhandene. Es wurde die vierfache Menge erhalten für die Stationen 153 und 165, die fünffache für Station 155 und die siebenfache für Station 149, wobei höchstwahrscheinlich der Umstand eine Rolle spielte, dass die Untersuchung dieses Meerestheiles am Ende des Winters vorgenommen wurde, sich also in den obersten Wasserschichten wegen niedrigerer Temperatur und geringerer Lichtwirkung die Oxydation darin befindlicher und später zu Boden sinkender organischer Körperchen innerhalb beschränkterer Grenzen gehalten haben dürfte. Eben deswegen zu einer bedeutenderen Ammoniakentwicklung befähigte organische Reste dürften auf dem Grunde des im April untersuchten Golfes von Akaba dort zur Ablagerung gekommen sein, wohin die Wasserströmungen für den raschesten und reichlichsten Transport gesorgt haben. Das Schlammwasser der Station 236 gab bei der Oxydation den 2·5fachen, das der Station 219 den vierfachen und das der Station 230 den siebenfachen Betrag des bereits vorhandenen Ammoniaks. Im Golfe von Suez lieferte von den Schlammwässern der nahe bei einander befindlichen Stationen 12 und 178 das der ersteren Station im Herbst das 2·3fache, das der letzteren Station am Ende des Winters das Fünffache des bereits vorhandenen Ammoniaks. Das Schlammwasser der Station 145 gab das 6·7fache, das der Station 179 das 2·5fache. Station 145 liegt in einer Verengung, 179 in einer Erweiterung des Golfes.

Unter den 27 knapp über dem Meeresgrunde befindlichen Stellen waren 14, an welchen das Wasser bei der Oxydation doppelt so viel neues Ammoniak abgeben konnte, als schon fertig zugegen war. Dieses bei weitem am häufigsten vorgefundene Verhältniss zwischen den beiden Ammoniakarten, welches einem bestimmten Grade der im Meere stattfindenden Oxydation der organischen Reste zu entsprechen scheint, ist in der Hochsee bei den Bodenwässern viel deutlicher als bei den Schlammwässern an die Nähe der Küste geknüpft. Es ist ein Ergebniss sehr lange andauernder Oxydation, insoferne als unter dem Einfluss der Bewegung der gesamten Wassermassen das Tiefenwasser, wenigstens in weiteren Meerestheilen, gegen die Küsten zu gedrängt wird. Von den 14 Stellen dieses Ammoniakverhältnisses im Bodenwasser entfallen 10 auf die Hochsee, nämlich die unter den Stationen 27, 33, 57, 79, 88, 99, 160, 165, 166 und 203. Ebenso wie an diesen, den Küsten zumeist nahen Stellen wurden auch sonst in der Hochsee Boden- und Schlammwasser in Bezug auf das Verhältniss zwischen den beiden Ammoniakarten mehr oder weniger in Übereinstimmung gefunden. Bei den weiten, in der Hochsee für den Transport von organischen Schwimmkörperchen durch Strömungen zur Verfügung stehenden Räumen scheint eben meistens bereits im freibeweglichen Meerwasser die Oxydation so weit vorgeschritten zu sein, dass dann das, was von solchen Schwimmkörperchen auf dem Meeresgrund zur Ablagerung kommt, an das Schlammwasser Ammoniak und organische Substanzen in demselben oder ähnlichen Verhältniss zur Lösung abgibt, als vorher über dem Meeresgrund der Fall gewesen war. Begünstigt wird dies dadurch, dass sowohl die in Form pflanzlicher und thierischer Reste zugeführten organischen Substanzen, als auch das den Schiamm durchsetzende, in tiefere Grund- und in Festlandsmassen capillar eindringende Wasser fortwährend, wenn auch an den einzelnen Grundstellen mit verschiedenen Geschwindigkeiten, sich erneuern.

Nur an einer Bodenstelle der Hochsee, unter Station 46, war, anscheinend wegen der vorausgegangenen langen Berührung der organischen Substanzen mit Meerwasser, die Ammo-

niakbildung bereits so weit vorgeschritten, dass bei der Oxydation mit übermangansaurem Kalium weniger als das Doppelte des bereits vorhandenen Ammoniaks erhalten wurde. Hier, am Abhang des kleinen, mehr als 2000 *m* tiefen Bodestückes ergab nämlich das Bodenwasser nur den 1·6fachen Betrag.

Ein striemenartiges Hinabfliessen von Theilen des an organischen Schwimmkörperchen reichsten Oberflächenwassers in die Tiefen ermöglicht ein Nebeneinander sehr verschiedener Grade bereits eingetretener Oxydation. So gab das Bodenwasser der nahe bei Station 46 gelegenen Station 75 bei der Oxydation an Ammoniak das Fünffache der bereits vorhandenen Menge.

Unter der nahezu in der Mitte der Hochseerweiterung gelegenen Station 72, wo, wie schon öfters hervorgehoben, wegen der gegen das Gebiet grösster Tiefen offenen Form des Meeresbodens eine fortwährende und rasche Ablagerung organischer Schwimmkörperchen zu erwarten ist, war das Bodenwasser, ebenso wie das Schlammwasser, im Stande, 2·3mal so viel Ammoniak zu liefern, als schon da war. Unter Station 101 in der nördlich von der Hochseerweiterung vorhandenen Meeresverengung, wo je nach Richtung und Stärke quer über das Meer setzender Strömungen wechselnde Mengen von organischen Schwimmkörperchen dem Meeresgrunde zugeführt werden können, war der Unterschied zwischen Boden- und Schlammwasser in Bezug auf das Verhältniss der beiden Ammoniakarten zu einander immerhin nur gering, indem das erstere das 2·6fache, das letztere das 2·3fache lieferte.

Unter Station 114, auf der die beiden mehr als 1000 *m* tiefen Gebiete trennenden niedrigen Bodenschwelligung, wo das Bodenwasser bei der Oxydation per *l* mehr Ammoniak ergab als alle anderen Bodenwässer der Hochsee, war die Menge desselben das Vierfache des bereits fertig vorhandenen Ammoniaks. Unter der etwas nördlich davon gelegenen Station 155 und unter der neben den Brüderinseln befindlichen Station 22, wo in den Bodenwässern die Minimalwerthe der Hochsee an abspaltbarem Ammoniak beobachtet worden, war dieses Ammoniak das Dreifache des bereits vorhandenen.

Im nordwestlichsten Theil der Hochsee, wo im Schlammwasser das Verhältniss zwischen dem fertigen und dem erst bei der Oxydation entstehenden Ammoniak grossen Schwankungen unterworfen war, und wo unter Station 149 die Menge des letzteren derart gross war, dass sie das Siebenfache des ersteren betrug, gab das knapp über dem Grunde befindliche, zu verschiedenen Jahreszeiten untersuchte Wasser nur Zwei und Drei als Verhältnisszahlen, Zwei auf den Stationen 165, 166 und 203, Drei auf den Stationen 18 und 149. Anzunehmen, dass in diesem nördlichen Theil der Hochsee und auch sonst bedeutendes Überwiegen des erst bei der Oxydation entstehenden Ammoniaks über das fertige dadurch mit veranlasst worden, dass Theile des letzteren aus dem Grundschlamm durch capillare Wasserbewegung in benachbarte Festlandsmassen gelangt sind, wäre gestattet, wenn auf benachbartem Festland auffallende, durch die Wirkung von Ammoniaksalzen leicht zu erklärende Erscheinungen vorhanden wären. Vielleicht sind solche die später zu besprechenden Eisenoxyd- und Braunsteinvorkommen am Südende der Sinaihalbinsel und an anderen Orten.

Im Golfe von Akaba zeigte sich ein ähnlicher Unterschied zwischen Schlamm- und Bodenwasser in Bezug auf das Ammoniakverhältniss. Im Schlammwasser schwankte dasselbe zwischen den Zahlen 1·3 und 7, für das Bodenwasser wurde auf Station 207 (südlichster Theil der grössten Tiefen und des Golfes) und auf Station 230 (nördlicher Theil der grössten Tiefen) die Zahl 2 und auf Station 238 (nördlichster, immerhin noch über 800 *m* tiefer Theil des Golfes) die Zahl 1·4 gefunden.

In dem an organischen Schwimmkörperchen reichen Golf von Suez sind die Strömungen offenbar viel weniger im Stande, die aus Jahreszeit und Örtlichkeit sich ergebenden Unterschiede im Verhältniss der beiden Ammoniakarten auszugleichen. Dabei ist zu bemerken, dass im Bodenwasser enthaltene organische Substanzen, beziehungsweise die neben ihnen vorhandenen, aus ihnen bereits entstandenen Ammoniakmengen viel eher in Zusammenhang mit der jeweiligen Jahreszeit der Untersuchung gebracht werden können, als das, was davon im Grundschlamm vorhanden ist, wo die Ablagerung in einer vor-

ausgegangenem Jahreszeit stattgefunden hat. 6·5mal soviel Ammoniak entwickelte sich bei künstlicher Oxydation, als schon fertig vorhanden war, im Bodenwasser der Herbst-Station 12, 3·7mal soviel im Bodenwasser der Winter-Station 145 und 2, beziehungsweise 1·6mal soviel in den Bodenwässern der gegen Ende des Winters fallenden Stationen 178 und 179. Erwähnenswerth ist, dass sich also auch hier die Verhältnisszahl Zwei oder eine davon wenig abweichende als Ausdruck des Ergebnisses längere Zeit anhaltender natürlicher Oxydationen oder sonstiger Veränderungen, welche eine Abspaltung von Ammoniak aus den organischen Substanzen des Meeres bewirken, herausgestellt hat.

Dieses Verhältniss, welches besagt, dass bei der Oxydation von organischen Substanzen doppelt so viel Ammoniak neu gebildet wird, als schon vorhanden ist, wurde im 100 *m*-Horizont unter 14 Fällen elfmal angetroffen, und zwar auf den Stationen 30, 33, 42, 95, 153, 160, 166, 203, 207, 230 und 238, von welchen die drei zuletzt genannten dem Golfe von Akaba angehören. Es hat den Anschein, als ob unter dem Einfluss der wirbelartigen Gesamtbewegung der Wassermassen das knapp über dem Grunde befindliche Wasser, welchem besonders an den Rändern des Hochseebeckens dasselbe Verhältniss der beiden Ammoniakarten eigen ist, zu den Meeresträndern emporgedrückt wird, dabei jedoch nur zum kleinsten Theil die eine Abgabe von Ammoniak an die Atmosphäre gestattende Oberfläche erreicht, sondern zumeist unter der Oberfläche, darunter auch in 100 *m* Tiefe, den Mittellinien länglicher Seebecken zuströmt, um in ihrer Nähe wieder unterzutauchen. Einer Beimischung von Wasser aus obersten an organischen stickstoffhaltigen Substanzen reichen Wassertheilen ist es zuzuschreiben, dass auf den im nordwestlichen Theil der Hochsee gelegenen Stationen 149 und 165 aus den in 100 *m* Tiefe geschöpften Wasserproben dreimal so viel Ammoniak bei der Oxydation erhalten wurde, als fertig vorhanden war. Auf Station 104, nahe der Küste nördlich von Ras Benas, wurde viermal so viel, als vorhanden war, gewonnen. Hier am Südeude der geraden, steil zu grossen Tiefen abfallenden afrikanischen Küstenstrecke, längs welcher das Wasser gegen Süden

fließt, ist das 100 *m*-Wasser sehr arm an fertigem Ammoniak, offenbar deshalb, weil grössere Mengen von Oberflächenwasser, welches Ammoniak an die Atmosphäre abgegeben hat, beigemischt sind.

Der Normalwerth Zwei ergab sich ferner auf der im Golfe von Suez gelegenen Station 178 für 20 *m* Tiefe (bei 45 *m* Meerestiefe) und ein nur wenig grösserer, nämlich 2·6, auf der südöstlich vom Eingang in den Golf von Akaba gelegenen Station 153 für 300 *m* Tiefe (bei 900 *m* Meerestiefe).

Das Oberflächenwasser der vor Dschidda befindlichen Station 40 lieferte bei der Oxydation 2·5mal, das der Stationen 16 und 26, von welchen die eine im südlichsten Theil des Golfes von Suez, die andere nahe der Westküste des nördlichen Hochseetheiles liegt, 3mal, das der im nördlichen Theil des Golfes von Suez gelegenen Station 12 3·6mal so viel Ammoniak, als schon fertig vorhanden war.

Das Oberflächenwasser der im südlichsten Theil der Suezcanalstrecke, beziehungsweise im südlichen Theil der Wasserausfüllung des Gebietes der ehemaligen Bitterseen gelegenen Stationen 8 und 10 gab bei der Oxydation 4mal, das auf Station 7 im nördlichen Theil dieser Wasserausfüllung knapp über dem 10 *m* tiefen Grunde geschöpfte Wasser 3mal und das auf Station 5 im Timsahsee knapp über dem 7 *m* tiefen Grunde geschöpfte Wasser 6·6mal so viel Ammoniak, als vorher bei der blossen Destillation. Also auch in dieser Beziehung wich die Suezcanalstrecke nur unbedeutend von dem im Rothen Meer und im Mittelmeer zumeist Gefundenen ab.

Im Korallengebiet vor Mersa Halaïb waren die das Verhältniss zwischen den beiden Ammoniakarten ausdrückenden Zahlen grossen Schwankungen unterworfen. 7mal so viel Ammoniak, als schon da war, bildete sich bei der Oxydation im Oberflächenwasser des Punktes δ , welcher, als an der Westseite der kleinen nördlich vom Riffstreifen befindlichen Sandinsel gelegen, vor dem aus dem offenen Meer zuströmenden Wasser so weit geschützt ist, dass sich in seinem seichten Wasser von Organismen abstammende stickstoffhaltige Substanzen in Lösung und in feiner Suspension anhäufen können. Der Umstand, dass durch die Brandung, welche das Entwei-

chen von Ammoniak in die Atmosphäre, aber auch Oxydation befördert; rund um die kleine Insel vom seichten Grund und vom flachen Strand Organismen oder Reste von Organismen abgerissen werden, erhöht offenbar auch vor den drei anderen Seiten der Insel die Menge des erst bei der künstlichen Oxydation entstehenden Ammoniaks bedeutend über das Normale; die betreffenden Oberflächenwässer gaben 5mal mehr davon, als fertig vorhanden war. Die Strömungsverhältnisse in dem durch den Riffstreifen gebildeten hafenartigen Becken, beziehungsweise die durch sie in der Oberflächenmitte fortwährend veranlassten Anhäufungen von frischen, noch wenig oxydirten, organischen Schwimmkörperchen dürften die Ursache sein, dass das Oberflächenwasser auf Punkt γ bei der Oxydation das Fünffache, auf den Punkten α und ϑ hingegen nur das Doppelte von dem bereits oder noch vorhandenen Ammoniak lieferte. Unter der Oberfläche waren in diesem hafenartigen Becken die Unterschiede in den Verhältnisszahlen geringer. Die auf den Punkten β und γ knapp über 6 und 40 *m* tiefem Grunde geschöpften Wasserproben gaben die Zahl Drei, die auf Punkt ι knapp über 21 *m* tiefem Grunde geschöpfte Wasserprobe gab die Zahl Zwei. In dem durch seine Klarheit ausgezeichneten Wasser zwischen den einzelnen Korallenriffen erwies sich die Menge des erst bei der Oxydation entstehenden Ammoniaks überhaupt und besonders auch im Vergleich zu dem vorhandenen als ausnehmend klein. Das in der buchtartigen Vertiefung am Westrand des südlichen Theiles des Riffstreifens auf Punkt μ knapp über 3 $\frac{1}{2}$ *m* tiefem Grunde geschöpfte Wasser gab nur 1·4mal so viel von dem ersteren Ammoniak als von dem letzteren. Bei dem auf Punkt λ zwischen Korallenstöcken knapp über 2 *m* tiefem Grunde geschöpften Wasser waren die beiden Ammoniakmengen gleich gross. In der Süd-(Boots-)Einfahrt zeigte, wie schon oben gesagt, das Oberflächenwasser der Station α , welches höchstwahrscheinlich einige Zeit früher zwischen eben solchen Korallenstöcken in dem hier besonders breiten Riffstreifen verweilt hatte und daraus durch die ganz langsame, direct nicht wahrnehmbare Strömung fortgeführt worden war, unter allen vor Mersa Halaib untersuchten Wasserproben den grössten

Gehalt an fertigem Ammoniak. An stickstoffhaltigen organischen Substanzen war es derart arm, dass bei der Oxydation relativ ein Minimum von Ammoniak, nur 0·7 des vorhandenen entstanden. —

Ein weiteres Interesse, besonders deshalb, weil sich diesbezüglich bereits ein theilweiser Gegensatz zwischen östlichem Mittelmeer und Marmara-Meer herausgestellt hat, bietet das Verhältniss zwischen der bei Oxydation mit übermangansaurem Kalium entstehenden Ammoniakmenge zu der bei solcher Oxydation von den organischen Substanzen aufgenommenen Sauerstoffmenge. Einerseits deutet dieses Verhältniss an, ob die in Wasserproben enthaltenen organischen Substanzen mehr pflanzlichen oder thierischen Ursprungs sind und ob sie bereits, in Lösung oder während des Zubodensinkens, beziehungsweise Vertragenwerdens organischer Schwimmkörperchen, mehr oder weniger der Stickstoff als Ammoniak abspaltenden Oxydation unterlegen sind. Andererseits gibt dieses Verhältniss einen Anhaltspunkt zur Beurtheilung der Frage, ob speciell im Meeresgrund bei fortschreitender Oxydation der organischen Substanzen wegen reichlicher Bildung von Ammoniak Fällung von im Meerwasser gelösten Mineralbestandtheilen oder wegen reichlicher Bildung von Kohlensäure und von nicht alkalisch oder sogar sauer reagirenden organischen Substanzen, als Zwischenproducten der Oxydation, Lösungsprocesse zu erwarten sind.

Ebenso wie in der Abhandlung über das Marmara-Meer sei das Verhältniss in Zahlen ausgedrückt, welche angeben, wie viele Moleküle Sauerstoff aufgenommen werden, wenn bei der Oxydation der organischen Substanzen ein Molekül Ammoniak entsteht.

Im Marmara-Meer bleibt durch lange Zeit dasselbe Wasser wegen seines geringen specifischen Gewichtes oben auf, ferner ist fast die ganze südliche Hälfte dieses Meeres weniger als 100 *m* tief, Verhältnisse, welche die überwiegende Bildung pflanzlichen Planktons begünstigen. Das, was in der tiefen Meereshälfte an organischen Schwimmkörperchen auf dem Grunde abgelagert wird, ist ferner wegen des langen Vertragenwerdens durch Strömungen schon derart der Oxyda-

tion unterlegen, dass dort nur mehr wenig Ammoniak entstehen kann. Im Schlammwasser der grössten Tiefe (1356 *m*) kamen 30, in dem geringerer Tiefen 20 Moleküle Sauerstoff auf 1 Molekül Ammoniak.

Im östlichen Mittelmeer hielt nur an einzelnen Stellen das Schlammwasser solche organische Substanzen in Lösung, dass bei ihrer Oxydation 30 und sogar etwas mehr Moleküle Sauerstoff bei Bildung je eines Moleküles Ammoniaks aufgenommen wurden. Es war dies der Fall vor der afrikanischen Küste im Westen von Alexandrien, wo, nach der Art der Vertheilung von Brom und Jod zu schliessen, hauptsächlich Algen, also Theile von pflanzlichem Plankton zur Ablagerung kommen, dann stellenweise vor der syrischen Küste und im Süden von Kleinasien, wo die an den Grund gelangenden organischen Schwimmkörperchen bereits eine weitgehende Oxydation erlitten haben können, nämlich dort, wo sie vorher von Strömungen durch die ausgedehnten Räume des östlichsten Theiles des Mittelmeerbeckens getragen worden sind. Am weitesten vorgeschritten war die Ammoniakabspaltung bewirkende Oxydation bei jenen organischen Substanzen, welche im Schlammwasser zwischen den Inseln Rhodus und Karpatho (zwischen Kreta und Kleinasien) enthalten waren. Hier kamen bei der künstlichen Oxydation 37 Moleküle Sauerstoff auf 1 Molekül Ammoniak. Hier und an einigen anderen Stellen des östlichen Mittelmeeres war von der im Meeresgrunde selbst verlaufenden Oxydation so viel Ammoniak geliefert worden, dass bei der künstlichen Oxydation weniger Ammoniak erhalten wurde, als schon fertig vorhanden war. Etwas Derartiges ist besonders dort möglich, wo in höherem Grade als sonst das den Grundschlamm durchsetzende Wasser stagnirt, in geringerem Masse von benachbarten Festlandsmassen angesaugt wird, und dort, wo nur wenige organische Schwimmkörperchen zur Ablagerung kommen. Zwischen Kreta und Kleinasien führen Strömungen aus dem östlichsten Theil des Mittelmeerbeckens in das Ägäische Meer, bringen stark oxydirte organische Schwimmkörperchen mit und verhindern wegen grösserer Geschwindigkeit der Wasserbewegung in den engen Meeresstrassen mehr oder weniger die Ablagerung die-

ser Schwimmkörperchen. Auch in der zwischen Cap Malea, der Südostspitze von Griechenland und der Insel Cerigo, gelegenen Meeresstrassé dürfte die im Vergleiche zum Sauerstoffverbrauch nur geringe Menge von Ammoniak, welche sich bei der Oxydation bildet, darauf zurückzuführen sein, dass die raschere Strömung einem reichlichen Zubodensinken organischer Schwimmkörperchen entgegenarbeitet.

Sonst kamen im Schlammwasser des östlichen Mittelmeeres immer weniger als 30 Moleküle Sauerstoff auf 1 Molekül Ammoniak. In einer grossen Anzahl von Fällen waren weniger als 20 Moleküle Sauerstoff erforderlich, und zeigten sich auch hier wieder mit der Lage, beziehungsweise mit Strömungserscheinungen zusammenhängende Unterschiede, z. B. im jonisch-afrikanischen Meere, wo das Schlammwasser bei der Oxydation viel Ammoniak abgab, und wo das Minimum an dazu nothwendigem Sauerstoff, nämlich 4 Moleküle auf 1 Molekül Ammoniak, angetroffen wurde. Nur in der Mitte dieses rundlichen Theilbeckens des östlichen Mittelmeeres, in einem Gebiet grösster, fast 4000 *m* betragender Tiefen und am nördlichen Rand dieses Theilbeckens, und zwar in Fortsetzung der Westküste der Adria, wo die Strömung aus der Adria heräusführt, kamen ungefähr 20 Moleküle Sauerstoff auf 1 Molekül Ammoniak:

Was das Rothe Meer betrifft, so waren sowohl im Schlammwasser als auch im freibeweglichen Meerwasser ausnehmend kleine Sauerstoffmengen erforderlich, um bei der Oxydation der organischen Substanzen Ammoniak zu liefern.

Im Schlammwasser entfielen im Maximum 15 Moleküle Sauerstoff auf 1 Molekül Ammoniak, und zwar auf Station 27, also vor der gerade verlaufenden und steil zu grossen Tiefen abfallenden Westküste, nördlich von Ras Benas. Das entlang derselben gegen Südsüdosten strömende Wasser enthält weniger neue organische Schwimmkörperchen, und deshalb solche, welche stark oxydirt sind, bevor sie sich auf dem Meeresgrund ablagern. Im nordwestlichen Theil der Hochsee, aus welchem diese Strömung kommt, würden in den Schlammwässern der nahe bei einander liegenden Stationen 18 und 165 nur 12 und

6 Moleküle Sauerstoff auf 1 Molekül Ammoniak verlangt. Der erstere Werth, ein Zeichen, dass die organischen Substanzen vor ihrer Ablagerung oder an der betreffenden Stelle des Meeresgrundes bereits eine ziemlich weitgehende Oxydation erfahren haben, wurde am Schluss des Sommers, der letztere Werth, welcher die Möglichkeit einer bedeutend reichlicheren Ammoniakentwicklung anzeigt, gegen Ende des Winters gefunden. Das Analoge drückt sich im Golfe von Suez darin aus, dass im Herbst auf Station 11 10 und im Winter auf den Stationen 145 und 178 5 Moleküle Sauerstoff aufgenommen wurden, wenn ein Molekül Ammoniak entstand. Auf der mehr in der Mitte der Golflänge gelegenen Station 179 waren auch im Winter 9 Moleküle Sauerstoff erforderlich. Sowie hier, wegen des verschiedenen Grades der Zufuhr und wegen der verschiedenen Art der zugeführten organischen Substanzen, zur selben Jahreszeit an nahe bei einander gelegenen Stellen sehr verschiedene Sauerstoffmengen zur Bildung gleicher Ammoniakmengen beansprucht wurden, zeigte sich dies auch im Golfe von Akaba und in der Hochsee. In ersterem wurde der, an einer Stelle der Hochsee sich wiederholende Minimalbetrag von 4 Molekülen auf Station 230 angetroffen. Noch etwas weiter im Norden des Golfes ergaben sich auf Station 238 7 Moleküle, welche auch am Südende des Gebietes grösster Tiefen auf Station 207 nothwendig waren. Am unterseeischen Abhang von Naueba waren es auf Station 232 9 Moleküle. Was endlich die beiden einander gegenüber liegenden Stationen 216 und 219 anbelangt, so wurden auf ersterer, welche vor der hier bis an das Meer herantretenden arabischen Gebirgsmasse gelegen ist, 8 Moleküle Sauerstoff in Anspruch genommen, auf letzterer hingegen, in deren Nähe zwischen dem Gebirge der Sinaihalbinsel und dem Strande ein Streifen Sandwüste liegt, nur 5 Moleküle, wohl deshalb, weil aus ihrem Grundschlamm der Oxydation unterlegene Theile der organischen Substanzen in Folge reichlicheren capillaren Aufsteigens von Wasser in benachbarte Festlandsmassen rascher weggeführt werden.

In der Hochsee wurde der Minimalbetrag von 4 Molekülen im Schlammwasser der ihrem nördlichen Theil angehörenden

Station 149 gefunden; nahebei zeigte sich auf Station 153 der Betrag von 10 Molekülen. Vor der Ostküste des nördlichen Hochseetheiles ergaben sich auf Station 155 6 und auf Station 160 8 Moleküle. Ebenfalls 8 Moleküle Sauerstoff waren in den Schlammwässern der Stationen 42, 72, 85 und 101, welche in dem südlichen, eine Meereserweiterung darstellenden Theil der Hochsee oder an seinen Grenzen liegen, erforderlich. In diesem Hochseetheil ergaben von vier anderen Stellen des Grundes zwei einen etwas geringeren und zwei einen etwas grösseren Werth für den bei der Bildung von Ammoniak aus den organischen Substanzen des Schlammwassers aufnehmbaren Sauerstoff. Auf den Stationen 95 und 99, vor der arabischen Küste bei Jambo, beziehungsweise unmittelbar vor dem dortigen breiten Streifen von Korallenriffen kamen 6 und 7, auf der über dem sanften Abfall des nordwestlichen Theiles der Meereserweiterung gelegenen Station 57 11 und auf der über dem Abfall zum kleinen, mehr als 2000 *m* tiefen Gebiet gelegenen Station 46 14 Moleküle Sauerstoff auf ein Molekül Ammoniak.

Für das knapp über dem Meeresgrunde befindliche Wasser schwankten die Verhältnisszahlen fast genau innerhalb derselben Grenzen wie für das Schlammwasser, doch vertheilten sich die Werthe in einer Anzahl von Fällen in einer anderen Weise. Sowohl das Maximum als das Minimum der erforderlichen Sauerstoffmengen gehören dem südlichen Theil der Hochsee an. Es kamen nämlich im Bodenwasser der Station 33 14 und in dem der Station 88 2 Moleküle Sauerstoff auf 1 Molekül Ammoniak. Der Umstand, dass viele Stellen des schlammigen Grundes der Hochsee mit Steinplatten bedeckt sind, also ein Eindringen des Belknap-Lothes in den Schlamm und somit eine Gewinnung von Schlammwasser verhindern oder erschweren, brachte es mit sich, dass von diesen Stationen, sowie von zwei anderen in diesem Hochseetheil befindlichen die auf das Schlammwasser bezüglichen Zahlen nicht vorliegen. Diese anderen sind die Stationen 75 und 79, für deren Bodenwässer 9 und 7 Moleküle Sauerstoff erforderlich waren, um bei der künstlichen Oxydation je 1 Molekül Ammoniak zu liefern. Von fünf Stellen dieses Hochseetheiles konnten sowohl für Schlamm- als für Bodenwasser die entsprechenden

Werthe gewonnen werden. In einem Falle, nämlich auf Station 57, stimmten die Zahlen vollkommen, in drei anderen Fällen fast vollkommen überein. In den Bodenwässern der Stationen 46, 72 und 99 wurden nämlich 11, 6 und 9 und in den Schlammwässern derselben Stationen 14, 8 und 7 Moleküle Sauerstoff verlangt. Auf der am Nordrande der Meereserweiterung gelegenen Station 101 war der Unterschied grösser, indem im Bodenwasser 12, im Schlammwasser 8 Moleküle auf 1 Molekül Ammoniak kamen. In der Hochsee wurde nur noch auf Station 27, vor der Westküste des nördlichen Theiles eine grössere Differenz zwischen Boden- und Schlammwasser, nämlich die zwischen den Zahlen 8 und 15, gefunden. Die bedeutende Länge der Strecken, welche die organischen Schwimmkörperchen, von Strömungen getragen, im Becken der Hochsee zurücklegen können, bevor sie auf dem Meeresgrunde abgelagert werden, bringt es offenbar mit sich, dass zumeist bereits im freibeweglichen Meerwasser die Oxydation zu einem gewissen Abschluss gelangt. Was sich dann im Schlammwasser von derart veränderten Körperchen auflöst, kann in Bezug auf das Verhältniss zwischen der bei weiterer Oxydation aufnehmbaren Sauerstoffmenge und der dabei abspaltbaren Ammoniakmenge mehr oder weniger mit dem übereinstimmen, was sich in dem knapp über dem Grunde befindlichen Wasser von den mitgeführten Schwimmkörperchen gelöst hat oder darin in ganz feiner Vertheilung suspendirt ist. Im nördlichen Theil der Hochsee war diese Übereinstimmung an zwei Stellen, nämlich unter den Stationen 18 und 165 vollkommen, an drei anderen Stellen fast vollkommen. Es kamen in den Bodenwässern der Stationen 149, 155 und 160 5, 8 und 7, in den Schlammwässern derselben Stationen 4, 6 und 8 Moleküle Sauerstoff auf ein Molekül Ammoniak. Auf den Stationen 22, 114, 166 und 203 wurde nur das knapp über dem Grunde befindliche Wasser untersucht. Die erhaltenen Werthe, nämlich 10, 5, 4 und 3 Moleküle Sauerstoff auf ein Molekül Ammoniak reihen sich an jene an, welche sich bei Schlammwässern auf benachbarten Stationen und zur selben Jahreszeit ergeben haben.

Auf Station 202, welche in der den Haupteingang zum Golfe von Suez bildenden Jubalstrasse liegt, wurden für das über dem 72 *m* tiefen Grunde befindliche Wasser, ebenso wie für das über dem 878 *m* tiefen der am Aussenrand dieser Strasse gelegenen Station 203 nur 3 Moleküle Sauerstoff als zur Bildung von 1 Molekül Ammoniak erforderlich gefunden. Im nördlichsten Theil des Golfes von Suez hatte die Untersuchung des Schlammwassers von Station 12 gezeigt, dass bei der Oxydation 11 Moleküle Sauerstoff auf 1 Molekül Ammoniak kamen. Im Bodenwasser derselben Station waren nur 4 Moleküle Sauerstoff nothwendig. Auf den drei anderen Stationen des Golfes 145, 178 und 179 ergab das Bodenwasser immer 7 Moleküle Sauerstoff auf 1 Molekül Ammoniak. Auf den beiden ersteren Stationen verlangte das Schlammwasser 5 und auf der zuletzt genannten 9 Moleküle Sauerstoff. Auf Station 178 erforderte das aus 20 *m* Tiefe geschöpfte Wasser 6 Moleküle.

Im Golfe von Akaba zeigte sich auf Station 207, am Südeude des Gebietes der grössten Tiefen ein analoger Unterschied wie auf Station 12 des Golfes von Suez. Im Schlammwasser kamen 7, im Bodenwasser nur 3 Moleküle Sauerstoff auf 1 Molekül Ammoniak. Auf der am Nordende des Golfes gelegenen Station 238 herrschte Übereinstimmung zwischen Schlamm- und Bodenwasser, auf Station 230 erforderte das letztere 7 Moleküle, während das erstere nur 4 beansprucht hatte.

In 100 *m* Tiefe waren die Schwankungen in der Grösse der Verhältnisszahl zwischen dem von den organischen Substanzen beanspruchten Sauerstoff und dem abspaltbaren Ammoniak noch geringer. Auf Station 95 ergaben sich 11, auf den Stationen 30, 33, 42 und 104 9 Moleküle Sauerstoff auf 1 Molekül Ammoniak. Diese Stationen gehören der südlichen Hälfte der Hochsee an. In der nördlichen Hälfte waren auf Station 160 7, auf Station 149 6; auf den Stationen 153 und 165 5, auf Station 166 4 und auf Station 203 3 Moleküle Sauerstoff zur Bildung von einem Molekül Ammoniak erforderlich. Auf Station 153 bedurfte das in 300 *m* Tiefe geschöpfte Wasser 7 Moleküle Sauerstoff. Im 100 *m*-Horizont des Golfes

von Akaba kamen unter Station 238 7 unter Station 230 5 und unter Station 207 3 Moleküle Sauerstoff auf 1 Molekül Ammoniak.

Schliesslich sind noch einige Werthe für seichtes Wasser und für Oberflächenwasser anzuführen.

Auf Station 5, im Timsahsee der Suezcanalstrecke, kamen in dem knapp über 7 *m* tiefem Grunde geschöpften Wasser 5, auf Station 7, in der Wasserausfüllung des Gebietes der ehemaligen Bitterseen, in eben solchem Wasser 6, auf Station 8, im südlichen Theil dieser Wasseransammlung, im Oberflächenwasser, sowie auch auf Station 10 im Oberflächenwasser der südlichsten Canalstrecke 3 von organischen Substanzen beanspruchte Sauerstoffmoleküle auf 1 bei der Oxydation entstehendes Ammoniakmolekül.

Auf den am Nord- und Südende des Golfes von Suez gelegenen Stationen 12 und 16 ergab die Untersuchung des Oberflächenwassers 4 und 5 Moleküle Sauerstoff, während sich 8 Moleküle, als in Beziehung zu 1 Molekül Ammoniak stehend, sowohl im Oberflächenwasser der Station 26, im nördlichen Theil der Hochsee, als auch in dem der Station 40 vor Dschidda herausstellten.

In dem Gebiet der Korallenriffe vor Mersa Halaïb schwankte diese Verhältnisszahl zwischen 6 und 15. 6 Moleküle Sauerstoff erforderten zur Bildung von 1 Molekül Ammoniak die Oberflächenwässer der Punkte η und ϑ , ersterer am Nordende der kleinen Sandinsel in der Nähe der nördlichen Einfahrt nach Mersa Halaïb, 7 Moleküle das Oberflächenwasser des Punktes γ im hafenartigen Wasserbecken zwischen Festlandsküste und dem Riffstreifen; 8 Moleküle ergaben sich für das nahebei auf Punkt β über 6 *m* tiefem Grunde geschöpfte Wasser, 9 Moleküle für das auf Punkt γ über 40 *m* tiefem Grunde geschöpfte Wasser. 10 Moleküle stellten sich für fünf Stellen heraus, nämlich für die Wasseroberfläche der Punkte α , δ , ϵ und ζ , sowie für das Wasser knapp über 21 *m* tiefem Grunde unter Punkt ι . 11 Moleküle Sauerstoff kamen auf 1 Molekül Ammoniak im Oberflächenwasser der südlichen (Boots-)Einfahrt nach Mersa Halaïb und in der Vertiefung an der Westseite des südlichen Rifftheiles ($3\frac{1}{2}$ *m*). Auf Punkt λ zwischen grossen Korallen-

stöcken aus 2 *m* Tiefe geholtes Wasser nahm bei der Oxydation der organischen Substanzen 15 Moleküle Sauerstoff auf und lieferte dabei 1 Molekül Ammoniak.

Salpetrige Säure.

Wie die Untersuchungen im östlichen Mittelmeer und im Marmara-Meer gelehrt haben, kann sich die unter Mitwirkung von Mikroorganismen in den finsternen Meerestiefen bei der Oxydation organischer Substanzen entstandene salpetrige Säure nur dort zu grösseren Mengen (als Salz gebunden) ansammeln, wo die Durchmischung der über einander befindlichen Wasserschichten gering ist. Denn in den obersten, dem Sonnenlichte zugänglichen Schichten verschwindet die salpetrige Säure wieder, ihren Stickstoff pflanzlichen Organismen zur neuen Bildung organischer Substanzen oder zur Bildung von Ammoniak abgebend. —

Auf der Strecke des Suezcanals wurden zehn Wasserproben auf salpetrige Säure geprüft. Es waren die Oberflächenwässer der Stationen 1, 4, 5, 6 und 10, die Wässer aus 5 *m* der Stationen 1 und 5 und die Bodenwässer der Stationen 1, 5 und 7 aus 9, 7 und 10 *m* Tiefe. Keine von diesen Proben gab, mit Schwefelsäure und Jodzinkstärkelösung versetzt und dann zwei Stunden lang stehen gelassen, eine Färbung. Auf Station 1, noch im Hafen von Port Said, u. zw. in seinem südlichen, für Kriegsschiffe bestimmten Theil, zeigte sich zwischen dem Oberflächenwasser und dem Wasser aus 5 *m* Tiefe einerseits und dem Bodenwasser anderseits insoferne ein ganz kleiner Unterschied, als bei der Prüfung der beiden ersteren Proben auch bei sechsständigem Stehenlassen keine Reaction eintrat, während die letztere Wasserprobe hiernach ein kaum merkliches Violett aufwies.

Etwas Ähnliches, nämlich, dass bei Gegenwart von grossen Mengen organischer Substanzen schon wenige Meter unter der Wasseroberfläche Spuren von (während der Nächte entstandener) salpetriger Säure vorhanden sind, ergab sich im Gebiete der Korallenriffe vor der afrikanischen Küste bei Mersa Halaïb. Auf dem ganz nahe bei dem primitiven Molo

und bei der kleinen ägyptischen Soldatenniederlassung gelegenen Punkt β , knapp über 6 *m* tiefem Meeresgrund geschöpftes Wasser gab nach einer Stunde keine Färbung, nach zwei Stunden eine Spur Violett,¹ nach 24 Stunden ein ziemlich starkes Violett. Auf dem vom Strande entfernteren Punkt γ gab das knapp über dem 40 *m* tiefen Grunde geschöpfte Wasser auch bei 24stündigem Stehenlassen mit Jodzinkstärke und Schwefelsäure keine Reaction auf salpetrige Säure. In dem schmäleren, südlichen Theil des hafenartigen Beckens zwischen der Festlandsküste und dem Riffstreifen enthielt das auf Punkt ι knapp über 21 *m* tiefem Boden geschöpfte Wasser wieder eine, zwar kaum nachweisbare Menge von salpetriger Säure, indem sich bei der Prüfung darauf nach zwei Stunden keine Färbung, nach 24 Stunden eine Spur Violett eingestellt hat. Auf Punkt λ zwischen Korallenstöcken aus 2 *m* Tiefe emporgeholt Wasser zeigte auch nach 24 Stunden keine Reaction, während auf dem benachbarten Punkt μ , welcher mit dem tieferen Wasser im hafenartigen Becken in freier Verbindung steht, die knapp über dem $3\frac{1}{2}$ *m* tiefen Boden geschöpfte Probe nach zwei Stunden keine Färbung, nach 24 Stunden eine Spur Violett hervorrief.

Bei den, dem offenen Meere entnommenen Wasserproben wurde in den meisten Fällen nach Zugabe von Schwefelsäure und Jodzinkstärkelösung im Maximum nach zwei Stunden auf den eventuellen Eintritt einer Reaction geachtet. War keine eingetreten, so wurde auf den Nachweis vielleicht vorhandener, ganz geringer Spuren verzichtet, und der Gehalt des betreffenden Wassers an salpetriger Säure »gleich Null« bezeichnet.

Die geringe Tiefe des Golfes von Suez, d. h. der Umstand, dass das Sonnenlicht bis an seinen Grund reicht, bringt es mit sich, dass in diesem Golfe, mit Ausnahme des südlichsten Theiles, in welchen etwas Tiefenwasser aus der Hochsee durch die Jubalstrasse einzudringen vermag, keine oder fast keine salpetrige Säure angetroffen wurde. »Gleich Null« ergab sich im Oberflächenwasser der Stationen 12 und

¹ Nach der in dem Abschnitt über die »Untersuchungsmethoden« besprochenen willkürlichen Scala war der Gehalt an salpetriger Säure gleich 1.

16, ferner sowohl im Boden- als im Schlammwasser der Stationen 12 und 145 (bei 48 und 62 *m* Meerestiefe). Das auf Station 145 knapp über dem Boden geschöpfte Wasser wies, mit Schwefelsäure und Jodzinkstärke Lösung versetzt, auch nach sechs Stunden keine Färbung auf, jedoch nach 24 Stunden ein ganz schwaches Violett, während das durch Filtriren des Belknap-Loth-Inhaltes gewonnene Schlammwasser nach 24 Stunden keine Reaction anzeigte. Auch dies stimmt mit den im östlichen Mittelmeer, selbst für bedeutend grössere Tiefen gemachten Erfahrungen, welche darauf hindeuten, dass wohl wegen Lichtabsorption auf der Decke des Meeresgrundes in der dem Loth zugänglichen obersten Schicht des Grundschlammes der Gehalt an salpetriger Säure hinter dem des knapp über dem Grunde befindlichen Wassers zurücksteht. Auf der im südlichsten Theil des Golfes gelegenen Station 202, in der Nähe des steilen unterseeischen Abhanges des Hochseebeckens wurde in 20 *m* Tiefe eine ganz geringe Menge von salpetriger Säure (gleich 1) nachgewiesen, knapp über dem 73 *m* tiefen Grunde eine etwas grössere Menge (gleich 5).

In der Hochsee ergab die Prüfung des Oberflächenwassers auf den Stationen 18, 26 und 40 Null. Aus 100 *m* Tiefe wurden 38 Wasserproben untersucht. Davon enthielten 19 Null, 18 die ganz geringe Menge 1 und eine die wenig grössere Menge 2. In der Verengung des Hochseebeckens auf der Höhe von Ras Benas, wo eine lebhaftere Durchmischung der über einander befindlichen Wasserschichten, ein stetes Hinabgelangen von Wassermassen, welche in den obersten Schichten unter dem Einfluss des Sonnenlichtes, beziehungsweise von Pflanzen ihres eventuellen Gehaltes an salpetriger Säure beraubt worden, zu erwarten ist, wurde durchaus Null gefunden, nämlich unter den Stationen 30, 67, 69, 99, 101, 102, 104 und 119. Dementsprechend war auch im Süden der Meereserweiterung, in der Höhe von Dschidda unter den Stationen 42 und 88 Null. In der Meereserweiterung wurden unter den gegen die Küsten zu gelegenen Stationen 47, 73, 76, 79 und 95, infolge des Hindrängens von Theilen des Tiefenwassers, geringe Mengen von salpetriger Säure, allerdings nur gleich 1, angetroffen. In der Mitte der Meeres-

erweiterung, wo ein spiralförmiges Untertauchen von Theilen des Wassers der obersten Meeresschichten und auch ein unmittelbarer Zufluss von gegen die Meeresränder emporgestiegenem Tiefenwasser zu erwarten ist, hat sich unter den Stationen 33, 71 und 72 Null, unter der Station 75 die Menge 1 ergeben. Im nördlichen Theil der Hochsee zeigte sich in 6 von 19 Fällen Null, und zwar unter den Stationen 18, 110, 114, 125, 129 und 255. Davon liegen 125, 129 und 255 auf jener Seite von Inseln, nämlich den der Ortschaft El Wedsch und dem Serm Habban vorgelagerten Inseln, den Brüderinseln, den Inseln Tiran und Senafir, auf welcher die Strömungsverhältnisse, beziehungsweise die von den Inseln wegfließenden tieferen Meerwassermassen ein Hinabsinken von Theilen des benachbarten Oberflächenwassers in Aussicht stellen. 110 und 114 liegen über oder neben der niedrigen Bodenschwellung, welche die beiden mehr als 1000 *m* tiefen Grundgebiete trennt, einer Meeresverengung ähnlich wirkt, d. h. eine raschere Durchmischung der Wasserschichten begünstigt. Bei 110, welche über einer unterseeischen Bucht liegt, kommt noch dazu, dass das vorüberströmende Tiefenwasser, ähnlich wie bei den Inseln, ansaugend auf Theile des benachbarten Oberflächenwassers, auch auf das der unterseeischen Bucht wirken kann. Das Fehlen der salpetrigen Säure unter 18 kann auf die Nähe der Insel Scheduan zurückgeführt werden, wenn man annimmt, dass, wenigstens zur Zeit der Probeentnahme, nämlich im Herbst, Wassermassen der Hochsee an der Südspitze der Sinai-Halbinsel vorbei gegen die Insel Scheduan und dann über die Stellen unter Station 18 hinaus fließen. Im Winter, wo der Spiegel des Rothen Meeres steigt, wo bei Suez die Strandlinie eine um ca. 1 *m* grössere Höhe als im Sommer erreicht, konnte bei verstärktem Drängen des Hochsee-Tiefenwassers zu den Meeresrändern auf der neben 18 befindlichen Station 166 in 100 *m* Tiefe salpetrige Säure, wenn auch nur gleich 1, gefunden werden.

Auf das Eindringen von etwas Tiefenwasser in den südlichsten Theil des Golfes von Suez wurde schon oben das Vorkommen von salpetriger Säure, gleich 5, über 73 *m* tiefem Grunde (1. April) zurückgeführt. Im Übrigen dürfte die

ziemlich regelmässige Form eines kurzen Troges, welche dem Becken der Hochsee nördlich von den Brüderinseln eigen ist, die gleichmässige Beimischung von Tiefenwasser zum 100 *m*-Horizont bewirken, welche sich darin äussert, dass hier über die ganze Meeresbreite der Werth 1 gefunden wurde, nämlich unter den Stationen 131, 136, 149, 151, 155, 156, 160, 165 und 203. Nur unter Station 153, nahe dem Abhang des den Golf von Akaba von der Hochsee trennenden unterseeischen Höhenrückens, zeigte sich ein etwas grösserer Gehalt an salpetriger Säure, gleich 2. Hierher kann Tiefenwasser reichlicher emporsteigen. In dem Hochseegebiet südlich von den Brüderinseln schieben sich über unregelmässig gestalteten Meeresgrund zwischen die schon angeführten Orte ohne salpetrige Säure unter den Stationen 113 und 128 Wassermassen mit einem Gehalt gleich 1 ein.

Während im 100 *m*-Horizont der Hochsee als Maximum der Werth 2, und zwar nur einmal gefunden wurde, ergab sich im 100 *m*-Horizont des Golfes von Akaba siebenmal der Werth 6. In Übereinstimmung mit der Hochsee wurde nur in dem regelmässig trogartig gestalteten Theil des Beckens, welcher auch hier der nördlichste Theil ist, eine gleichmässige Zumischung von Tiefenwasser bemerkt. Es war dies unter den Stationen 234, 236, 238 und 241; wo immer der Werth 6 gefunden wurde, der Fall. Unter der zuletzt genannten, neben dem Inselchen Faraûn gelegenen Station war die Menge 5 im 10 *m*-Wasser und selbst noch im Oberflächenwasser vorhanden. Derselbe Werth 5 wurde in 100 *m* Tiefe auf den noch dem nördlichen, gleichmässig tiefen Golftheil angehörenden Stationen 227 und 230 erhalten. Etwas weiter südlich beginnt das über 1000 *m* tiefe Gebiet und damit auch ein Durcheinander verschiedener Gehalte an salpetriger Säure. Die Menge 6 wurde unter den Stationen 219, 221 und 225 angetroffen, welche, wie die Karte IV zeigt, nahe der Küste und etwas ausserhalb der 1000 *m*-Tiefenlinie gelegen sind, so dass zu ihnen Tiefenwasser reichlich emporgeschoben werden kann. Die Menge 5 ergab sich unter Station 220, die Menge 4 unter Station 209, die Menge 3 unter Station 215, die Menge 2 unter Station 232, die Menge 1 unter den Stationen 207 und 212.

Hieran anschliessend sei noch bemerkt, dass auf Station 250 im Oberflächenwasser, sowie auch im 10 *m*-Wasser der Werth 2 und im Oberflächenwasser der Station 252 Null gefunden wurde. — Das Emporkommen von Tiefenwasser an sich, noch mehr der Umstand, dass es an benachbarten Stellen fehlt und vorhanden ist, muss Störungen der Niveaufläche des Meeres oder von Meerestheilen verursachen.

Was das knapp über dem Grunde befindliche Wasser betrifft, so wurden manchmal etwas grössere Werthe für den Gehalt an salpetriger Säure als im 100 *m*-Horizont vorgefunden, doch war oft, weil eben auch schon für die Verhältnisse des 100 *m*-Horizontes die Gestaltung des Meeresgrundes von Einfluss ist, eine Übereinstimmung wahrzunehmen.

In der Hochsee wurden 36 knapp über dem Grunde geschöpfte Wasserproben (Bodenwässer) auf salpetrige Säure geprüft. 16 davon gaben Null, 12 den Werth 1, sechs den Werth 2 und zwei den Werth 5; fast nirgends wurde also Wasser angetroffen, das lange genug in den finsternen Meerestiefen verweilt hatte, um halbwegs bedeutende Mengen von salpetriger Säure entstehen zu lassen.

Ebenso wie im 100 *m* Horizont zeigte sich »Null« auch knapp über dem Grunde hauptsächlich in der Verengung der Hochsee und über unregelmässig geformtem Meeresgrunde, in welchen beiden Fällen die Durchmischung der Wasserschichten besonders rasch verläuft, so dass nach und nach alle Theile des Tiefenwassers in die oberste Schicht gelangen, daselbst ihres eventuellen Gehaltes an salpetriger Säure beraubt werden. Das striemenförmige Wegfliessen von derartigem Wasser oder das Untertauchen von Theilen des Wassers der obersten Schichten überhaupt bringt es mit sich, dass ab und zu auch in salpetrige Säure hältigen Gebieten des Bodenwassers auf Stellen gestossen wurde, welche frei von salpetriger Säure waren. Solche Stellen fanden sich unter den Stationen 27, 79, 88, 149 und 255. Der ungleichmässigen Gestaltung des Meeresgrundes, beziehungsweise der Nähe von Inseln, ist es zuzuschreiben, dass sich unter den Stationen 114, 125 und 129 Null ergab. In der Meeresverengung und in dem angrenzenden Theil der Meereserweiterung ergab sich Null in

den Bodenwässern der Stationen 33, 67, 69, 70, 72, 99 und 101, sowie im 500 *m*-Wasser der Station 55. Der Umstand, dass an vielen dieser Stellen der Sauerstoffgehalt bedeutend verringert war, zeigt, um wie viel langsamer die Bildung der salpetrigen Säure erfolgt, als der Verbrauch des Sauerstoffes, ja dass beide als nahezu unabhängig von einander betrachtet werden können. Übrigens spricht Vieles dafür, dass von der Meeresoberfläche aus die Zerstörung der salpetrigen Säure in bedeutend grössere Tiefen hinabreicht, als die Sauerstoffproduction, beide wahrscheinlich zum Theil durch verschiedene Arten pflanzlicher Organismen veranlasst. In der Meereserweiterung wurde von salpetriger Säure die Menge 1 im Bodenwasser der Stationen 46, 47, 55, 57, 75, 85 und 95, die Menge 2 im Bodenwasser der Stationen 44, 73 und 76 gefunden. Im nördlichen Theil der Hochsee ergab sich der Werth 1 im Bodenwasser der Stationen 113, 120, 128, 131 und 166, sowie im 600 *m*-Wasser der Station 136 und im 400 *m*-Wasser der Station 151, der Werth 2 im Bodenwasser der Stationen 155, 156 und 203, der Werth 4 im 300 *m*-Wasser der Station 153, der Werth 5 im Bodenwasser der Stationen 160 und 165. Es ist wahrscheinlich, dass der etwas grössere Gehalt des Tiefenwassers im nördlichen Theil der Hochsee im Vergleich zu dem im Tiefenwasser des südlichen Theiles gefundenen mit dem Umstand zusammenhängt, dass der nördliche Theil im Winter untersucht wurde, wo weniger Sonnenlicht in die Meerestiefen gelangt.

Wenn im Golf von Akaba das Tiefenwasser einen noch bedeutenderen Gehalt an salpetriger Säure aufwies, so dürfte dies zum Theil daher rühren, dass die Untersuchung am Ende des Winters stattgefunden hat, während dessen die Bildung der salpetrigen Säure in reichlicherem Maasse vor sich gegangen ist, zum Theil daher, dass wegen der grossen Tiefe und Schmalheit dieses Golfes die Hauptmasse des Wassers trotz seiner Bewegung längere Zeit in der Tiefe verweilt. Dabei ist wieder an die Unabhängigkeit von dem Betrage des Sauerstoffverbrauches, der hier wegen der geringeren Mengen von vorhandenen organischen Substanzen sehr hinter dem in den Tiefen der Hochsee beobachteten zurück-

bleibt, zu erinnern. Sowie im 100 *m*-Horizont würde ein gleicher oder fast gleicher Gehalt an salpetriger Säure in dem durch seinen fast ebenen Boden ausgezeichneten nördlichen Theil des Golfes gefunden. Der Werth 6 ergab sich im Bodenwasser der Stationen 227, 230, 238 und 241, der Werth 7 im Bodenwasser der Station 236 und der Werth 5 in dem der Station 232. Auf den beiden, an der Nordgrenze des mehr als 1000 *m* tiefen Gebietes gelegenen Stationen 221 und 225 wurde im Bodenwasser die Menge 7 angetroffen. In der südlichen Hälfte des Golfes waren die Schwankungen im Gehalte des Tiefenwassers an salpetriger Säure viel grösser. Die Menge 6 wurde im Bodenwasser der Station 219 gefunden, die Menge 5 im Bodenwasser der Stationen 207, 212 und 214, sowie im 500 *m*-Wasser der Station 220, die Menge 4 im Bodenwasser der Stationen 209, 213 und 215, die Menge 2 im Bodenwasser der Station 250, die Menge 1 im Bodenwasser der Stationen 216 und 252.

Was das, die oberste Schicht des Grundschlammes durchdringende, mit dem Belknap-Loth emporgeholte und dann durch Filtration gewonnene Wasser betrifft, so stimmte in der Hochsee sein Gehalt an salpetriger Säure ganz oder fast ganz mit dem des jeweilig knapp über dem Meeresgrund befindlichen, freibeweglichen Wassers überein. Null wurde auf den Stationen 27, 72, 99, 101, 114, 119, 125, 129 und 131, die Menge 1 auf den Stationen 55, 57, 85, 95, 128, 149, 155, 160 und 165, die Menge 2 auf den Stationen 42, 46 und 153, die Menge 4 auf Station 18 gefunden. Dabei sei erwähnt, dass ebenso wie bei den Schlammwässern des östlichen Mittelmeeres die von Jodzinkstärkelösung und Schwefelsäure veranlasste Färbung, falls sie zu gering war, um ein deutliches Blau erkennen zu lassen, sehr oft (wegen Gegenwart organischer Substanzen) anstatt blauviolett rothviolett erschien.

In dem an salpetriger Säure relativ reichen Golf von Akaba wies das Schlammwasser nirgends den Werth Null auf, immer trat aber die im Schlammwasser enthaltene Menge hinter der im Wasser knapp über dem Grunde befindlichen zurück; derart, dass sie sich mit der im Schlammwasser der Hochsee gefundenen in Übereinstimmung zeigte. Es

ergab sich nämlich die Menge 1 auf den Stationen 207, 212, 230 und 232, die Menge 2 auf den Stationen 209, 219 und 236, die Menge 4 auf Station 215. Es scheint sich hier mit dem Grundwasser ähnlich zu verhalten wie im östlichen Mittelmeere. Wenn über einem kleinen Gebiet des Grundes das freibewegliche Wasser einen anderen Gehalt an salpetriger Säure aufweist als über der Hauptfläche des Grundes, so kann wegen capillarer Weiterbewegung von Wasser gegen die Küsten hin doch auch für das Schlammwasser jenes kleinen Gebietes der Gehalt des Wassers im grossen Gebiet, hier der des Schlammwassers der benachbarten Hochsee massgebend sein. Im Golfe von Akaba und in der Hochsee würde, vorausgesetzt, dass das Bodenwasser grössere Mengen von salpetriger Säure enthält, nur dort der Gehalt des Schlammwassers daran etwas zunehmen, wo benachbartes Festland besonders wenig geeignet ist, ansaugend auf das Grundwasser und damit ausgleichend auf seinen Gehalt an salpetriger Säure zu wirken. Bei Station 215 treten die arabischen Felsberge bis an das Ufer des Golfes von Akaba heran. Station 18 liegt neben dem aus sehr dichtem Gestein bestehenden östlichen Theil der Insel Scheduan.

Brom.

In Übereinstimmung mit dem Ocean sind im östlichen Mittelmeere durchschnittlich 0·07 g Brom auf 1000 g Wasser gefunden worden. Nur vor der afrikanischen Küste im Westen von den Nilmündungen, wo während des Sommers im vorbeiströmenden Wasser in den obersten Meeresschichten durch freischwimmende Algen eine bedeutende Wegnahme von Brom und Jod aus Salzen des Meerwassers stattfindet, hat sich eine starke Verringerung des Bromgehaltes gezeigt, indem im Minimum 0·036 g Brom in 1000 g Wasser vorhanden waren.

Im Herbst das diesmalige Arbeitsgebiet erreichend, wurde sofort das Wasser des Golfes von Suez und das der Hochsee auf eine etwa eingetretene Verringerung des Bromgehaltes geprüft.

Sowohl das Oberflächenwasser der Station 12, als auch das Oberflächen- und das 10 m-Wasser der Station 18 enthielten

in 1000 g 0·068 g Brom. Es hatte also keine auffallende Änderung des Bromgehaltes stattgefunden. Die überall vor sich gehende Wasserbewegung, beziehungsweise die durch dieselbe bewirkte Durchmischung der übereinander befindlichen Wassermassen ist eben einer reichlichen Entwicklung von brom- und jodaufspeichernden Algen hinderlich.

In Verfolgung eines in der III. Abhandlung (1893) über das östliche Mittelmeer ausgesprochenen Gedankens wurde das Wasser im Gebiete der Korallenriffe von Mersa Halaib auf seinen Bromgehalt untersucht. Bei der den Korallenstöcken eigenthümlichen Symbiose von Pflanzen und Thieren¹ kann es geschehen, dass durch die Bildung von brom- und jodhaltigen organischen Verbindungen,² d. h. durch die Wegnahme von Brom und Jod aus Salzen des Meerwassers die Abscheidung von Metallionen als Metalloxyde³ vielleicht unter Mitwirkung organischer Säuren oder als Carbonate von Calcium und Magnesium erleichtert wird. Eine Verringerung des Bromgehaltes wurde thatsächlich nachgewiesen. Als Minimum ergab sich ein Gehalt von 0·051 g Brom auf 1000 g Wasser unter Punkt λ zwischen grossen Korallenstöcken knapp über 2 m tiefem Grunde. 0·054 g enthielt das Oberflächenwasser des durch die kleine Sandinsel im Norden des Riffstreifens und durch Aussenriffe vor raschem Wasseraustausch mit dem offenen Meere geschützten Punktes δ, 0·06 g sowohl das unter Punkt τ im nördlichen Theile des hafentartigen Beckens zwischen Festland und Korallenstreifen knapp über 21 m tiefem Grunde befindliche Wasser als auch das Oberflächenwasser des Punktes ζ am Süden des Riffstreifens. Dass der Betrag der Verringerung des Bromgehaltes vor der afrikanischen Küste im Westen von den Nilmündungen grösser war als im Riffgebiet vor Mersa Halaib ist verständlich. Dort sind es viele kleine Algen, welche das Wasser freischwimmend durchsetzen und

¹ Brandt, Archiv für Physiologie. Jahrg. 1882, S. 147 etc.

² Darüber unter Anderem: Hundeshagen »Zeitschr. f. angewandte Chemie.« Jahrg. 1895, S. 473, Drechsel Z. f. Biolog. 33, 85 und die Arbeiten von Baumann.

³ Nach Forchhammer enthalten einzelne Korallenarten Silber, Blei und Kupfer.

so diesem grössere Mengen von Brom entziehen können, als es hier geschieht, wo das Wasser zumeist ungemein klar ist und sein Brom vorwiegend an die schleimigen Hüllen der Korallenstöcke abgeben mag.

Auf der Strecke des Suezcanales, wo ebenfalls durch Algen oder vielleicht durch Auslaugung früher (vor Eröffnung des Suezcanales) vorhanden gewesener Salzablagerungen der Bromgehalt des Wassers eine Änderung erfahren haben konnte, wurden zwei Stellen daraufhin untersucht. Auch hier musste auf die Bestimmung des quantitativ kaum verfolgbaren Jod verzichtet werden. Der das Gebiet der ehemaligen Bitterseen ausfüllenden Wasseransammlung wurde auf Station 6 eine Probe von der Oberfläche und auf Station 7 eine knapp über 10 *m* tiefem Grunde entnommen. Die erstere wies 0·097, die letztere 0·101 *g* Brom in 1000 *g* auf. Der Mehrbetrag, gewöhnlichem Meerwasser gegenüber, entspricht dem nicht sehr bedeutend vergrösserten Salzgehalt überhaupt. Bezieht man die gefundenen Brommengen auf die in denselben Wasserproben vorhandenen Chlormengen, so zeigt sich eine nahezu vollkommene Übereinstimmung mit dem Oceanwasser. Dieses enthält auf 100 Theile Chlor 0·34 Theile Brom, das Oberflächenwasser der Station 6 0·305 und das Bodenwasser der Station 7 0·31 Theile Brom.

Schwefelsäure und Chlor.

Wegen der raschen Ausführbarkeit der maassanalytischen Bestimmung von Schwefelsäure und Chlor wurde eine grosse Zahl von Wasserproben auf ihren Gehalt an diesen beiden Salzbestandtheilen untersucht.

Beim gewöhnlichen Meerwasser, als welches trotz etwas grösserer specifischer Gewichte auch die Wassermassen des Mittelländischen und Rothen Meeres betrachtet werden können, schwankt der Schwefelsäuregehalt nur unbedeutend um den Werth 3 *g* SO₄ in 1000 *g* Wasser. Als normaler Gehalt gelten 2·9—3·1 *g* SO₄.

In der Hochsee des Rothen Meeres wurden 2 Wasserproben von der Oberfläche, 8 Wasserproben aus Zwischentiefen, 14 knapp über dem Grunde geschöpfte Bodenwässer und

21 Schlammwasser-Proben geprüft. Fast alle ergaben obigen normalen Gehalt. Nur im Bodenwasser der Station 128 und in den Schlammwässern der Stationen 125 und 128 wurde etwas mehr, nämlich je 3.13 g und in den Schlammwässern der Stationen 46 und 57 etwas weniger, nämlich 2.82 und 2.77 g SO_4 in 1000 g gefunden. Die unbedeutende Vergrößerung des Schwefelsäuregehaltes könnte durch im Grundschlamm sich abspielende Diffusionsvorgänge, die unbedeutende Verringerung durch Abscheidung basischer Sulfate von Thonerde und Eisenoxyd im Grundschlamm bedingt sein.

Auf eine Aufspeicherung von Schwefel in Organismen kann die auch nur kleine Verringerung des Schwefelsäuregehaltes zurückgeführt werden, welche sich im Gebiete der Korallenriffe vor Mersa Halaïb herausstellte. Von sieben Stellen wies daselbst nur eine einen normalen Gehalt auf, nämlich 2.92 g SO_4 in 1000 g Wasser. In einem anderen Falle betrug der Gehalt 2.87 , in vier Fällen 2.77 und in einem Falle 2.72 g SO_4 .

Im Golfe von Akaba wurden zwei Wasserproben aus 100 m , fünf knapp über dem Grunde geschöpfte und zehn Schlammwasserproben untersucht. Es hat sich immer ein normaler Gehalt, nur schwankend zwischen 2.92 und 3.08 g SO_4 , ergeben.

Im Golfe von Suez gelangten zwei Oberflächenwässer, ein 20 m -Wasser, drei Bodenwässer und vier Schlammwässer zur Untersuchung. Hier, wo der Salzgehalt ein wenig grösser ist, schwankte der Schwefelsäuregehalt zwischen den Werthen 2.97 und 3.13 .

Auf der Strecke des Suezcanales stammten acht Proben von der Wasseroberfläche, drei aus 5 m Tiefe und waren drei knapp über 7 bis 10 m tiefem Grunde geschöpft worden. Entsprechend dem wechselnden Salzgehalt, welcher im Hafen von Port Said (Station 1) durch Beimischung von Nilwasser stark verringert, sonst in sehr verschiedenem Maasse erhöht ist, schwankte auch der Schwefelsäuregehalt sehr bedeutend. Unter Station 1 nahm der Gehalt von der Oberfläche bis zum Grunde stark zu, ohne den für gewöhnliches Meerwasser charakteristischen zu erreichen. Das Oberflächenwasser enthielt

nämlich in 1000 *g* 1·97 *g*, das 5 *m*-Wasser 2·30 *g* und das Boden- (9 *m*-) Wasser 2·78 *g* SO₄. Im Oberflächenwasser der südlich vom Mensaleh-See gelegenen Station 4 waren schon 3·71 *g*, also mehr als in gewöhnlichem Meerwasser vorhanden. Im kleinen Timsah-See, in welchen durch den Süßwasser-canal etwas Nilwasser gelangt, drückte sich die Zunahme des Salzgehaltes von der Oberfläche bis zum Grunde darin aus, dass das Oberflächenwasser 3·83, das 5 *m*-Wasser 4·21 und das Boden- (7 *m*-) Wasser 4·26 *g* SO₄ aufwies. Im nördlichen breiten Theil der Wasseransammlung auf dem Gebiete der ehemaligen Bitterseen wurden noch etwas höhere und weniger schwankende Werthe erhalten. Die Untersuchung des Oberflächenwassers ergab 4·32, die des 5 *m*-Wassers 4·26 und die des Boden- (10 *m*-) Wassers 4·47 *g* SO₄. In dem südlichen, schmäleren Theil dieser Wasseransammlung war der Salzgehalt und damit der Schwefelsäuregehalt des Oberflächenwassers wegen Einfließen von neuem Wasser aus dem Rothen Meere wieder geringer. Auf Station 8 wurden nämlich 4·11 und auf Station 9 3·76 *g* SO₄ gefunden. In der südlichsten, ausgebagerten Canalstrecke, bereits nahe bei Suez, war das Oberflächenwasser der Station 10 nur wenig reicher an Salz als gewöhnliches Meerwasser; es wies 3·28 *g* SO₄ in 1000 *g* auf. —

Um zu erfahren, ob durch, im Schlamm des Meeresgrundes vor sich gehende Diffusionserscheinungen das Verhältniss zwischen Chlor und Schwefelsäure auch nur annähernd eine so bedeutende Änderung erfahren hat, wie es sich im östlichen Mittelmeere in den einzelne Gebiete und Stellen des Grundschlammes membranartig bedeckenden, einige Millimeter bis Centimeter dicken Steinkrusten herausgestellt hat,¹ wurde in allen Wasserproben nicht nur die Schwefelsäure, sondern auch das Chlor bestimmt.

Im gewöhnlichen Meerwasser kommen auf 100 Theile Chlor ungefähr 14 Theile SO₄.

In der wässerigen Flüssigkeit eines aus dem Ägäischen Meere stammenden Steinkrustenstückes hatté auf dem

¹ Chemische Untersuchungen im östlichen Mittelmeer, IV. Abhandlung (Schlussbericht) 1894.

Meeresgrunde eine derartige Anhäufung von wasserlöslichen schwefelsauren Salzen stattgefunden, dass auf 100 Theile Chlor etwas mehr als 33 Theile SO_4 vorhanden waren.

Ebensowenig als im Mittelmeer und im Marmara-Meer zeigte im Rothen Meer das den Grundschlamm selbst durchsetzende Wasser eine nennenswerthe Änderung des Verhältnisses zwischen Chlor und Schwefelsäure. In der dem Lothe zugänglichen obersten Schicht des Grundschlammes wird durch die capillare Weiterbewegung des Wassers in den tieferen Schichten des Schlammes und in den angrenzenden Festlandsmassen eine so rasche Erneuerung des Wassers bewirkt, dass es in Bezug auf die Salzbestandtheile den Charakter des gewöhnlichen Meerwassers nicht oder fast nicht verliert.

In den Schlammwässern, welche von 34, sich auf die Hochsee und die beiden Golfe von Suez und Akaba vertheilenden Stellen herrührten, kamen auf 100 Theile Chlor 11·7—14·3 Theile SO_4 . In den 23 knapp über dem Grunde geschöpften Wasserproben schwankte die Anzahl der SO_4 -Theile zwischen 12·5 und 14·1. Bei den 15 der Meeresoberfläche oder den oberen Meeresschichten entnommenen Wasserproben bewegen sich die gefundenen Verhältnisszahlen zwischen 12·61 und 14·32, bei den sieben Wasserproben aus dem Gebiet der Korallenriffe von Mersa Halaïb, wo sich eine kleine Verringerung des Schwefelsäuregehaltes ergeben hat, zwischen 12·03 und 12·89, endlich bei den 14 Wasserproben der Suezcanalstrecke zwischen 12·61 und 14·11.

Weitere Bestandtheile der Wasserproben.

Weisen schon die zahlreichen an Bord zur Orientirung ausgeführten maassanalytischen Bestimmungen von Schwefelsäure und Chlor auf die in allen Theilen des Rothen Meeres und auch der Suezcanal-Strecke, wegen des steten durch Strömungen veranlassten Wasseraustausches mit dem Ocean vorhandene, vollkommene oder fast vollkommene Constanz der Zusammensetzung des gelösten »Salzes« hin, so ergibt sich diese Constanz noch deutlicher aus einer Reihe gewichtsanalytischer Bestimmungen, welche in Wien vorgenommen wurden.

Die erhaltenen Werthe seien in der Art in Beziehung zum specifischen Gewicht der einzelnen Wasserproben gebracht oder, besser gesagt, behufs Vergleichung von diesem specifischen Gewicht unabhängig gemacht, dass aus letzterem mittelst des für Meerwasser üblichen Coëfficienten der Salzgehalt berechnet und dann als Theile von diesem die einzelnen Beträge angegeben werden.

Um Procente Salzgehalt zu bekommen, wurde das auf 17.5° C. reducirte specifische Gewicht um 1 verringert und mit dem Coëfficienten 131 multiplicirt.

Nach Dittmar's Analysen der »Challenger« Proben kommen auf 100 Theile des so berechneten Salzes im Oceanwasser: 55.29 Theile Cl, 7.69 Theile SO_4 , 0.21 Theile CO_3 , 0.19 Theile Br, 30.59 Theile Na, 3.72 Theile Mg, 1.20 Theile Ca und 1.11 Theile K. 100 Theile Meeressalz liefern beim Abrauchen mit Schwefelsäure und Glühen 119.49 Theile Sulfatrückstand.

Für zehn Wasserproben aus dem Rothen Meere wurde, um zu erfahren, ob die gelösten Salze in demselben Mengenverhältniss zu einander stehen wie im Oceanwasser und im Mittelmeer, die möglichst genaue Bestimmung des Sulfatrückstandes, des Calcium und des Kalium gewählt. Es waren dies: das Oberflächenwasser der unmittelbar vor den Korallenriffen bei Dschidda an der arabischen Küste gelegenen Station 40, dann das Loth-(Schlamm-)Wasser der vor dem gegenüberliegenden afrikanischen Ufer befindlichen Station 44, dann die knapp über 40 und $3\frac{1}{2}$ *m* tiefem Grunde innerhalb des Korallenstreifens vor Mersa Halaïb auf den Schöpfstellen γ und η genommenen Proben, dann das in der Hochseeerweiterung auf Station 85 knapp über 2160 *m* tiefem Grunde geschöpfte Wasser, dann das 400 *m*-Wasser der im nordöstlichen Theil der Hochsee gelegenen Station 151, dann das Schlammwasser der im nördlichsten Theil des Golfes von Suez gelegenen Station 178, dann das 20 *m*-Wasser der näher der Mitte der Golfänge gelegenen Station 179, dann das Schlammwasser der im südlichen Theil des Golfes von Akaba gelegenen Station 209 und endlich das im nördlichsten Theil dieses Golfes auf Station 236 knapp über 874 *m* tiefem Grunde geschöpfte Wasser.

Für diese Wasserproben schwankt die Zahl, welche angibt, wie viele Theile Calcium in 100 Theilen des aus den specifischen Gewichten berechneten Gesamtsalzes enthalten sind, zwischen den Werthen 1·17 und 1·18, diejenige, welche die Theile Kalium angibt, zwischen den Werthen 1·02 und 1·28, und diejenige, welche angibt, wie viele Theile Sulfatrückstand von 100 Theilen Gesamtsalz geliefert werden, zwischen den Werthen 118·96 und 119·76.

Der Reichthum des Rothen Meeres an Korallen und Muschelthieren kann also den Kalkgehalt seines Wassers nur ganz unbedeutend verringern. Im Übrigen haben sich ebenso oder fast ebenso unbedeutende Schwankungen der einzelnen Werthe im östlichen Mittelmeer bei Bestimmung der Fehlergrenzen durch wiederholtes Analysiren der gleichen Wasserproben und bei der Analyse von Wasserproben, welche in wenigen Metern Entfernung von einander geschöpft worden waren, gezeigt. Sie fallen demnach innerhalb der Fehlergrenzen oder bewegen sich wenig ausserhalb derselben.

Von der Strecke des Suezcanales wurden vier Wasserproben gewichtsanalytisch auf den Salzgehalt und auf die Zusammensetzung des Salzes untersucht, und zwar wurden zur Beurtheilung der Constanz der Zusammensetzung auch Natrium und Magnesium herangezogen.

Die Proben waren: Das Oberflächenwasser der in der nördlichen ausgebagerten Canalstrecke gelegenen Station 4, das im Timsahsee knapp über 7 Meter tiefem Grunde geschöpfte Wasser, das in der Wasseransammlung auf dem Gebiete der ehemaligen Bitterseen auf Station 7 knapp über 10 *m* tiefem Grunde geschöpfte Wasser und das ebenda, jedoch im südlichen Theil auf Station 9 geschöpfte Oberflächenwasser.

In den drei zuerst genannten Proben war der Calciumgehalt im Verhältniss zum Salzgehalt etwas grösser als im gewöhnlichen Meerwasser, anscheinend desshalb, weil die betreffenden Wassermassen Gelegenheit gehabt haben, auf dem Grunde einzelner Theile der Canalstrecke Gyps aufzulösen. In der Umgebung von Ismailia waren vor dem Jahre 1869 bei der Herstellung des Canalbettes grosse Blöcke von krystallisiertem Gyps aus dem Wüstenboden ausgehoben und Gyps-

lagen blossgelegt worden. Bei der auf Station 7 in der Wasseransammlung auf dem Gebiete der ehemaligen Bitterseen vorgenommenen Lothung konnten Stückchen von Gypskrystallen heraufgefördert werden.

Wie gering die so veranlasste Zunahme des Calciumgehaltes ist, und dass im Übrigen die Zusammensetzung des im Wasser des Suezcanales gelösten Salzes mit der des gewöhnlichen Meersalzes übereinstimmt, ergibt sich daraus, dass, bezogen auf 100 Theile des aus den specifischen Gewichten berechneten Gesamtsalzes 30·32—30·68 Theile Natrium, 3·60—3·81 Theile Magnesium, 1·19—1·26 Theile Calcium, 1·04—1·11 Theile Kalium und 119·06—119·32 Theile Sulfatrückstand kamen.

Was das Mengenverhältniss des über alle Meere sich so constant erhaltenden Salzgemisches zu Wasser (H_2O) betrifft, so sei daran erinnert,¹ dass der Salzgehalt im Ocean 3·5—3·7% beträgt, in den Polarmeeren bis 3·2 und an der Oberfläche noch mehr sich verringern. Im Mittelmeerwasser sind 3·8—3·9, im Wasser des Rothen Meeres 3·9—4·1% Salz. In der Wasseransammlung des Gebietes der ehemaligen Bitterseen steigt der Salzgehalt bis 5·8%.

Wie weit in Bezug auf den Hauptbestandtheil des Salzgemisches diese Salzgehalte von der Sättigung, von der Möglichkeit, dass am Grunde der Wasseransammlungen Salzabscheidung stattfindet, entfernt sind, ergibt sich daraus, dass eine gesättigte Chlornatriumlösung 26% Salz enthält.

Untersuchung der Grundproben.

Die Sauerstoffmengen, welche von den einzelnen, mit destillirtem Wasser gewaschenen, vorher eventuell gepulverten Grundproben vermöge ihres Gehaltes an organischen Substanzen und an Eisenoxydulverbindungen aus einer kochenden alkalischen Lösung von übermangansaurem Kalium aufgenommen wurden, bewegten sich innerhalb derselben Grenzen, wie bei den Grundproben des östlichen Mittelmeeres.

¹ Allgemeine Erdkunde. I. Theil, von J. Hann, S. 237 (1896).

Im östlichen Mittelmeere hatten sich die grössten Werthe bei Grundproben vom unterseeischen Abfall der syrischen Küste ergeben, wo von der Nordküste Afrikas her durch Strömungen fortgetragene organische Schwimmkörperchen beim Umbiegen dieser Strömungen gegen Norden abgelagert werden; im Rothen Meere zeigten sich die grössten Werthe im Golfe von Suez, welcher wegen seiner geringen Tiefe zu reichlicher Entwicklung des Pflanzen- und Thierlebens, sowie zur baldigen Ablagerung von schwimmenden, abgestorbenen Organismen besonders geeignet ist.

Die beiden Maximalwerthe betragen 0.8 g Sauerstoff auf 100 g der lufttrockenen Grundproben, des gelblich-grauen Schlammes der Station 12 und des grauen Schlammes der Station 145. Einen wenig kleineren Werth ergab die dritte aus dem Golfe von Suez stammende Grundprobe, der hellgraue Schlamm der Station 179, welcher 0.72% Sauerstoff aufnahm.

Die in der Hochsee und im Golfe von Akaba gefundenen Beträge sind bedeutend geringer.

Was die Hochsee betrifft, so schwankten die Werthe zwischen 0.08 und 0.4% , wobei im Mittel 0.25% aufgenommen wurden.

Grösser als dieser Mittelwerth war der Betrag der Sauerstoffaufnahme in folgenden Fällen, welche in der Reihenfolge des abnehmenden Sauerstoffverbrauches angeführt sind. Am meisten Sauerstoff nahm von Hochsee-Grundproben der hellgelbliche Schlamm der Station 27, südlich von Koseir auf, wo der unterseeische Abhang der afrikanischen Küste etwas vorspringt, sich der Strömung, welche von der Mündung des Golfes von Suez gegen Süden gerichtet ist, entgegenstellt, so dass mitgeführte organische Schwimmkörperchen zur Ablagerung gelangen können. Fast ebensoviel Sauerstoff vermochten die Proben lehmartigen Schlammes von den Stationen 42 und 46 aufzunehmen, beide an der Südgrenze der Meereserweiterung zwischen Ras Benas und Dschidda. Dann folgt der röthlich-gelbliche Schlamm von Station 153, d. h. von dem Abhang der Hochsee und Golf von Akaba trennenden unterseeischen Bodenschwellung, hierauf der lehmartige Schlamm der Station 33, welche mehr in der Mitte der Meereserweiterung zwi-

schen Ras Benas und Dschidda gelegen ist, endlich der lehmartige Schlamm der Station 101 an der Nordgrenze dieser Meereserweiterung.

Genau der Mittelwerth wurde bei der Untersuchung des lehmartigen Schlammes der Station 155 vor der Ostküste des nördlichen Hochseetheiles erhalten. Weniger Sauerstoff als dem Mittelwerth entspricht, wurde aufgenommen von folgenden Grundproben: von einem leicht zerreiblichen Stückchen, von einem rothbraunen Gesteinstücke und von einem hellbraunen Steinkrustenstücke der Station 86 im Gebiet der grössten Tiefen, vom dunkelrothbraunen Schlamm der benachbarten Station 85, von grauen Steinkrustenstückchen der Stationen 33 und 86 und von hellbraunen Steinkrustenstücken der Station 86, welche letztere das Minimum verbrauchten. Es sind diese Ergebnisse in Übereinstimmung mit denen der Wasseruntersuchung. Insbesondere bei dem Gebiete der grössten Tiefen hat es sich ja gezeigt, dass durch die Wasserströmungen die organischen Schwimmkörperchen über den Meeresgrund hinweggeführt werden können.

Im Golfe von Akaba schwankte die aus übermangansaurem Kalium aufnehmbare Sauerstoffmenge zwischen 0·08 und 0·468 $\%$. Das Maximum ergab sich im bräunlichen Schlamm der Station 236, welche im nördlichen seichteren Theil des Golfes liegt. Von den einander gegenüber liegenden Stationen 219 und 216 lieferte die erstere, gegen welche die Strömung aus dem nördlichen Golftheil gerichtet ist, einen Schlamm, der 0·32 $\%$ Sauerstoff aufnahm, die letztere, zu welcher die Strömung aus dem südlichen, zumeist mehr als 1000 *m* tiefen Golftheil führt, einen Schlamm, der das Minimum an Sauerstoff verbrauchte. Der röthlich-bräunliche, aus 1077 *m* Tiefe stammende Schlamm der am Süden des Golfes gelegenen Station 207 verbrauchte wenig mehr Sauerstoff, nämlich 0·10 $\%$. —

Auch die immer nur ganz kleinen Ammoniakmengen, welche in den mit destillirtem Wasser gewaschenen Grundproben fertig, d. h. in einer durch Kochen mit Wasser und Magnesia austreibbaren Form vorhanden waren, bewegten sich ungefähr innerhalb derselben Grenzen wie im östlichen Mittelmeer.

Im Golf von Suez zeigten alle drei untersuchten Stellen einen relativ grossen Gehalt daran, nämlich $0\cdot0021$ — $0\cdot0033$ g NH_3 auf 100 g lufttrockener Grundprobe. In der Hochsee ergaben von 14 Stellen nur 4 einen derart hohen Ammoniakgehalt, und zwar unter den Stationen 27 und 101 ein lehmartiger Schlamm und unter Station 86 sowohl das harte rothbraune Gestein als auch das leicht zerreibliche. In den übrigen Grundproben der Hochsee sank der Ammoniakgehalt von $0\cdot0016\%$ bis zu dem in den Steinkrustenstücken der Station 33 beobachteten Minimum von $0\cdot0007\%$. Im Golfe von Akaba fand sich das Maximum von $0\cdot0039\%$ im Schlamm der Station 236. Die Schlammproben der Stationen 216 und 219, welche in Bezug auf ihren Gehalt an organischen Substanzen sehr verschieden waren, enthielten nahezu dieselben Ammoniakmengen, nämlich $0\cdot0025$ und $0\cdot0026\%$. Der Schlamm der Station 207 gab beim Kochen mit Wasser und Magnesia $0\cdot0019\%$ Ammoniak. Je näher der Hochsee, um so geringer also der Ammoniakgehalt.

Was die Menge des bei der Oxydation mit übermangansaurem Kalium entstehenden Ammoniaks betrifft, so wurden nur im Golfe von Suez höhere Werthe als im östlichen Mittelmeer erhalten.

Die im Golfe von Suez bei den Schlammproben der Stationen 12, 145 und 179 gewonnenen Zahlen liegen zwischen $0\cdot040$ und $0\cdot046\%$, wobei zu bemerken, dass das Maximum auf der in einer Verengung des Golfes gelegenen Station 145 angetroffen wurde.

In der Hochsee schwankten die Werthe viel mehr, und zwar zwischen $0\cdot0026$ und $0\cdot0195\%$. Bei sämtlichen gesteinsartigen Grundproben waren die durch künstliche Oxydationen gewonnenen Ammoniakmengen geringer als der $0\cdot0086\%$ betragende Mittelwerth. Die in ihrem Innern vorhandenen gewesenen organischen Substanzen sind eben schon auf dem Meeresgrunde der Oxydation verfallen, worauf je nach Consistenz und Wasserdurchlässigkeit der Gesteinsarten mehr oder weniger vom entstandenen Ammoniak in lose gebundener Form zurückgehalten worden. Von den Schlammproben gab nur die in der Hochseeverengung vor Ras Benas auf Station

101 mit dem Lothe aus 1200 *m* Tiefe erhaltene bei der Oxydation eine, allerdings nur unbedeutend geringere Ammoniakmenge, als dem Mittelwerthe entspricht. Während in dem seichten und kleinen Golf von Suez die Strömungsgeschwindigkeit in den Verengungen geringer zu sein scheint, insoferne sie die fortwährende Ablagerung organischer Körperchen gestattet, ist in der Verengung der Hochsee das Wasser in besonders rascher Bewegung begriffen, so dass die Ablagerung suspendirter Körperchen erschwert wird, und das, was sich doch abgelagert hat, dort eine weitgehende Oxydation erfährt.

Im Golfe von Akaba schwankten die bei der künstlichen Oxydation entstehenden Ammoniakmengen zwischen 0·0094 und 0·0175‰. Ersteren Werth zeigte der Schlamm, welcher am Süden des Golfes auf Station 207 aus 1077 *m* emporgelohet worden, letzteren der Schlamm der nahe dem Nordende des Golfes gelegenen Station 236. Von den beiden einander gegenüber liegenden Stationen 216 und 219 gab die vor der arabischen Küste, wo Gebirgsmassen bis an das Ufer heranreichen und weniger aufsaugend auf das Wasser im angrenzenden Grundschlamm wirken, einen etwas höheren Werth, nämlich 0·0113 gegen 0·0103‰. Wegen des geringeren Durchsickerns von Meerwasser konnte eben die Oxydation an Ort und Stelle weniger weit vorschreiten. Hier stehen die Mengen des durch künstliche Oxydation abspaltbaren Ammoniaks in umgekehrtem, bei den aus den beiden Golfenden stammenden Schlammproben dagegen in geradem Verhältniss zu den Mengen abgelagerter organischer Substanzen, beurtheilt nach der Aufnahmefähigkeit für Sauerstoff.

Was das Mengenverhältniss zwischen den beiden Ammoniakarten anbelangt, so ergaben die vier verschiedenen Gesteinsarten, welche auf Station 86 mit dem Schleppnetz heraufgefördert und analysirt worden sind, bei der Oxydation mit übermangansaurem Kalium nur das Doppelte von jenem Ammoniak, welches beim blossen Kochen mit Wasser und Magnesia überdestillirte. Die auf den Stationen 33 und 88 erhaltenen Stückchen von Steinkrustenplatten, welche letztere im Rothen Meer nie eine grosse Ausdehnung besitzen, lieferten das Vierfache. Von anderen Grundproben der Hochsee gab

der Schlamm der in der Meeresverengung vor Ras Benas gelegenen Station 101 nur das Dreifache. Die Schlammproben der an der Südgrenze der Meereserweiterung gelegenen Stationen 42 und 46, unter welchen Stationen der Meeresgrund sehr unregelmässig gestaltet ist und dadurch Gelegenheit zur andauernden Ablagerung frischer organischer Schwimmkörperchen bietet, lieferten das Zwölf- und Vierzehnfache, dagegen der Schlamm der mehr gegen die Mitte der Meereserweiterung und über allmählig ansteigendem Grunde gelegenen Station 33, sowie der Schlamm aus 2160 *m* der neben 86 gelegenen Station 85 nur das Neunfache. Im nördlichen Theil der Hochsee lieferte die Schlammprobe der Station 27 das Fünffache, die der Station 155 das Siebenfache, die der Station 153 das Neunfache.

Im Golfe von Akaba gaben die Schlammproben 4—5-, im Golfe von Suez hingegen 12—22mal so viel Ammoniak bei Oxydation als bei der Destillation mit Wasser und Magnesia.

Um beurtheilen zu können, inwieferne das bei Oxydation entstehende Ammoniak im Grundschlamm oder in daran anschliessenden Festlandsmassen, in welche es auf dem Wege capillaren Vordringens von Meerwasser gelangen kann, entweder unmittelbar Fällungen bewirken könnte oder, nachdem es vorher als Ammoniumsalz bei Abwesenheit von freiem Sauerstoff lösend auf Eisen- und Manganoxydul gewirkt hat, ist es lehrreich zu sehen, dass die verschiedenen Grundproben zur Bildung einer bestimmten Ammoniakmenge sehr verschiedene Sauerstoffmengen beanspruchen. In den Steinen, die ein Product derartiger Fällungen darstellen, sind die geringen darin enthaltenen Mengen organischer Substanzen nicht im Stande, bei Oxydation viel Ammoniak zu bilden.

Von den vier Gesteinsarten, welche das Schleppnetz auf Station 86 aus 2190 *m* Tiefe emporgeholt hatte, sind 17—25 Moleküle Sauerstoff aufgenommen worden, bevor sich ein Molekül Ammoniak abgespalten hat. Der auf der Nachbarstation 85 erhaltene Schlamm lieferte dagegen sehr leicht Ammoniak. Um ein Molekül davon zu bekommen, brauchten nur 9 Moleküle Sauerstoff, das Minimum der Hochsee, zugeführt zu werden. Dies begünstigt die gerade in die-

sem Gebiete der grössten Tiefen am deutlichsten ausgeprägte Anhäufung von Eisen und Mangan in der Decke des Grundschlammes, wo die ammoniakalische Lösung ihrer Oxydulverbindungen mit Theilen des sauerstoffreichen freibeweglichen Meerwassers zusammentreffen kann.

Ein gleicher Unterschied zwischen Stein und Schlamm zeigte sich auf Station 33. Von ersterem wurden 32, von letzterem nur 14 Moleküle Sauerstoff aufgenommen, wenn bei der Oxydation der organischen Substanzen ein Molekül Ammoniak entstand. Hier hat sich auf dem Meeresgrund, wie immer bei Steinkrusten, die oberste an das freibewegliche Meerwasser grenzende Fläche mit einem dünnen Belag von schwarzem Mangandioxyd überzogen.

Bei der Oxydation des Steinkrustenpulvers der Station 88 kamen 21 Moleküle Sauerstoff auf ein Molekül Ammoniak, während die unter den gleichfalls an der Südgrenze der Meereserweiterung gelegenen Stationen 42 und 46 angetroffenen Schlammmassen nur 10 und 13 Moleküle Sauerstoff zur Bildung von einem Molekül Ammoniak erforderten.

Doch wurden auch Schlammmassen gefunden, welche im Verhältniss zum Sauerstoffverbrauch nur wenig Ammoniak lieferten. So kamen auf der in der Meeresverengung vor Ras Benas gelegenen Station 101, sowie auch auf der vor der afrikanischen Küste südlich von Koseir gelegenen Station 27 20 Moleküle Sauerstoff auf ein Molekül Ammoniak. Auf den im nordöstlichen Theil der Hochsee gelegenen Stationen 153 und 155 waren 14 und 16 Moleküle Sauerstoff erforderlich.

Noch grössere Differenzen als die zuletzt angeführten wiesen die Schlammproben aus dem Golfe von Akaba auf. Unter den Stationen 207 und 216, wo voraussichtlich weniger Meerwasser zum capillaren Eindringen in den Grundschlamm veranlasst wird, wären 6 und 4, unter den Stationen 219 und 236, wo anscheinend durch das rascher eindringende Meerwasser der stickstoffhältige Theil der organischen Substanzen bereits in reichlicherem Maasse oxydirt worden ist, wären 17 und 15 Moleküle Sauerstoff nothwendig, um bei fortschreitender Oxydation ein Molekül Ammoniak zu liefern.

Der Schlamm aus dem Golf von Suez nahm bei der Bildung von einem Molekül Ammoniak 9 bis 11 Moleküle Sauerstoff auf, wäre also darnach ebenso oder fast ebenso befähigt, Fällungen zu bewirken und besonders zur Anhäufung von Eisen und Mangan beizutragen, wie der Schlamm unter Station 85, wo unmittelbar daneben wirklich eisen- und manganreiche Steinplatten angetroffen worden sind. Ein Unterschied besteht jedoch darin, dass im Golf von Suez und in geringerem Maasse auch im Golfe von Akaba und in Theilen der Hochsee wegen der Nähe wasseraufsaugender Festlandsmassen das Meerwasser zu rasch in den Meeresgrund eindringen kann, als dass eine durch Auflösung von Theilen des Grundschlammes entstandene Lösung bis an die Oberfläche des Grundschlammes hinaufdiffundiren würde, wo dann das frei bewegliche Meerwasser Fällungen veranlassen könnte. Thatsächlich wurden im Golfe von Suez nirgends, im Golfe von Akaba nur unter Station 207, am Südende des Golfes, den Grundschlamm bedeckende Steinkrusten gefunden. —

Den mit destillirtem Wasser gewaschenen, vorher eventuell gepulverten Grundproben hafteten sehr verschiedene Mengen von Wasser an. Der durch die Wasserabgabe beim Liegen über Chlorcalcium veranlasste Gewichtsverlust betrug, auf die lufttrockenen Rückstände berechnet, $33 \cdot 90$ — $130 \cdot 12$ %.

Das Maximum wurde bei dem dunkelrothbraunen Schlamm der Station 85 erhalten. Diese Fähigkeit des Schlammes, mehr als sein eigenes Gewicht an Wasser zurückzuhalten, wird auf dem 2160 *m* tiefen Meeresgrund Wechselwirkungen zwischen den festen Schlammtheilchen und dem Meerwasser, z. B. theilweise Lösungen und spätere Wiederabscheidungen gefördert haben.

Ebenfalls mehr als zur Hälfte aus Wasser bestanden die Schlammproben des Golfes von Suez und diejenige der Station 42. Es waren also auch hier auf dem Meeresgrunde Schlammmassen, deren Reichthum an Meerwasser den Eintritt chemischer, von Lösung oder Fällung begleiteter oder sie zur Folge habender Reactionen erleichtert. Es zeigten sich jedoch hier auf benachbartem Festland auffallendere Ergebnisse sol-

cher Reactionen, nämlich Gyps-, Braunstein- und Eisenoxydvorkommen als auf dem Meeresgrund.

Es waren übrigens auch alle anderen Schlammproben stark von Meerwasser durchtränkt. Das beim Waschen, Filtriren und Ablaufenlassen zurückgehaltene Wasser betrug 90—100% der lufttrockenen Proben für die gegen die Mitte, beziehungsweise an der Südgrenze der Hochseerweiterung gelegenen Stationen 33 und 46, sowie für die Stationen des Golfes von Akaba 219 und 236, 80—90% für die in der Hochseeverengung gelegene Station 101, für die dem nordöstlichen Theil der Hochsee angehörenden Stationen 153 und 155, sowie für die Stationen des Golfes von Akaba 207 und 216. Von den untersuchten Schlammproben war am wenigsten von Wasser durchtränkt die der Station 27 vom Küstenabfall südlich von Koseir. Diese konnte bloß 73·8% zurückhalten.

Von den gesteinsartigen Grundproben war die am leichtesten zerreibliche, nämlich das innen fast weisse, aussen graue Stückchen von Station 86 am meisten befähigt, Wasser, und zwar 64·5% der lufttrockenen Substanz zurückzuhalten. Alle compacten, einen ausgesprochenen Gesteins- oder erzähnlichen Charakter tragenden Proben konnten, mit Wasser verrieben und auf ein Filter gebracht, nur 34—50% Wasser festhalten. In nicht gepulvertem Zustande ist die anhaftende Wassermenge noch viel geringer. Mit wenig Meerwasser in Berührung, sind also Gesteinsmassen auf dem Meeresgrunde in viel geringerem Grade der Gefahr einer theilweisen Lösung ausgesetzt. Der Umstand, dass sie den Grundschlamm membranartig bedecken, kann vielmehr Diffusionsvorgänge und damit die Bildung von Niederschlägen in und auf den Platten veranlassen, so dass die Platten dichter und mächtiger werden müssen.¹

An Theilen der lufttrockenen Grundproben wurde die Menge des erst beim Erhitzen auf 100° weggehenden Wassers festgestellt. Von den Pulvern der sechs gesteinsartigen Proben erlitten die von drei Steinkrustenstücken keinen oder so gut wie keinen Gewichtsverlust. Bei zweien, nämlich bei

¹ Siehe III. Abhandlung über das östliche Mittelmeer (1893).

einem Krustenstein und bei dem leicht zerreiblichen, innen fast weissen Stückchen der Station 86 trat die geringe Gewichtsabnahme von 1·37 und 2·15% ein. Die an Eisenoxyd ungemün reichen, rothbraunen, platten Gesteinsstücke der Station 86 enthielten, nachdem sie unter Wasser zerrieben, auf's Filter gebracht und bei gewöhnlicher Temperatur über Chlorcalcium getrocknet worden, noch 7·03% Wasser, welche erst bei 100° entwichen.

Von den sieben Schlammproben enthielt am meisten erst bei 100° weggehendes Wasser, nämlich 6·25%, die der Station 12. Bei der Schlammprobe der anderen Station des Golfes von Suez 145 waren es nur 2·04%. Fast eben solche Mengen, nämlich 1·81%, ergaben sich bei dem dunkelrothbraunen Schlamm der Station 85. Von den übrigen Schlammproben enthielten drei 1·07—1·28% erst bei 100° weggehendes Wasser; eine erlitt, nachdem sie lufttrocken geworden, beim Erhitzen auf 100° keinen Gewichtsverlust. —

Sehr verschieden war in den einzelnen Grundproben der Gehalt an durch kochende Salzsäure nicht zerlegbaren Silicaten. Von den darauf untersuchten Grundproben enthielten am meisten die beiden Schlammproben aus dem Golfe von Suez, indem 22·12 und 16·01% von ihnen in Salzsäure und kochender Sodalösung unlöslich waren. Entweder haben sich auf dem Meeresgrunde grössere Mengen von gegen Säuren beständigen Silicaten gebildet, oder es waren solche schon vorhanden gewesen und durch die Entfernung in Meerwasser leichter löslicher Theile zur Anhäufung gebracht worden, oder es haben Wüstenwinde Staub von den allerdings ziemlich weit entfernten Urgebirgsbildungen in den Golf hineingetragen.

Etwas weniger in Salzsäure und Sodalösung Unlösliches, nämlich 14%, gab die Schlammprobe der vor der afrikanischen Küste südlich von Koseir gelegenen Station 27. 12·09% fanden sich im dunkelrothbraunen Schlamm der Station 85, 11·55% im Schlamm der Station des Golfes von Akaba 207, 8·25% im Schlamm der fast in der Mitte der Hochseerweiterung gelegenen Station 33, endlich 6·91% im Schlamm der dem nördlichen Theil der Hochsee angehörigen Station 155.

Von den gesteinsartigen Grundproben waren geringere Mengen in Salzsäure und in Sodalösung unlöslich. 6·25%₀ ergaben sich in den platten rothbraunen Gesteinsstücken der Station 86, 4·30%₀ in dem leicht zerreiblichen, innen fast weissen Stückchen derselben Station, 3·59%₀ in den Steinkrustenstücken der Station 88, 2·67%₀ in den hellbraunen Steinkrustenstücken der Station 86, 2%₀ in den Steinkrustenstücken der Station 33, endlich 1%₀ in dem aussen dunkelgrauen, innen braunen Steinstückchen der Station 86. —

Je kleiner in diesen 13 Grundproben der in Salzsäure und Sodalösung unlösliche Theil war, um so grösser war der Gehalt an Carbonaten. Bei den beiden an Eisenoxyd, beziehungsweise an Eisenoxydulsilicat reichsten Grundproben, nämlich bei den rothbraunen platten Gesteinsstücken und bei dem leicht zerreiblichen, innen fast weissen, aussen eine blaugraue Zone aufweisenden Stückchen der Station 86 war dies auch, aber nur in geringem Maasse, der Fall. Bei ihnen betrug das in Salzsäure und Sodalösung Unlösliche nur 6·25%₀ und die Menge der nach dem Salzsäureverbrauch geschätzten Kohlensäure auch nur 11·20, beziehungsweise 14·86%₀.

Im Ganzen wurde der Kohlensäuregehalt von 21 Grundproben festgestellt. Er schwankte zwischen 11·20 und 44·16%₀.

Das Maximum zeigte sich in dem braunen, aussen dunkelgrauen Steinstückchen der Station 86. Mehr als 40%₀ Kohlensäure wiesen noch auf: die vierte Grundprobe vom Schleppnetzzug auf Station 86, d. h. die hellbraunen Steinkrustenstücke von dort, und die Steinkrustenstücke der Station 33. Mehr als 30%₀ ergaben, nach abnehmendem Kohlensäuregehalt geordnet: die Steinkrustenstücke der Station 88, der lehmartige Schlamm der Station 33, der dunkelrothbraune der Station 85, sowie die lehmartigen Schlammproben der Stationen 101, 153, 27, 155 und 207. Noch weniger Kohlensäure, aber immerhin mehr als 20%₀ enthielten, ebenso geordnet: die lehmartigen Schlammproben der Stationen 46, 42, 219, sowie die Schlammproben der drei im Golfe von Suez gelegenen Stationen 179, 12 und 145. Weniger als 20%₀ Kohlensäure enthielten die beiden schon oben erwähnten, eine Ausnahmstellung einnehmenden,

mehr erz- als gesteinsartigen Grundproben der Station 86 und die Schlammproben der Stationen 216 und 236. —

Für 13 Grundproben wurden die Kalk-, Magnesia-, Thonerde-, Eisen- und Manganmengen bestimmt, welche beim Kochen mit Salzsäure in Lösung gegangen waren.

Was den Kalk betrifft, so war seine Menge fast immer der Kohlensäure entsprechend, nämlich etwas grösser als die Menge dieser. Der dunkelrothbraune Schlamm der Station 85 und noch mehr die rothbraunen platten Gesteinsstücke der Station 86 verbrauchten zwar bei der Austreibung der Kohlensäure auffallend grosse Mengen von Salzsäure, doch ist dies auf ihren bedeutenden Eisenoxydgehalt zurückzuführen.

Nur diese rothbraunen platten Gesteinsstücke und das leicht zerreibliche, an Kieselsäure reiche und eine Zone von kieselsaurem Eisenoxydul enthaltende Stückchen derselben Station 86 waren eigenartig zusammengesetzt. Sonst bestehen ebenso wie im östlichen Mittelmeer die den Schlamm stellenweise bedeckenden Steinkrusten und die durch theilweise Auflösung von solchen entstandenen losen Steinstücke im Wesentlichen aus kohlen-saurem Kalk, der über 80% von ihnen ausmacht. Die feinsten, durch Schlämmen mit Wasser von kleinen Muscheln etc. getrennten Theile der schlammigen Grundproben enthalten immer weniger kohlen-sauren Kalk, als die den Meeresgrund membranartig bedeckenden, die Fällung von Mineralbestandtheilen, welche im Meerwasser und im Wasser des Grundschlammes gelöst sind, besonders begünstigenden Steinkrusten. Doch bestehen auch die feinsten Theile der Schlammproben zumeist mehr als zur Hälfte aus kohlen-saurem Kalk. —

Die Steinkrusten enthielten mehr Magnesia in Form von Carbonat und von in Salzsäure löslichem Silicat als die Schlammproben. In ersteren waren es 2·82—4, in letzteren 0·33—2·14%. In den rothbraunen, platten Gesteinsstücken der Station 86 waren nur 0·84, dagegen in dem leicht zerreiblichen, innen weissen Stückchen derselben Station 3·87%. In letzterem Fall war die Magnesia zumeist als Silicat vorhanden. —

Die Steinkrusten sind im Allgemeinen ärmer an Thon als die feinsten, von den Muscheln getrennten Theile der schlamm-

artigen Grundproben. Von den vier zumeist aus kohlen-saurem Kalk bestehenden Steinkrustenproben enthielten drei nur $0\cdot63$ — $0\cdot90\%$ in kochender starker Salzsäure lösliche Thonerde; eine, die der Station 88, unter entsprechender Verringerung der Menge des kohlen-sauren Kalkes, $2\cdot16\%$. $9\cdot06\%$ hingegen waren in den rothbraunen platten Gesteinsstücken der Station 86, $8\cdot82\%$ in dem leicht zerreiblichen Stückchen derselben Station.

Auch bei den Schlammproben stand der Thongehalt zumeist im umgekehrten Verhältniss zum Gehalt an kohlen-saurem Kalk. Die lehmartigen Schlammproben der Golfe von Suez und Akaba enthielten $3\cdot33$ — $5\cdot07$, die lehmartigen Schlammproben der Hochsee nur $1\cdot78$ — $2\cdot97\%$ in Salzsäure lösliches Al_2O_3 . Der dunkelrothbraune Schlamm der Station 85 im kleinen Gebiet der mehr als $2000\ m$ betragenden Tiefen zeichnete sich unter den Hochseeproben durch $3\cdot92\%$ aus. —

Eisen und Mangan, deren Oxydule in Lösungen von Ammoniumsätzen, welche im Meeresgrund vorkommen, löslich sind, treten in sehr wechselnden Mengen auf. Sowohl in Bezug auf diese Löslichkeit als auch in Bezug auf die Schnelligkeit der Wiederabscheidung in Form von Oxyd, beziehungsweise von Superoxyd verhalten sich Eisen und Mangan verschieden, weshalb wohl das Verhältniss zwischen ihnen ebenfalls starken Schwankungen unterworfen ist.

Die Menge des in Salzsäure löslichen Eisens betrug, durchaus als Oxyd berechnet, $0\cdot36$ — $20\ 64\%$.

In den hellfärbigen und grauen Schlammproben entsprach der Eisengehalt $0\cdot36$ — $1\cdot69\%$ Fe_2O_3 , in dem dunkelrothbraunen Schlamm der Station 85 aus dem mehr als $2000\ m$ tiefen Gebiet entsprach er $3\cdot32\%$. In diesem, in der Mitte der Hochseebreite gelegenen Gebiet der grössten Tiefen dürfte das den Schlamm durchsetzende Wasser von Festlandsmassen in geringerem Grade capillar angesaugt werden als in den seichteren und den Küsten näheren Gebieten des Meeresgrundes. Die dadurch veranlasste, wenn auch noch so unbedeutende Anreicherung der Zersetzungsproducte organischer Substanzen, vor Allem der Kohlensäure und des Ammoniaks könnte zu besonders auffallenden

Lösungs- und Fällungserscheinungen führen. Wegen des Umstandes, dass hier die sich sonst über weite Strecken des Meeresgrundes capillar vorwärts bewegenden Wassermengen mehr oder weniger fehlen würden, könnten ferner auf einer kleinen Strecke, wie es die vom Schleppnetz auf dem Meeresgrunde zurückgelegte ist, sehr verschiedene Neubildungen oder Lösungsrückstände neben einander entstehen und erhalten bleiben. Der Eisengehalt des leicht zerreiblichen Stückes der Station 86 war gleich 8·39, der der platten, rothbraunen Gesteinsstücke gleich 20·64% Fe_2O_3 . Die beiden gleichfalls zu Station 86 gehörenden Stücke von zumeist aus kohlen-saurem Kalk bestehenden Steinkrusten zeigten im Eisengehalt einen erheblichen Unterschied, indem sie 0·69 und 1·51% Fe_2O_3 aufwiesen, während Stücke ebensolcher Steinkrusten von den Stationen 33 und 88 mit einander im Eisengehalt (1·1% Fe_2O_3) übereinstimmten.

Die Menge des in Salzsäure löslichen Mangans betrug, durchaus auf Manganoxydul berechnet, 0·004 bis 0·17%, Dabei ist jedoch zu bemerken, dass in dem papierdünnen, grauen bis schwarzen, festhaftenden Belag, welchen die den Grundschlamm bedeckenden Steinkrustenplatten tragen und welcher bei Auflösung der Steinkrusten (auf dem Meeresgrunde) unter mannigfacher Formänderung erhalten bleibt, eine noch bedeutendere Anhäufung von Mangan, und zwar von braunsteinartigem Superoxyd vorhanden ist.

Bei den hellfarbigen und grauen Schlammproben schwankte der Mangan-gehalt zwischen 0·004 und 0·017% MnO . Der dunkelrothbraune Schlamm der Station 85 gab 0·082% MnO .

In den zumeist aus kohlen-saurem Kalk bestehenden Krustensteinen der Stationen 33 und 88 betrug der Mangan-gehalt 0·008 und 0·005% MnO .

Die vier steinigen Proben vom Schleppnetz-zug der Station 86 wiesen sehr verschiedene Mangan-gehalte auf. Die platten rothbraunen Gesteinsstücke ergaben 0·005, das leicht zerreibliche, innen fast weisse Stück 0·024, das hellbraune Krustensteinstück 0·067 und das dunkelgraue, durch die ganze Masse braune Gesteinsstück, vielleicht der Rest eines

auf dem Meeresgrunde der theilweisen Auflösung verfallenen Steinkrustenstückes, 0 17⁰/₀ MnO. —

Was die in den Grundproben in der Form von Silicaten vorhandenen Kalium- und Natriummengen anbelangt, so waren dieselben ebenso gering oder noch geringer als in den Grundproben des östlichen Mittelmeeres (und des Oceans). So wie zumeist auch dort, waren die Steinkrusten etwas ärmer daran als die Schlammproben.

Die beiden zumeist aus kohlensaurem Kalk bestehenden Steinkrustenstücke der Stationen 33 und 86 enthielten 0·14 und 0·24⁰/₀ K₂O und 0·14 und 0·16⁰/₀ Na₂O.

Bei den sechs darauf untersuchten Schlammproben, unter welchen sich auch der dunkelrothbraune Schlamm der Station 85 befand, schwankte der Kaliumgehalt zwischen 0·32 und 0·83⁰/₀ K₂O und der Natriumgehalt zwischen 0·23 und 0·83⁰/₀ Na₂O.

Ebenso wie bei den Schlamm- und Steinkrustenproben des östlichen Mittelmeeres war der Kaliumgehalt entweder ungefähr gleich dem Natriumgehalt oder grösser als dieser.¹ Das letztere war bei Steinkrustenstücken der Station 86 der Fall. Ganz nahe dabei zeigte der Schlamm gleichen Kalium- und Natriumgehalt. Von den sechs Schlammproben besaßen zwei einen grösseren Kalium- als Natriumgehalt trotz dem im Meerwasser so bedeutenden Überwiegen der Natriumsalze über die Kaliumsalze, welche beide bei Neubildungen oder Umbildungen fester Grundtheilchen herangezogen werden können.

Unter Station 33 war der lehmartige Schlamm reicher an Kalium als an Natrium, die Steinkrustendecke hingegen enthielt gleich viel von beiden. Eine andere, relativ kalireiche Schlammprobe war die der Station 207 im Golfe von Akaba. Der Schlamm der Station 145 im Golfe von Suez enthielt dagegen ebenso wie die dunkelrothbraune Schlammprobe der Station 85 und wie die Schlammproben zweier anderer Hoch-

¹ Bimssteinstücke aus dem Ägäischen Meer enthielten ein wenig mehr Na₂O als K₂O, übrigens von beiden über 3⁰/₀.

seestationen, 27 und 155, ungefähr gleich viel Kalium und Natrium. —

Wie schon erwähnt, findet sich auf der oberen Fläche der Steinkrusten relativ viel Mangan als dunkles braunsteinartiges Superoxyd, was gleichzeitig eine Ansammlung von Sauerstoff, der unter Umständen in Reaction treten kann, bedeutet. Es war von Interesse zu untersuchen, ob auf, beziehungsweise in dem Meeresgrunde als Stoffe, welche unter Umständen Sauerstoff, besonders den im braunsteinartigen Mangansuperoxyd lose gebundenen aufnehmen können, nicht bloß Eisenoxydulverbindungen, sondern auch bestimmte organische Verbindungen in unlöslicher Form zur Abscheidung kommen. Es könnte sich z. B. bei der Oxydation der auf dem Meeresgrunde vorhandenen Reste von Thieren und pflanzlichen Organismen Oxalsäure gebildet und als Kalksalz abgeschieden haben.

In der obersten, dem Lothe und dem Schleppnetz zugänglichen Schicht des Meeresgrundes ist dies, wie folgende Zahlen zeigen, nur in sehr geringem Maasse geschehen.

Der graue Schlamm der Station 145 im Golf von Suez enthielt im feinsten durch Wasser abschlämmbaren Theil, auf lufttrockene Probe berechnet, nur 0·0041⁰/₀ wasserfreie Oxalsäure.

Der röthlich-bräunliche Schlamm der Station 207 im Golf von Akaba enthielt 0·0050⁰/₀ Oxalsäure.

Der lehmartige Schlamm der im nördlichen Theil der Hochsee über steilem, etwas vorspringendem unterseeischem Abhang der afrikanischen Küste gelegenen Station 27 lieferte bei der Untersuchung 0·0031, das mit Wasser gewaschene Steinkrustenpulver der in der Nähe über fast flachem Meeresgrunde befindlichen Station 155 0·0016⁰/₀ Oxalsäure.

Von der fast in der Mitte der Hochseerweiterung gelegenen Station 33 gelangten sowohl Schlamm als Steinkrustenstücke zur Untersuchung. Für ersteren ergaben sich 0·0021, für letztere 0·0039⁰/₀.

Am meisten Oxalsäure, allerdings auch nur 0·0059⁰/₀, wurden in dem dunkelrothbraunen Schlamm der Station 85 gefunden. —

Dieselben Grundproben, welche zur Bestimmung der als unlösliches Salz vorhandenen Oxalsäure dienten, wurden verwendet, um das spurenweise Vorkommen von Nickel, Kupfer und Gold zu verfolgen.

Der graue Schlamm aus dem Golfe von Suez enthielt 0·004% Nickel, 0·0027% Kupfer und höchstens 0·0005% Gold, der Schlamm aus dem Golfe von Akaba 0·0024, 0·004 und 0·0001%, der Schlamm der Station 27 0·0039, 0·0022 und 0·0003%.

Von der Station 155 stammende Steinkrustenstücke ergaben 0·0047, 0·0026 und 0·0001%.

Die Schlammprobe der Station 33 enthielt 0·0025, 0·0018 und 0·0002%, die Steinkrustenstücke derselben Station enthielten 0·0029, 0·0023 und 0·0001%.

Der dunkelrothbraune Schlamm der Station 85 ergab 0·0016, 0·0008 und 0·0003%.

In fünf, mit destillirtem Wasser gewaschenen Grundproben wurden die Mengen jener Schwefelsäure bestimmt, welche in einer erst in Salzsäure löslichen Form zugegen war. Basische Sulfate von Thonerde und Eisenoxyd können im Meeresgrund durch das dort vorhandene kohlen-saure Calcium in derselben Art gefällt werden, wie es im Laboratorium durch kohlen-saures Baryum geschieht.

Der Gehalt an solcher Schwefelsäure betrug: im grauen Schlamm der Station 145 im Golfe von Suez 0·14, im lehm-artigen Schlamm der Station 33 0·15, im dunkelrothbraunen Schlamm der Station 85 0·21, in den beim Zerreiben ein helles Pulver gebenden Steinkrustenstücken der Station 86 0·27 und im Schlamm der Station 155 0·29% SO_3 .

Auf Phosphorsäure wurden fünf Grundproben geprüft. Der graue Schlamm aus dem Golfe von Suez und die lehm-artigen Schlammprouben der Stationen 155 und 207, sowie der dunkelrothbraune Schlamm der Station 85 enthielten nur Spuren von Phosphorsäure. Etwas mehr Phosphorsäure als blosse Spuren besaßen die ein helles Pulver liefernden Steinkrustenstücke der Station 86.

Zur Ergänzung der in Columnen 3 der Tabellen VI vorhandenen Beschreibung von Grundproben und überhaupt zur

Erweiterung des bisher Gesagten sei noch Folgendes angeführt.

In der, einen Theil der südlichen Suezcanal-Strecke ausmachenden Wasserausfüllung des Gebietes der ehemaligen Bitterseen brachte das Loth ausser den schon erwähnten Gypskrystallen kleine Muscheln und feinen schwarzen Schlamm herauf. Nach 24stündigem Liegen an der Luft war die schwarze Farbe verschwunden, denn sie rührte von Schwefeleisen her. Noch grössere Mengen schwarzen Schlammes waren mittelst des Schleppnetzes erhalten worden.

Die graue Farbe der Schlammproben aus dem Golfe von Suez war zum Theil durch die Gegenwart von Schwefeleisen bedingt; beim Zusammenbringen mit Schwefelsäure entwickelte sich ein wenig Schwefelwasserstoff. An organischen Substanzen ungemein reich, verdanken sie zum anderen Theil diesen, sowie auch Eisenoxydulverbindungen ihre dunkle Farbe. Die abgeschlammten feinsten Theile der Schlammproben, auf Filtern über Nacht stehen gelassen, verloren nur an ihren äussersten Rändern die graue Farbe, dafür eine gelbliche annehmend. In dünner Schicht und in feuchtem Zustande drei Tage lang der Luft ausgesetzt, bewahrten sie ihre Farbe fast vollkommen, obwohl, wie die Prüfung mittelst Schwefelsäure ergab, die beigemengten Schwefeleisentheilchen bald oxydirt waren.

Der grosse Gehalt der Schlammproben aus dem Golfe von Suez an organischen Stoffen machte sich auch dadurch bemerkbar, dass sie bei 100° getrocknet und zerrieben einen empyreumatischen Geruch aufwiesen.

Je nach dem Grade, in welchem kleine Muscheln bei ihrem Zubodensinken durch Strömungen vertragen und eventuell gelöst worden, sind dem Schlamm sehr wechselnde Mengen von ihnen beigemengt.

Im Golfe von Suez waren die Schlammproben der Stationen 145, 178 und 179 fast gar nicht sandig, d. h. fast ganz frei von kleinen Muschelschalen. Sehr wenige Muschelschalen waren in den Schlammproben der Stationen 183, 189 und 202. Am meisten sandig waren die Schlammproben der in der nördlichsten Ausbuchtung der Westküste des Golfes gelegenen

Station 12. Weder Steinkrustenplatten, noch lose Steinstücke wurden im Golfe von Suez vorgefunden.

Im Golfe von Akaba war wegen grösseren Gehaltes an Eisenoxyd oder wegen dessen Überwiegens über Eisenoxydulverbindungen der Schlamm zumeist etwas röthlich. Sehr oft besass er wegen eines etwas grösseren Gehaltes an Mangansuperoxyd eine bräunliche Farbe.

Eine gelbliche, lehmartige Farbe besaßen die Schlammproben der Stationen 208, 210 und 252. Röthlich-bräunlich waren die Schlammproben der Stationen 207, 209 und 212.

Die Lothprobe der Station 232 von dem unterseeischen Abhange der Schutthalden eines bei Naueba das Meer erreichenden Thalsystemes der Sinai-Halbinsel, auf welchem Abhange ein geringeres capillares Eindringen von Meerwasser in den Grundschlamm zu erwarten ist, zeigte deutlich, dass daselbst eine nur 1 *mm* dicke Decke von röthlich-braunem, d. h. oxydreichem Schlamm über grauem Schlamm gelagert ist.

Die Schlammproben der übrigen Stationen dieses Golfes 216, 219, 221, 225, 226, 230, 233, 235, 236, 241 und 250 besaßen eine bräunliche Farbe. Doch fanden sich in vielen von ihnen auch röthliche Theilchen, welche vielleicht von einer dünnen Decke des Bräunlichen herrührten.

Am ausgesprochensten braun war die Schlammprobe der Station 216. Diese Station befindet sich an der Ostküste des Golfes in der Nähe hoher brauner Berge, von welchen manganreiche Theilchen durch Winde in den Golf getragen worden und auf den Grund gelangt sein könnten.

Bestimmter machten sich vom Festland stammende Gesteinstheilchen im nördlichsten Theile des Golfes bemerkbar. Am reichsten daran, und zwar an rothen, grauen und weissen Sandkörnern, unter welchen sich deutliche Quarzstückchen fanden, war die Probe der Station 233 nördlich von der kleinen Insel Omeider und vor einer Strecke der Ostküste des Golfes, längs welcher geschichtete, theils graue, theils gelbliche, theils röthliche, theils dunkelgraue Felshügel bis an den Strand heranreichen, also der Brandung zugänglich

sind. Der bräunliche Schlamm des nördlichen Golftheiles wies oft auch schwarze Punkte auf.

Kleine Muschelschalen waren in reichlicherem Masse beigemengt als im Golfe von Suez. Die meisten enthielt die Schlammprobe der Station 212. Der nordöstliche unterseeische Abhang der kleinen Dahab-Halbinsel stellt sich daselbst der von Norden kommenden Strömung derart entgegen, dass mitgeführte Muscheln und Muschelschalen abgelagert werden können. Auch noch viele kleine Muschelschalen fanden sich im Schlamm der weniger weit vorspringenden unterseeischen Abhänge unter den Stationen 215 und 221. Noch geringer war der Muschelgehalt der Schlammproben von den Stationen 207, 209, 210, 216, 219, 225, 226 und 234. Ganz wenig Muschelschalen enthielten die Schlammproben der Stationen 208, 214, 230 und 252.

Im Golfe von Akaba ergaben sich nirgends sichere Anzeichen von Steinkrusten als Decken des Grundschlammes. Daran erinnernde Steinstückchen waren in der Lothprobe der Station 207 enthalten, doch fehlte ihnen der für die Steinkrusten charakteristische graue bis schwarze Manganbelag auf der einen (oberen) Fläche. Sie waren auf allen Seiten gelblichgrau und stellten wahrscheinlich Reste eines der Auflösung und dem Einsinken im Grundschlamm verfallenen Steinkrustenstückes dar. Auf den Stationen 210, 226 und 234 fanden sich in den schlammigen Grundproben Stückchen von Compositen, d. h. zusammengekitteten Muschelschalen, Wurmröhren u. dgl. Die vom Schleppnetzzug der Station 210 waren auf der einen von lehmartigem Schlamm freien Seite dunkler und manganreicher. Auf einigen von diesen unregelmässig geformten Plattenstückchen sassen kleine lebende Tiefseekorallen auf.

Vor der näheren Besprechung der Hochsee sei noch hervorgehoben, dass die vor manchen Küstenstrecken der Hochsee und des Golfes von Suez eine bedeutende Breite besitzenden Gebiete der Korallenriffe¹ zumeist einen sandigen, aus abgebrochenen weissen Korallenstückchen und aus stark corrodirtten Muschelschalen bestehenden Theil des Meeresgrundes

¹ Siche Karte III.

bilden, in welchem nur stellenweise lebende Korallenstöcke verschiedenster Grösse vorkommen. Diese sandige Beschaffenheit ermöglicht für den Fall des Vorhandenseins benachbarter, aufsaugend wirkender Festlandsmassen ein rasches Einsickern von Meerwasser und verhindert damit, dass sich die vielen von dem reichen Pflanzen- und Thierleben der Korallengebiete herrührenden organischen Stoffe bloß im Korallengebiet anhäufen. Für die dabei vorausgesetzte Auflösung (und Verseifung von Fetten¹ und fettartigen Körpern) kommt die alkalische Reaction des Meerwassers als förderndes Moment in Betracht. Vielleicht unter Mitwirkung der Capillarität kann aus diesen organischen Stoffen Petroleum entstehen und einerseits auf dem Meeresgrunde aufquellen, andererseits eben auch auf dem Wege capillaren Aufsteigens in benachbarten Bergen oder überhaupt in Festlandsmassen zur Ansammlung kommen. Jedenfalls wären dazu besonders grosse Mengen von organischen Stoffen nothwendig. Fraas und Andere¹ haben das bereits den Alten bekannte Petroleumvorkommen an einer in die afrikanische Küste einschneidenden Bucht des ausgedehnten Korallengebietes am Ausgange des Golfes von Suez beschrieben. Am Strande und in dem benachbarten hügeligen Wüstengebiete gibt es Petroleumquellen. Vor einer Reihe von Jahren ausgeführte Bohrungen haben zumeist eine Abnahme der Petroleummengen mit der Tiefe, jedoch auch eine Zunahme ergeben. Gerade dem Korallengebiete am Ausgange des Golfes von Suez führt, wie schon oben hervorgehoben wurde, die aus dem Golfe von Suez kommende Strömung viele organische Schwimmkörperchen zu, welche in dem ruhigen Wasser zwischen den Korallenriffen und Inseln zur Ablagerung gelangen, die dort von Pflanzen und Thieren producirt organischen Stoffe noch vermehrend.

Ein Hinabgelangen von Muschelschalen und Korallenstücken, welche durch die Brandung vom Aussenrand der Riffgebiete des Rothen Meeres losgelöst worden sind, in die Meerestiefen wird dadurch erleichtert, dass fast überall der

¹ Siehe III. Abhandlung über das östliche Mittelmeer (1893).

an die Riffgebiete grenzende unterseeische Abhang sehr steil ist. Es ist dies auch bei den wenigen kleinen Inseln, welche fast durchaus von Korallenriffen umgeben sind, der Fall.

Sowohl auf der knapp neben der grösseren der beiden Brüderinseln gelegenen Station 22, als auch auf der wenig südlicher gelegenen Station 129, wo das Meer bereits 806 *m* tief ist, wurden mit dem Loth Schlammproben erhalten, welchen viele kleine Muschelschalen u. dgl. beigemischt waren. Unter letzterer Station waren, wie fast immer im Rothen Meere, die Muschelschalen zum grössten Theil corrodirt. Je nach dem Maasse, in welchem die Muschelschalen von der Brandung mechanisch bearbeitet worden, und je nachdem, ob sie mit gewöhnlichem, schwach alkalisch reagirendem oder mit kohlenaurem Meerwasser in Berührung gewesen sind, haben sie die Schärfe ihrer Spitzen und Kanten mehr oder weniger eingebüsst.

Durchaus nicht immer waren die Schlammproben, welche von steilen unterseeischen Abhängen der Riffgebiete oder überhaupt aus der Nähe der Küste stammten, so reich an Muschelschalen wie hier. Von 14 derartigen Lothproben wiesen nur noch vier, nämlich die der Stationen 131, 149, 151 und 166 einen grossen Gehalt an Muschelschalen auf. Am grössten, und zwar gleich dem im Golfe von Akaba beobachteten Maximum zeigte er sich unter Station 151. Auf den anderen Stationen, nämlich 18, welche unmittelbar neben 166 liegt, auf welcher ersterer aber im Herbst statt im Winter gelodet wurde, ferner 27, 42, 44, 55, 95, 102, 104, 153 und 203 waren in den Lothproben wenige kleine Muscheln vorhanden, aber doch wie immer in der Hochsee des Rothen Meeres etwas mehr als im grössten Theile der Schlammproben des östlichen Mittelmeeres.

Beiläufig dasselbe Zahlenverhältniss zwischen sandigen muschelreichen und zählehmigen muschelarmen Proben ergab sich in dem die Mitte der Hochseebreite einnehmenden Gebiet. Von 15 küstenfernen Stationen gaben vier, nämlich 69, 101, 120 und 156 Lothproben ersterer, die übrigen, nämlich 33, 46, 57, 72, 75, 85, 88, 113, 114, 119 und 128 Lothproben

letzterer Art. Nirgends waren im Schlamme so wenig Muscheln enthalten wie in einigen Lothproben des Golfes von Akaba oder gar des Golfes von Suez.

Für die Vertheilung der zu Boden sinkenden kleinen Muscheln und Muschelschalen können die Strömungen unmittelbar mitbestimmend sein. Weniger unmittelbar wird es von den Strömungen abhängen, ob auf dem Meeresgrunde durch Organismen (Mikroorganismen) oder wegen des Vor-sichgehens rein chemischer Fällungen Muschelschalen, Wurmröhren u. dgl. verkittet werden, oder ob sich wirkliche Steinplatten bilden. Stückchen von Compositen und von Steinplatten fanden sich naturgemäss nur selten im Lothe. Für die Beurtheilung ihrer Verbreitung sind die Schleppnetzzüge massgebend.

Reine Breccien-Compositen oder solche mit undeutlichen Anzeichen des Vorhandenseins von Steinkrusten wurden auf den Stationen 149, 151 und 203 erhalten. Nebenbei sei erwähnt, dass der Schlamm der Station 149 eine sehr helle, etwas röthliche Lehmfarbe besass. Von anderen Stationen des nördlichsten Theiles der Hochsee gab 153 einige Steinkrustenstücke und es war auch daselbst beim Dredschen zweimal ein starker Zug auf das Drahtseil ausgeübt worden, offenbar, weil sich das Netz, beziehungsweise der Netzrahmen in den Unebenheiten oder an den Rändern von Steinplatten verfangen hatte.

Über dem, der Hochsee zugekehrten unterseeischen Abhang des an organischen Stoffen reichsten Korallengebietes am Ausgang des Golfes von Suez liegen nebeneinander die Stationen 18 und 166. Die Lothproben beider Stationen waren vorwiegend lehmartig. Dass jedoch neben schlammigen Grundstellen auch solche mit Steinplatten da waren, ergab sich aus dem unregelmässigen Zug beim Dredschen (bis über 3000 *kg*). Beidemale riss das zwischen Schleppnetz und unterem Drahtseilende eingeschaltete Hanfseil, nachdem in einem Falle der Zug plötzlich bis 4000 *kg* gestiegen war. Die Lothprobe der Station 166 enthielt übrigens einige kleine Steinchen, welche anscheinend durch das mit einer 27 *kg* schweren Eisenkugel belastete Loth von einer Steinkruste abgebrochen worden waren.

Auf Station 156 brachte das Belknap-Loth, weil sich in seinem unteren Ventil eine Muschelschale eingekeilt hatte, und deshalb der Schlamm ausgewaschen werden konnte, fast nur Muschelschalen herauf. Dieselben waren in viel geringerem Maasse als sonst corrodirt.

Auf Station 155 brachte das Schleppnetz, welches mit einem Maximalzug von 2300 *kg* gearbeitet hatte, grosse Stücke von Steinkrusten herauf, von welchen einige stellenweise schwarz und wie Lava klingend waren. Es hatte an dieser Stelle des Meeresgrundes eine besonders grosse Anhäufung von braunsteinartigem Mangansuperoxyd stattgefunden.

In der stark sandigen Lothprobe der Station 131 waren fast alle Muschelschalen stark corrodirt. Es fand sich darinnen auch ein Paar linsengrosser Steinchen mit frischen Bruchkanten. Auf der einen Fläche dunkler, wenn auch nur hellgraubraun, als auf der anderen, erinnerten sie an Steinkrusten. In einem Steinchen stack eine kleine Muschelschale. Um diese hatte eine wesentlich aus kohlen-saurem Kalk bestehende Abscheidung stattgefunden.

Auf Station 160 brachte das Schleppnetz kleine Stücke von Steinkrusten herauf.

Auf Station 128 ergab die Lothung neben Schlamm und zumeist runden Muschelresten einige hanfgrosse Steinchen. Die Dredschung lieferte eine Anzahl von bohnen- und haselnussgrossen Steinkrustenstückchen, welche fast allseitig dunkelgrau und von kleinen Wurmröhren überzogen waren. Wegen Auflösung und Tiefsinkens darunter liegenden Schlammes dürften Reste von Steinplatten auch an der unteren Fläche mit sauerstoffreichem Meerwasser in lange dauernde Berührung gekommen sein.

Unter Station 129 und auch anderweitig waren manche Muschelschalen an ihren Oberflächen ebenso grau bis dunkelgrau wie einzelne Flächen von Steinkrustenstücken. Nach vorhergegangener, entweder durch Ammoniumsalze oder durch Kohlensäure vermittelter Auflösung konnte auch hier eine stellenweise Ansammlung von Mangan als Superoxyd stattgefunden haben.

Grauer Schlamm war den Grundproben aus der Hochsee (und aus dem Golfe von Akaba, mit einer Ausnahme) nicht beigemischt. Es zeigte sich dies besonders bei den mitunter sehr grossen Mengen, welche das Schleppnetz lieferte. So wurden auf Station 27 1500 kg durchaus hellgelblichen Schlammes erhalten. Das Einsickern von sauerstoffhaltigem Meerwasser verhindert die Bildung dunkel gefärbter organischer Stoffe und die von Schwefel-eisen.

In dem wenige Muschelschalen enthaltenden Schlamm von der Dredschung auf Station 33 fanden sich viele kleine Stücke von sehr harten Steinkrusten, welche nur auf den oberen, von Schlamm freien Flächen graubraun, dagegen auf den frischen Bruchflächen und unten, wo der Schlamm anklebte, hellgrau waren. Nach dem Zerreiben unter Wasser liess sich zuerst fast weisser, dann gelblicher, zuletzt relativ sehr schwerer röthlich-bräunlicher Schlamm abschlämmen.

Das aus dem Belknap-Loth in einen Glascylinder entleerte Gemenge von Meerwasser und lehmartigem Schlamm wurde jedesmal nach dem Umrühren eine Minute lang stehen gelassen, damit sich die gröberen Theile des Schlammes absetzen. Wenn dann die trübe Flüssigkeit auf ein Filter gebracht wurde, blieb immer in den ersten Theilen des Filtrats die Trübung erhalten, was vielleicht nicht geschehen wäre, wenn der auf dem Meeresgrunde lagernde Schlamm bloss durch mechanische Sedimentation der vom Festlande stammenden, in das Rothe Meer durch Landwinde oder durch die seltenen Regengüsse getragenen Theilchen entstanden wäre und nicht auch Fällungs- und Lösungserscheinungen zu seiner Bildung beigetragen hätten. Da bei einer Auflösung von Steinkrusten, wie sich schon im Ägäischen Meere gezeigt hatte, bei Gegenwart von sauerstoffreichem Meerwasser eine Anreicherung von Mangan und Eisen, weil deren Oxyde am schwersten löslich sind, stattfindet und auch bei dem Schlamm zu erwarten ist, eine solche Anreicherung aber im grössten Theile des östlichen Mittelmeeres und der Hochsee des Rothen Meeres nicht vorhanden ist, müsste man in erster Linie daran denken, dass durch Fällungsprozesse sehr feine, durch das

Filter leicht hindurchgehende Schlammtheilchen entstehen.

Über der, die beiden mehr als 1000 *m* tiefen Gebiete der Hochsee trennenden niedrigen Bodenschwellung liegen die Stationen 113 und 114. Auf ersterer Station lieferte das Loth lehmartigen Schlamm mit zumeist abgerundeten Muschelschalen und mit kleinen Steinkrustenstückchen, welche aussen nicht sehr, innen ganz wenig graubraun gefärbt waren und sich in verdünnter Salzsäure unter starkem Brausen zum grössten Theile lösten, einen rostfärbigen flockigen Rückstand hinterlassend. Auf Station 114 enthielt das Loth neben wenigen Muschelschalen einen lehmartigen Schlamm, der etwas weisslicher als gewöhnlich war. Das Schleppnetz lieferte daselbst einige Dutzend ganz kleiner Stückchen von dünnen Steinkrusten. Die meisten waren auf der einen Seite hellgrau, dagegen auf den anderen und im Innern weisslich, einige Stücke waren auf allen Seiten hell, andere auf allen Seiten dunkelgrau. Sie wiesen kleine, von Anneliden (Ringelwürmern) herrührende Löcher und kleine Wurmröhrchen auf. Manche Stücke trugen Wurmröhrchen auf allen Flächen mit Ausnahme der frischen Bruchflächen.

Auf Station 104 war das Loth fast leer, es hatte sich ein Steinkrustenstückchen in das untere Ventil eingeschoben. Bei der Dredschung zeigte sich ein unregelmässiger Zug, welcher einmal bis 1500 *kg* stieg. Das Netz kam zerrissen herauf, doch fanden sich im Sackende neben Schlamm drei ziemlich grosse Stücke von Steinkrusten, viele kleine Stücke, von welchen ein Theil zahlreiche Wurmröhrchen trug, ferner Muschelschalen, Krebse, Seesterne und Würmer. Das grösste Steinkrustenstück war 27 *cm* lang, 17 *cm* breit und 2—6 *cm* dick. Es war fast allseitig dunkelgrau, nur an der unteren Fläche klebte an den Stellen, wo die Steinplatte auf dem Grundschlamm aufgelegt war, etwas von diesem lehmartigen Grundschlamm. Es war auch hier durch Lösungsvorgänge¹ die Steinplatte wegen

¹ Wie überhaupt die oberste Schicht, auch des nur schlammigen Meeresgrundes, fast immer von der Auflösung verschont bleibt und durch Bildung von Niederschlägen aus klarem Meerwasser, sowie durch Sedimentation eine Zunahme erfährt, während in den unteren Schichten des

Bildung von Hohlräumen unter ihr zum grössten Theil in fast allseitige Berührung mit sauerstoffreichem Meerwasser gekommen. Auf allen Seiten sehr uneben, theils wie fein ciselirt aussehend, theils grössere Vertiefungen aufweisend, war es überdies an zahlreichen Stellen durchlocht. Einige Löcher waren nur 2—5 *mm* weit, vier Löcher waren grösser und conisch; es betrug ihr »unterer« Durchmesser 12, ihr »oberer« 22 *mm*. Während diese Öffnungen frei waren, zeigten sich andere ebenso conische Löcher entweder blos »unten« oder in ihrer ganzen Länge durch festgewachsene, vor Zeiten beim Einbrechen der Steinplatte in Hohlräume hineingeschobene oder hineingefallene Steinplattenstückchen verstopft. Die frischen Bruchflächen waren hellgrau, stellenweise weisslich. Wie immer im Rothen Meere war das Gefüge mehr körnig, weniger homogen als bei den Steinkrusten des Mittelmeeres. Beim Zerschlagen des Steinstückes kam aus einem kleinen »Bohrloche« von 1 *mm* Durchmesser eine lebende, wurmförmige Holothurie heraus. An der »oberen« Fläche hatte sich stellenweise eine hautähnliche thierische Absonderung von phosphorartigem Geruch, wie ihn auch die gallertartigen Hüllen von Korallenstöcken besitzen,¹ gezeigt. Ein kleineres, im Netz vorgefundenes Steinkrustenstück war besonders stark körnig, sah wie cementirter Muschelsand aus und besass stellenweise eine Rostfarbe, bedingt durch Anhäufungen von Eisenoxyd.² Ferner waren im Netz zwei Steinkrustenstücke gewesen, von welchen das eine die Form eines conischen Rohres besass, dessen innere Durchmesser mit den Weiten der früher erwähnten, das grosse Steinkrustenstück durchsetzenden Löcher übereinstimmten, während das andere aus zwei dünnen Platten bestand, die unter Zwischenlagerung einer wenig corrodirtten Muschelschale und einiger Steinkrustenstückchen

Meeresgrundes das Überhandnehmen der bei der Oxydation organischer Substanzen (auf Kosten des gebundenen Sauerstoffes von Sulfaten) entstehenden Kohlensäure Lösungsvorgänge begünstigt.

¹ Ozon konnte in der Luft neben diesen, theils der Eintrocknung, theils der Fäulniss unterliegenden Korallenhüllen nicht nachgewiesen werden.

² Siehe Beschreibung von Steinkrustenstücken in der III. Abhandlung über das östliche Mittelmeer (1893).

aneinander gekittet waren. Steinkrustenstücke beider Arten habe ich im Ägäischen Meere vorgefunden und im Schlussbericht über das östliche Mittelmeer besprochen. Lösungsvorgänge konnten nicht nur eine Erweiterung ehemals vielleicht ganz enger, von Anneliden herrührender, von ihnen entweder gebohrter oder während der Steinkrustenbildung frei gehaltener Canäle bewirkt, sondern auch zur Entfernung der durch Mangansuperoxydbeläge nicht oder wenig vor der Wiederauflösung geschützten Steinkrustentheile und somit zur Entstehung der Röhrenform geführt haben. Andererseits konnten Steinkrustenstücke, welche beim Einbrechen von dünnen Steinplatten in Hohlräume aneinander gerathen waren, durch neuerliche Fällungsvorgänge verkittet worden sein.

Über dem Steilabfall des Korallenriffsaumes der afrikanischen Küste befand sich Station 102. Das Schleppnetz brachte daselbst einige Stücke von abgestorbenen Korallen herauf, welche vermuthlich durch die Brandung am Rande eines Riffgebietes abgebrochen und dann hinabgesunken, beziehungsweise durch die Meeresströmung vertragen worden waren. Ferner fanden sich im Netz zwei platte Steinkrustenstückchen, von welchen das eine fast allseitig dunkelgrau, vielleicht durch die Strömung vertragen und das andere fast allseitig hell lehmfarbig, durch das Netz frisch abgebrochen war.

Ebenfalls über dem Steilabfall eines Riffgebietes, diesmal vor der asiatischen Küste, befand sich Station 120. Im Schlamm der Lothprobe waren neben Muschelschalen viele kleine Steinkrustenstückchen. Nur an wenigen grösseren von ihnen haftete etwas Lehm, die meisten waren allseitig dunkelgraubraun. Alle waren sehr hart und im Innern hellgraubraun. Beim Dredschen zeigte sich kein besonderer Zug, wie ihn ausgedehnte Steinkrustenplatten veranlassen. Das Netz kam fast leer herauf; Schlamm und »Sand« waren anscheinend beim Heraufziehen zumeist ausgewaschen worden. Es dürften auch unter dieser Station nur Reste einer zum grössten Theil der Wiederauflösung verfallenen Steinkrustenbedeckung des schlammigen Meeresgrundes vorhanden gewesen sein.

Auf Station 69 brachte das Schleppnetz kleine, nur 3—6 *mm* dicke Steinkrustenstücke herauf, welche wahrschein-

lich auch Reste ehemaliger dicker und ausgedehnter Platten darstellten. Doch wies hier der Umstand, dass alle Stücke hellbraun und die meisten sehr mürbe waren, darauf hin, dass sie vor längerer Zeit im Schlamm des Meeresgrundes eingebettet worden waren. Nachdem Steinplatten im Schlamm eingesunken oder mit einer neuen Schlammschicht überdeckt worden waren, hat anscheinend die reducirende Thätigkeit der im Schlamm enthaltenen organischen Substanzen den Mangansuperoxyd belag zum Verschwinden gebracht, so dass die Steine leichter der Auflockerung und Lösung zugeführt werden konnten.

Auf Station 57 wurden mit dem Schleppnetz sehr harte, aber auch nur kleine Steinkrustenstücke erhalten.

Auf Station 46 übte das Schleppnetz einen starken Zug auf das Drahtseil aus. Es kam leer herauf; vielleicht hatte sich auf dem Meeresgrund der Netzsack umgestülpt. In einer der am eisernen Netzrahmen hängenden Hanfquasten (Schwabber) fand sich ein hartes, dünnes, wenig graubraunes Steinkrustenstückchen.

Von den auf Station 88 mit dem Schleppnetz erhaltenen Steinkrustenstückchen trug eines eine lebende Tiefseekoralle, an einem anderen haftete eine lebende kleine Muschel. An einem dritten Steinstückchen war eine aus zusammengekiteten weissen Muschelkörnchen bestehende, in verdünnter Salzsäure unter Aufbrausen vollkommen lösliche Wurmröhre vom inneren Durchmesser 3 *mm*.

Was endlich das hier im Süden angetroffene, mehr als 1500 *m* tiefe Gebiet betrifft, so brachte das Loth nicht nur auf Station 85, sondern auch auf Station 75 dunkelrothbraunen Schlamm herauf. Annähernd dieselbe Farbe zeigten, und zwar ebenfalls wegen Anreicherung von Eisenoxyd und Mangansuperoxyd, manche Theile der Wüstenlandschaften im Gebiete des Rothen Meeres, z. B. die höheren Theile der kleinen Insel St. Johns, sowie Hügel und Berge längs vieler Strecken der Festlandsküsten. In den Schlammproben der beiden Stationen 75 und 85 waren einige kleine spitze Muschelschalen. Die bei diesen Lothungen erhaltenen Mischungen von Schlamm und Meerwasser gaben, aufgerührt und nach einer

Minute filtrirt, sofort klare Filtrate. Die feinsten Theilchen waren also etwas grösser als in den lehmfarbigen Schlammproben.

Am mannigfaltigsten war, wie sich schon aus dem früher Gesagten ergibt, der Inhalt des Schleppnetzes auf Station 86 (Meerestiefe = 2190 *m*). Der durch Steinkrustenplatten veranlasste Zug war daselbst so stark gewesen, dass der aus mehr als armdicken eisernen Gasröhren hergestellte Netzrahmen verbogen ward.

In Betreff der analysirten vier Gesteinsarten ¹ sei zunächst noch Folgendes erwähnt:

Das durch Zerreiben des hellbraunen Steinkrustenstückes erhaltene feuchte Pulver war heller als der Schlamm der Stationen 75, 85 und 86, jedoch etwas dunkler als der lehmartige Schlamm, welcher den grössten Theil des Grundes im Rothen Meere und im Mittelmeer bedeckt.

Das durch die ganze Masse braune Steinkrustenstückchen stellt vielleicht einen durch theilweise Lösung bedingten Übergang zu einem Manganknollen dar. Letztere sind charakteristisch für einige, zumeist sehr tiefe Gebiete des Oceans, wurden jedoch von Sir John Murray auch vor der Küste (zumal in Buchten) Schottlands in seichtem Wasser gefunden.²

Die blaugraue Zone des kleinen leicht zerreiblichen Stückes enthielt weder Schwefeleisen noch braunsteinartiges Manganoxyd. Die Farbe dürfte theils durch organische Substanzen, theils durch Eisenoxydulsilicat bedingt gewesen sein. Die ein sehr geringes specifisches Gewicht besitzenden Bruchstücke verloren bei fünftägigem Liegenlassen an der Luft die Farbe der Zone nicht und gaben beim Zerreiben ein graues Pulver, welches wie das in heisser Salzsäure Unlösliche des dunkelrothbraunen Schlammes der Station 85 aussah.

Die beiden platten, erzartigen Gesteinsstückchen schliesslich gaben beim Zerreiben ein dunkelrothbraunes Pulver, welches etwas mehr roth als der dunkelrothbraune Schlamm der Stationen 75 und 85 war.

¹ Siehe Tabelle VI *a*.

² Buchanan, Trans. Roy. Soc. Edin. 36, 459 (1891); Murray und Irvine, ebenda, 37, 721 (1894).

Der an dem Grade der Rothfärbung erkennbare Eisen-gehalt war nicht nur bei diesen vier Gesteinsarten und an einzelnen Stellen der beiden platten, rothbraunen Gesteinsstückchen verschieden gross. Er wechselte auch bei den anderen Gesteinsstücken und Gesteinsstücktheilen. Einige von den zumeist aus kohlen-saurem Kalk bestehenden Steinkrustenstücken dieses Schleppnetzzuges in der grössten Tiefe der Hochsee waren stellenweise mit einer weissen, mürben Masse bedeckt, die zum Theil aus Quarzpulver, zum Theil aus kleinen stark verwittert aussehenden Muschelschalen bestand. Eine Säure hätte, wenn sie an die betreffenden Stellen der Steinkrusten gekommen wäre, einen derartigen Lösungsrückstand bilden können. Auch die ungemein grossen Schwankungen im Gehalt an kohlen-saurem Kalk, welche nahe bei einander befindlichen Grundstellen dieses tiefsten Hochseegebietes eigenthümlich sind, würden sich durch die Annahme des stellen- oder zeitweisen Vorkommens einer Säure leicht erklären lassen, besonders dann, wenn die Säure dadurch entstände, dass schwach basisches Eisenoxyd zur Abscheidung gelangt.

Wenn wirklich, wie es nach den oben dargelegten That-sachen wahrscheinlich ist, das Rothe Meer ebenso wie das Marmara-Meer und das Ägäische Meer dadurch eine Vertiefung erleidet, dass stellen- oder zeitweise bereits in der obersten Lage des Grundschlammes Lösung vor sich geht, so ist es möglich, dass ehemals in tieferen Lagen gewesener schwefeleisenhaltiger Schlamm, in dem Maasse, als die darüber befindlichen Schlammschichten gelöst werden, mehr oder weniger blossgelegt wird. Das Schwefeleisen oxydirt sich, sobald es mit sauerstoffhaltigem Meerwasser in Berührung gekommen, zu Eisenvitriol. Bei überschüssigem Sauerstoff ist die Bildung von basischem Eisenoxydsulfat und von Schwefelsäure, beziehungsweise, weil immer kohlen-saurer Kalk vorhanden, die von Eisenoxydhydrat und Gyps zu erwarten. Die fortwährende Erneuerung des Meerwassers in der Decke des Grundschlammes verhindert auch für diesen Fall eine Anreicherung des Gyps, so dass er nirgends auskrystallisiren kann.

Im Ocean ist bei einer bis an den Grund reichenden Wasserbewegung wegen der viel bedeutenderen Länge der Strecken, durch welche Schwimmkörperchen vertragen werden können, eine vollständige Auflösung solcher Körperchen, seien es kleine Muschelschalen u. dgl. oder kosmische Staubtheilchen, besonders wahrscheinlich. Es ist vielleicht auch im Ocean das Vorhandensein grösserer Mengen von Eisenoxyd auf dem Meeresgrund, welches für die tiefsten Gebiete charakteristisch ist, ein Zeichen dafür, dass bereits in der obersten Lage des Meeresgrundes theilweise Lösungen vor sich gehen, so dass der Meeresgrund langsam tiefer sinkt.

Ein Steinkrustenstück vom Schleppnetzzug auf Station 86 macht es wahrscheinlich, dass auf dem Meeresgrunde zeitweise an denselben Stellen, an welchen sich sonst Steinkrusten bilden, pulverige, schlammige Niederschläge entstehen.

Ein 30 cm^2 grosses, 1 cm dickes Steinstück mit frischen, von der Dredsung herrührenden Bruchkanten war auf beiden Seiten mit etwas heller braun gefärbtem, festhaftendem Schlamm bedeckt. Sowie in früher erwähnten Fällen, wo es sich jedoch immer um kleine Steine gehandelt hat, zeigte sich als eine Folge dessen, dass die Steinplatte im Schlamm eingebettet war, eine gegen sonst verringerte Härte, es war der zur Verfestigung beitragende Mangandioxydbelag verschwunden. Geänderte Strömungsverhältnisse, das Hinabgelangen von organischen, später kohlen-saures Ammonium liefernden Schwimmkörperchen, sowie von Muschelschalen und anderen Hartkörperchen, welche den chemischen Fällungsprocess fortwährend stören, könnten die Ursachen der zeitweisen Bildung pulveriger Niederschläge sein. Die Bildung der letzteren hängt vielleicht auch damit zusammen, dass in den Meerestiefen Schlamm aufgewühlt werden kann, entweder in Folge eines Erdbebens oder dann, wenn Theile sehr steiler schlammiger Abhänge, welche im Gebiete der grössten Tiefen des Rothen Meeres vorhanden sind, nach vorausgegangenen Lösungen, durch welche untere Theile der Abhänge entfernt oder Hohlräume im Schlamm geschaffen

worden sind, abrutschen oder einbrechen.¹ Den aufgewühlten Schlamm lässt das Meerwasser (als Salzlösung), bevor er noch durch Strömungen weit vertragen worden, wenigstens teilweise wieder zu Boden sinken.

Darauf, dass ein auf einer Steinplatte zur Ablagerung gekommener Schlamm sich in eine neue Steinplatte verwandeln oder sich mit einer solchen bedecken kann, deutet das letzte zu erwähnende Gesteinsstück dieses Schleppnetz-zuges (von Station 86) hin. Es war geschichtet; die Dicke der beiden Schichten schwankte etwas an den einzelnen Stellen, wich jedoch zumeist wenig von je 5 *mm* ab. Die obere Schichte war, besonders an und nahe der »oberen« Fläche des ganzen Stückes, an welcher kein Schlamm klebte, viel härter als die untere Schicht. Die scharfe Grenze zwischen den beiden Schichten wies Spuren des Manganbelages auf, der hier gewesen war, bevor sich darauf Schlamm abgelagert hatte, und darüber die neue Steinplatte entstanden war. Besonders in dem unteren Theile der oberen Schichte waren sehr mürbe kleine Muschelschalen eingeklemmt und eingekittet. Endlich ist noch anzuführen, dass 1—3 *mm* weite Wurmböhrungen beide Schichten durchzogen. Die meisten von ihnen waren gekrümmt, einige gingen so gerade durch beide Schichten, dass man hindurch sehen konnte.

Diese Wurmböhrungen sind auf dem Meeresgrunde insofern von Bedeutung gewesen, als sie, ebenso wie alle anderen Unterbrechungen der Plattenbildungen, dem sauerstoffhaltigen Meerwasser Gelegenheit geboten haben, auch in den von Steinkrusten bedeckten Grundschlamm zu gelangen.

¹ Auch im Marmara-Meer sind, wie ich bereits in der auf dieses Meer bezüglichen Abhandlung hervorhob, solche Erscheinungen begünstigende Verhältnisse vorhanden. Es ist möglich, dass Derartiges die Ursache der dortigen Erd- und Seebeben im Sommer 1894 war. Nach diesen Beben ist von einer russischen Expedition an einigen Stellen des Marmara-Meereres eine dabei eingetretene Zunahme der Meerestiefe nachgewiesen worden.

Untersuchungen und Beobachtungen auf dem Festlande und auf Inseln.

Etwas südwestlich von dem kleinen Fort Mersa Halaïb an der afrikanischen Küste, zwischen ihm und dem Ende eines von niedrigen Hügeln gebildeten, spärliche Vegetation aufweisenden Thales (Wadi) ohne perennirenden Wasserlauf befindet sich ein Brunnen, welcher das Trinkwasser für die längs des Strandes sich hinziehende Soldatenniederlassung liefert. Erst weit landein ragt hohes, kahles, mannigfach geformtes Gebirge auf. Der Wasserspiegel des Brunnens liegt 1.5 m tief und befindet sich genau oder fast genau in der Höhe des Meeresniveau. Am 16. November 1895 Morgens wurde Wasser, das nahezu vollkommen klar war, zur Analyse genommen. Seine Temperatur betrug 27.8° C ; es schmeckte schwach salzig. In Folge Gehaltes an salpetriger Säure und Salpetersäure gab es mit Jodzinkstärke-Schwefelsäure und mit Diphenylamin-Schwefelsäure sofort starke Blaufärbungen. Relativ gross waren auch die Mengen von Ammoniak und organischen Substanzen. Auf 1 l Wasser wurden $0.03\text{ cm}^3 = 0.000025\text{ g}$ fertig vorhandenes und 0.29 cm^3 bei Oxydation der organischen Substanzen sich bildendes, gasförmiges Ammoniak gefunden; die beim Kochen mit einer alkalischen, titrirten Lösung von übermangansaurem Kalium aufgenommene Sauerstoffmenge betrug 3.58 cm^3 pro Liter Wasser. Beim Austreiben mit titrirter Salzsäure und Zurücktitriren mit Barytwasser ergaben sich 17.90 cm^3 ganz gebundener Kohlensäure (ebenfalls auf 0° und 760 mm Druck bezogen). Der Umstand, dass das Wasser erst nach dem Erhitzen (und Wiedererkalten) mit Phenolphthaleïn eine Rothfärbung gab, zeigte die Gegenwart überschüssiger, freier Kohlensäure an. Wegen des geringen Carbonatgehaltes trübte sich das Wasser nicht oder fast nicht beim Kochen.

1000 g Wasser enthielten 0.336 g Cl , 0.449 g SO_4 , 0.048 g CO_2 (Ausdruck für die ganz gebundene Kohlensäure) und lieferten nach dem Abrauchen mit Schwefelsäure 1.498 g Sulfatrückstand.

Auf 100 Theile Chlor kommen: 133·63 Theile SO_4 , 14·29 Theile CO_3 , 445·83 Theile Sulfatrückstand, 0·0077 Theile NH_4 . —

Von der durch das Ras Benas gebildeten Bucht aus, an welcher in spätrömischer Zeit die kleine Stadt Berenice lag, und deren Umgebung heutzutage nur selten von Beduinen besucht wird, benützte ich einen Vormittagsausflug, um in verschiedenen Entfernungen vom Meere den zumeist flachen und sandigen Boden auf seinen Salzgehalt zu prüfen.

Circa 1000 Schritte vom Strande entfernt aufgelesener Sand ergab in 100 Theilen $0\cdot205\text{ cm}^3 = 0\cdot00016\text{ g}$ fertig vorhandenes und $0\cdot086\text{ cm}^3$ bei Oxydation der organischen Substanzen entstehendes Ammoniak. Die aus übermangansaurem Kalium aufgenommene Sauerstoffmenge betrug $1\cdot912\text{ cm}^3$. Beim Erhitzen mit Salzsäure entwichen $1\cdot20\text{ cm}^3\text{ CO}_2 = 0\cdot0032\text{ g CO}_3$. Der Chlorgehalt belief sich auf 5·46, der SO_4 -Gehalt auf 0·67%.

Circa 2 *km* vom Strande entfernt gesammelter Sand ergab in 100 Theilen $0\cdot397\text{ cm}^3 = 0\cdot00031\text{ g}$ fertig vorhandenes und $0\cdot126\text{ cm}^3$ bei Oxydation der organischen Substanzen sich bildendes Ammoniak. Die aus übermangansaurem Kalium aufgenommene Sauerstoffmenge betrug $2\cdot457\text{ cm}^3$. Carbonate waren nicht vorhanden. Der Chlorgehalt belief sich auf 4·61, der SO_4 -Gehalt auf 0·51%.

In 4 und in 6 Kilometer Entfernung vom Strande (in circa 3 und 6 *m* Höhe, in letzterem Falle zwischen Felshügeln, welche von Flugsand stark corrodirt waren), enthielt der Stepensand so geringe Mengen von Chloriden, Sulfaten und Carbonaten, dass je 60 *g* von ihm nicht genügten, um die Gewichtsverhältnisse zwischen ihnen festzustellen.

Im Meerwasser kommen auf 100 Theile Chlor 14 Theile SO_4 und 0·4 Theile CO_3 .

Das Salz in 1000 Schritt Entfernung vom Strande enthielt auf 100 Theile Chlor 12·3 Theile SO_4 und 0·06 Theile CO_3 , das in 2 *km* Entfernung vom Strande 11·1 Theile SO_4 und keine Kohlensäure.

Der Ammoniakgehalt des den Schlamm des Meeresgrundes durchsetzenden Wassers ist grossen Schwankungen unter-

worfen. Im Maximum enthielt das Schlammwasser des Rothen Meeres auf 100 Theile Chlor 0·0017 und das des östlichen Mittelmeeres 0·0025 Theile NH_4 .

Das Salz in 1000 Schritt Entfernung vom Strande wies neben 100 Theilen Chlor 0·0031 Theile NH_4 und das in 2 *km* Entfernung 0·0072 Theile NH_4 auf.

Während das Verhältniss zwischen Chloriden und Sulfaten vorwiegend dadurch gestört worden sein dürfte, dass sie wegen ihrer verschiedenen Diffusionsgeschwindigkeiten in dem vom Meeresgrunde aus im Steppenboden vordringenden (und den Salzen vorauseilenden) Wasser eine theilweise Trennung erfahren haben, kommt bei den Ammoniumsalzen der Umstand dazu, dass aus organischen Substanzen, welche in Lösung mitgeführt werden, neues Ammoniak entstehen kann.

Anscheinend deshalb, weil eine Ammoniak bildende Oxydation von organischen Substanzen stattgefunden hat, übertrifft das fertig vorhandene Ammoniak an Menge bedeutend das bei künstlicher Oxydation entstehende Ammoniak. Aus dem näher beim Meere gesammelten Sande liessen sich bei der Oxydation mit übermangansaurem Kalium nur vier und aus dem anderen Sande nur drei Zehntel von dem bereits vorhandenen Ammoniak gewinnen. Um ein Molekül Ammoniak zu bekommen, mussten im ersteren Falle 22 und in letzterem Falle 20 Moleküle Sauerstoff zugeführt werden.

Sowohl das freibewegliche Meerwasser als auch das den Grundschlamm durchsetzende sind frei von Salpetersäure und nahezu frei von salpetriger Säure gefunden worden.¹ Das Salz des Steppenbodens in 1000 Schritt Entfernung vom Strande gab eine ziemlich starke, das in 2 *km* Entfernung eine schwache Reaction auf Salpetersäure. Der Gehalt an salpetriger Säure war in beiden Fällen gleich und nicht grösser, als er sich auch im Meere öfters gezeigt hatte. In 4 und 6 *km* Entfernung konnten weder Salpetersäure noch salpetrige Säure nachgewiesen werden.

¹ Nur dann, wenn die Wasserproben sogleich nach ihrer Gewinnung untersucht wurden. — Siehe III. Abhandlung über das östliche Mittelmeer (1893).

Von den wässerigen Auszügen der beiden stark salzigen Sandproben reagirte (gegen Phenolphthaleïn) der eine etwas stärker alkalisch als gewöhnliches Meerwasser, der andere (der des Sandes aus 2 *km* Entfernung vom Strande) war neutral. Von den beiden nur Spuren von Salzen enthaltenden Sandproben gab die aus 4 *km* Entfernung vom Strande eine wässerige Lösung, welche viel stärker alkalisch, und die aus 6 *km* Entfernung eine solche, welche nur wenig stärker alkalisch reagirte als gewöhnliches Meerwasser. Locale Verwitterungen von Gesteinstheilchen mögen zum Zustandekommen letzterer Unterschiede beigetragen haben. —

Südwestlich von der Stadt Suez befindet sich der steile, in der Richtung des Golfes von Suez und der Hochsee des Rothen Meeres, nämlich von NNW zu SSO verlaufende Abhang des Ataka-Gebirges. Würde sich das Gebirge gegen, SSO fortsetzen, so würde es annähernd in die Mitte der Golfbreite fallen. In dem schmalen und kurzen Raum zwischen seinem südlichsten Theile und dem nördlichsten Theile der ziemlich gerade verlaufenden Ostküste des Golfes von Suez liegt die Bucht von Suez.

Am Vormittag des 29. März 1896 wurde der untere Theil des Abhanges und sein schmales Vorland dort abgegangen,¹ wo das Wasser der Bucht von Suez am nächsten heranreicht.

In der ca. 1000 Schritte breiten Ebene zwischen dem Fuss des Gebirges und dem Meeresstrand werden in nächster Nähe des letzteren Steine gebrochen, und zwar besonders im Sommer, da im Winter das Meerwasser die niedrigeren Theile der Bruchstellen bedeckt, umsomehr als landein öfters auch Vertiefungen ausgehoben worden sind, welche unter die Meereshöhe hinabreichen. Das harte, poröse, theils breccien- theils conglomeratartige Gestein besteht aus hellen und dunklen Steinchen, aus Muschelschalen und Korallenstückchen, welche durch ein feines und grobes, sich zumeist aus Fragmenten von Muschelschalen und Korallenskeletten zusammensetzendes, erhärtetes Pulver verkittet sind. An den Aussenflächen des Gesteines hafteten manchmal kleine Gyps-

¹ Der Gouverneur von Suez stellte Bedeckungsmannschaft zur Verfügung.

krystalle, einen dünnen, glänzenden Überzug bildend. Zur Untersuchung wurden nur Stücke verwendet, welche mit dem Hammer derart herausgeschlagen worden waren, dass sie nur frische Bruchflächen aufwiesen. Solche Stücke wurden später in einer Reibschale weiter zerschlagen. Das die Steinchen und grösseren Muschelschalen Verbindende zerfiel dabei leicht. Steinchen, Muschelschalen etc. wurden möglichst vollkommen entfernt, und dann das feinkörnige Verbindende pulverisirt. Das so erhaltene Pulver wog beiläufig halb so viel als die Gesteinsstücke vor dem Zerschlagen.

25 g dieses Gesteinspulvers wurden mit 180 cm^3 ausgekochten Wassers bei Zimmertemperatur behandelt, wobei noch etwas, durch blosse Verdunstung von Meerwasser zur Abscheidung gekommener Gyps ungelöst blieb. Es wurde deshalb eine kleine Menge des Pulvers mit viel Wasser vollkommen extrahirt. Die Untersuchung der beiden wässerigen Lösungen ergab, dass im Gesteinspulver 0·47% Cl und 1·10% Salz (Abdampfungsrückstand, bei 175° getrocknet) enthalten waren. Bei vollkommener Extraction enthielt die wässerige Lösung doch nicht viel mehr Gyps als das Meerwasser, denn es kamen darin auf 100 Theile Chlor nur 234 Theile »Salz«¹. Die zuerst bereitete wässerige Lösung reagierte viel weniger alkalisch als Meerwasser und gab eine relativ sehr starke Reaction auf salpetersaure Salze.

Das mit Wasser bis zur vollständigen Auflösung des Gypses gewaschene und dann bei 100° getrocknete Gesteinspulver bestand zumeist aus kohlensaurem Kalk (81·55%). Daneben waren 12·50% Magnesiumcarbonat. Es kamen also auf 100 Moleküle $CaCO_3$ nur 18 Moleküle $MgCO_3$. In heisser Salzsäure hatten sich ferner 0·36% Al_2O_3 , 0·22% Fe_2O_3 , 0·027% MnO und 0·33% SO_3 gelöst. Die letzte Zahl zeigt die Menge der in Form von basischen Sulfaten (von Eisenoxyd, Thonerde, Magnesia) im Gestein vorhandenen Schwefelsäure an. Sowohl in Salzsäure, als auch in kochender Sodalösung, welche sich ganz schwach gelbbraun färbte,

¹ Im Meerwasser kommen auf 100 Theile Chlor 181 Theile Gesamtsalz.

waren 3·42% unlöslich; es waren theils graubraune Flocken, theils fein krystallisirte glänzende Quarztheilchen.

Eine grössere Menge des Gesteinspulvers wurde, um unlösliche oxalsaure Salze zu zerlegen, mit concentrirter Soda-lösung gekocht. Diese Auskochung gab beim Ansäuern einen starken, gallertartigen Kieselsäure-Niederschlag. Von Oxalsäure (wasserfrei) wurden nur 0·004% gefunden. Der Goldgehalt betrug höchstens 0·00008%, der Gehalt an Nickel und an Kupfer höchstens 0·00067 und 0·00013%.

Wegen des Gehaltes an organischen Substanzen und an Eisenoxydulverbindungen wurde von dem nicht mit destillirtem Wasser gewaschenen Gesteinspulver 0·1% Sauerstoff aufgenommen. Bei der Destillation mit Wasser und Magnesia wurden 0·0135 und bei der Oxydation mit übermangansaurem Kalium 0·0015% Ammoniak gewonnen. Es kommt also auf einen Theil des fertig vorhandenen Ammoniaks nur 0·1 Theil bei der Oxydation entstehendes. Damit ein Molekül Ammoniak entstand, mussten 35 Moleküle Sauerstoff zugeführt werden.

In der Nähe der Landungsstelle bildet ein älterer, aufgelassener Steinbruch, welcher für den Bau der Hafenanlagen am Süden des Suezcanales benützt worden war, den untersten Theil des eigentlichen Gebirgsabhanges. Während die oberen Theile des Abhanges aus mächtigen horizontalen oder fast horizontalen Schichten bestehen, sind hier unten nur undeutliche Anzeichen einer Schichtung vorhanden. Versteinerungen, Muschelschalen u. dgl. fehlen hier, in den höheren Lagen dieses Abhanges und in fast allen übrigen besuchten Gebirgen um das Rothe Meer ganz oder fast ganz. Es ist wahrscheinlich, dass vorhanden gewesene Muschelschalen etc. wegen eingetretener Lösung unter gleichzeitigen chemischen Änderungen oder ohne solche verschwanden, oder derart verändert wurden, dass sie nicht mehr zu erkennen sind.

In diesem Steinbruch war stellenweise die Aussenfläche des Gesteines mit einer weissen, ca. 1 mm dicken, krystallisirt aussehenden Kruste bedeckt. Im Innern des Gesteines kamen beim Zerschlagen eben so dünne oder wenig dickere, blättrige Lagen zum Vorschein, welche dasselbe Aussehen hatten und

anscheinend die Ausfüllung ehemaliger Gesteinsprünge darstellten. Zum Theil unter dem Einfluss des hier zwar sehr seltenen Regenwassers mag in Folge Lösung und Wiederabscheidung diese an sich unbedeutende Stoffzufuhr und Gesteinsbildung stattgefunden haben. Sowohl die blätterigen Lagen im Inneren des Hauptgesteines als auch die von den Steinbrucharbeitern vor einigen Jahren blossgelegten Gesteinslamellen, welche jetzt den Eindruck von Krusten machen, liessen sich durch Daraufschlagen mit dem Pistill vom Hauptgestein abtrennen. Sie schmeckten nicht salzig, enthielten nur Spuren von Gyps, ganz wenig Magnesiumcarbonat und bestanden zumeist aus kohlensaurem Kalk. Zum Theil kann in ihnen die Substanz ehemaliger Muschelschalen u. dgl. vorliegen.

Vom hell-gelblichgrauen, sehr harten Hauptgestein hatte nur ein Theil der Bruchflächen einen salzigen Geschmack. Nach dem Zerschlagen in kleine Stücke wurden von diesen solche ohne weisse Lagen von kohlensaurem Kalk ausgesucht und gepulvert.

Gyps war nur in ganz geringen Mengen darin, so dass für 25 g des Pulvers 220 cm^3 Wasser genügte, um alles Lösliche zu entfernen. Die Untersuchung der Lösung ergab, dass im Gesteinspulver 0·04% Chlor und 0·14% Gesamtsalz (bei 175° getrocknet) enthalten waren. Es kamen also auf 100 Theile Chlor 350 Theile Salz, welches Verhältniss ziemlich bedeutend von dem für Meerwasser charakteristischen abweicht. Die Lösung hatte viel stärker alkalisch reagirt als Meerwasser und nur eine ganz schwache Salpetersäurereaction gegeben. Der Abdampfungsrückstand der Lösung stellte ein amorphes Häutchen dar, welches beim Erhitzen auf dem Platinbleche verkohlte.

Die Zusammensetzung des mit Wasser gewaschenen Gesteinspulvers näherte sich der des Dolomites. Neben 55·53% $CaCO_3$ waren 41·96% $MgCO_3$. Auf 100 Moleküle des ersteren kamen 90 Moleküle des letzteren. Die gefundene Kohlensäure (Bestimmung aus dem Gewichtsverlust mit heisser Salzsäure) genügte übrigens nicht für die gesammte Menge der alkalischen Erden. 1·55% MgO waren darnach als Silicat

vorhanden. Als in einer in kochender, fast concentrirter Salzsäure löslichen Form zugegen haben sich ferner 0.08% Al_2O_3 , 0.07% Fe_2O_3 , 0.008% MnO und 0.024% SO_3 gezeigt. In Salzsäure und Sodalösung unlöslich waren nur 0.14% .

Von Oxalsäure fanden sich 0.0049 und von Gold höchstens 0.00011% ,¹ Nickel und Kupfer waren nicht vorhanden.

Von Ammoniak waren 0.007% fertig vorhanden und entstanden 0.0005% bei der Oxydation der organischen Substanzen. Es kamen also auf einen Theil des ersteren nur 0.07 Theile des letzteren. Um ein Molekül Ammoniak zu bekommen, mussten 43 Moleküle Sauerstoff zugeführt werden. Es wurden nämlich 0.04% Sauerstoff aus Kaliumpermanganat aufgenommen.

Beim Aufstieg wurden von der ersten weissen (fast weissen) Schicht des Abhanges gelblich-röthlich-weiße, ziemlich mürbe Steinstücke genommen. Am stärksten röthlich waren die Innenflächen der andeutungsweise vorhandenen Risse (Flächen leichter Spaltbarkeit). Das specifisch leichte Gestein gab ein lockeres Pulver,² welches etwas röthlicher war als das Pulver der manche Stellen des Meeresgrundes bedeckenden, zumeist aus kohlenurem Kalk bestehenden Steinkrusten.

Gyps war nur in sehr geringen Mengen vorhanden, so dass eine kleine Wassermenge hinreichte, alles Lösliche zu entfernen. Die wässerige Lösung war gegen Phenolphthalein und Congoroth neutral und gab eine ebenso starke Salpetersäure-reaction wie der wässerige Auszug des aus zusammengekiteten Muschelschalen etc. bestehenden Gesteines neben dem Strande. Auf 100 Theile Chlor kamen 310 Theile Salz; es waren nämlich 0.78% des ersteren und 2.42% des letzteren vorhanden.

¹ Eine Goldgewinnung wäre bei den auch hier kaum mehr als Spuren betragenden Mengen und bei dem Umstand, dass ihre gleichmässige Vertheilung eine Anreicherung durch Schlämmen des Pulvers ausschliesst, selbstverständlich nicht lohnend.

² 7 g davon nahmen 6 cm^3 ein, während schon 5 cm^3 des Pulvers des harten Gesteines aus dem ehemaligen Steinbruche am untersten Theil des Abhanges 7 g wogen.

Beim Auflösen des mit Wasser gewaschenen und bei 100° getrockneten Gesteinspulvers in warmer Salzsäure besass die sich entwickelnde Kohlensäure einen an Petroleum erinnernden Geruch. Als nachher das in Salzsäure Unlösliche mit Soda-lösung gekocht wurde, färbte sich die letztere wegen der Anwesenheit organischer Substanzen gelbbraun.

Die Zusammensetzung der Hauptmasse dieses Gesteinspulvers näherte sich noch mehr der des Dolomites. Es kamen auf 100 Moleküle CaCO_3 94 Moleküle MgCO_3 , und zwar waren von ersterem 53·9 und von letzterem 42·4% zugegen. 1·34% MgO waren als in Salzsäure lösliches Silicat vorhanden. Als in Salzsäure löslich ergaben sich ferner 0·36% Al_2O_3 , 0·17% Fe_2O_3 , 0·022% MnO und 0·007% SO_3 . 1·49% waren in Salzsäure und Sodalösung unlöslich. Von Gold fanden sich höchstens 0·0001% , von Nickel und Kupfer nicht bestimmbare Spuren. Von Oxalsäure ergaben sich 0·0011% . Die Soda-Auskochung des Gesteinspulvers hatte beim Ansäuern mit Essigsäure einen ziemlich starken, gallertartigen Kieselsäure-Niederschlag fallen lassen.

0·013% Ammoniak waren fertig vorhanden, 0·0005% entstanden bei der Oxydation; auf einen Theil des ersteren kommen also 0·04 Theile des letzteren. Aus übermangansaurem Kalium wurden 0·04% Sauerstoff aufgenommen. 43 Moleküle Sauerstoff entfielen auf ein sich bildendes Ammoniakmolekül.

Ein grosser Theil des Abhanges trägt über thonigen Massen eine, zum Theil aus losen Stücken bestehende Decke von einem porösen Gestein, welches innen hell, fast weiss oder gelblich-bräunlich ist, dagegen aussen einen grauen bis schwarzen manganreichen Belag aufweist. Der letztere ist ebenso dünn wie der für Steinkrusten des Meeresgrundes charakteristische.

Dieses Deckgestein liess sich schwerer als das der fast weissen Schicht, aber leichter als das des ehemaligen Steinbruches zerschlagen und pulvern. An manchen Stellen der Oberfläche haben sich Andeutungen gezeigt, dass im Gestein umgeänderte Korallenskelette (Orgelkorallen) enthalten sind.

Nach der Behandlung mit destillirtem Wasser wurden 0·02% Chlor und 0·48% Salz gefunden. Letzteres konnte nur durch Verwendung von viel Wasser ausgezogen werden, denn es war zumeist Gyps. Auf 100 Theile Chlor kommen 2400 Theile Gesamtsalz. Der erste Auszug, welcher alles mit Ausnahme des Restes von Gyps enthielt, war schwach alkalisch und gab nur eine schwache Salpetersäurereaction.

Der Gehalt an $MgCO_3$ war grösser als in dem Gesteinskitt der Steine aus der unmittelbaren Nähe des Strandes, aber kleiner als in den beiden anderen Gesteinsarten des Abhanges. Es kamen auf 100 Moleküle $CaCO_3$ 72 Moleküle $MgCO_3$. Von ersterem waren 60·28, von letzterem 36·29% vorhanden. Ferner ergaben sich als in Wasser unlöslich und in kochender starker Salzsäure löslich 1·44% MgO , 0·18% Al_2O_3 , 0·19% Fe_2O_3 und 0·03% SO_3 . Mangan war in dem Deckgestein selbst nur spurenweise vorhanden, der graue bis schwarze Belag enthielt, wie schon gesagt, viel Mangan, und zwar als Superoxyd.

In Salzsäure und Sodalösung unlöslich waren nur 0·25% Gold, Nickel und Kupfer wurden nicht gefunden. Von Oxalsäure ergaben sich 0·0059, von Ammoniak 0·010%. 0·00009% Ammoniak entstanden bei der Oxydation, d. h. nur 0·009 Theile auf einen Theil des bereits vorhandenen. Bei der Behandlung mit übermangansaurem Kalium wurden 0·03% Sauerstoff aufgenommen; auf ein sich bildendes Ammoniakmolekül kamen 200 Moleküle Sauerstoff.

Die zweite weisse Schicht, bis zu welcher emporgestiegen wurde, ist viel mächtiger als die erste und reich an Gyps, welcher zum Theil ausgedehnte Krystallaggregate bildet. In der weissen Hauptmasse fanden sich rothe Striche, manchmal zeigten sich auch dünne grünliche Lagen.

Ein 300 g schweres, schön krystallisirtes Gypsstück war innen fast rein weiss. Die beiden Hauptflächen des plattenförmigen Stückes, sowie alte Spaltflächen waren hellroth. Der Chlorgehalt betrug nur 0·0086%. Der wässrige Auszug reagierte gegen Phenolphthaleïn und Congoroth neutral und gab fast keine Salpetersäurereaction. Es war fast reiner Gyps (mit zwei Molekülen Krystallwasser). Gold und Nickel wurden

nicht gefunden, Kupfer nur in unbestimmbaren Spuren. Von Oxalsäure ergaben sich 0·0063, von Ammoniak 0·009%. Bei der Oxydation bildeten sich 0·0001% Ammoniak, also 0·01 Theil auf einen Theil des bereits vorhandenen. Von Sauerstoff wurden aus Kaliumpermanganat 0·02% aufgenommen oder 100 Moleküle bei Bildung eines Ammoniakmoleküles. —

Am Nachmittag des 29. März wurden die in der flachen Wüste auf der asiatischen Seite der Bucht von Suez, eine halbe Stunde landein gelegenen Mosesquellen besucht. Aus dem Bassin der am stärksten fließenden Quelle im südlichsten Theil des Palmenhaines wurde Wasser zur Analyse geschöpft.

Das Wasser war schwach kohlensauer. Vom schlammigen Boden des teichartigen Bassin steigen kohlensäurehaltige Gasblasen auf. Die reichlich vorhandenen Algen führen dem Schlamm organische Substanzen zu. Von ganz gebundener Kohlensäure wurden auf 1 l 28·04 cm^3 (bei 0° und 760 mm Druck) gefunden.

In, beziehungsweise für 1000 g Wasser ergaben sich 0·546 g Ca, 0·081 g Mg, 0·065 g K, 1·06 g Na, 0·075 g CO_3 , (ganz gebunden), 0·013 g SiO_3 , 2·33 g Cl, 0·396 g SO_4 und 5·674 g Sulfat-Rückstand.

Auf 100 Theile Chlor kommen 23·44 Theile Ca, 3·49 Theile Mg, 2·78 Theile K, 45·53 Theile Na, 243·73 Theile Sulfat-rückstand, 3·22 Theile CO_3 , 0·578 Theile SiO_3 und 17·01 Theile SO_4 . Vergleicht man diese Zahlen mit den für das Meerwasser charakteristischen,¹ so zeigen sich trotz der im Quellwasser gelösten grösseren Kalkmengen beim Sulfatrückstand, Kalium, Natrium und bei der Schwefelsäure ähnliche Verhältnisszahlen zu Chlor.

Auf 100000 Atome Chlor kommen im Quellwasser 20775 Atome Ca, 5156 Atome Mg, 2523 Atome K, 70021 Atome Na, 1904 Atomgruppen CO_3 , 270 Atomgruppen SiO_3 , 3279 Atomgruppen SO_4 , im Ganzen 124406 basische und (Chlor einbezogen) 116906 saure Valenzen, ferner im Ganzen (Chlor einbezogen)

¹ Auf 100 Cl: 2·17 Ca, 6·74 Mg, 2 K, 55·37 Na, 216·1 Sulfat-Rückstand, 0·38 CO_3 , 13·91 SO_4 .

gen) 206928 Atome und Atomgruppen.¹ Auch hier zeigt sich die theilweise Übereinstimmung mit den für Meerwasser charakteristischen Zahlen. Es sieht aus, als ob das einst in Meerwasser gelöste Salzgemisch durch locale Abscheidungen und Wiederauflösungen Veränderungen erlitten hätte, welche sich bis zu einem gewissen Grade gegenseitig aufheben. Die zuviel gefundenen basischen Valenzen deuten auf organische Säuren hin, welche zum Theil oder zumeist erst im Schlamm des Quellbassin entstanden sein mögen. —

Am 5. März 1896 Morgens war »Pola« vor dem Ras Malap der Westküste der Sinaïhalbinsel vor Anker. Bei Gelegenheit der ohne günstigen Erfolg ausgeführten Suche nach einem für die Zelte zu den Landbeobachtungen geeigneten Platze hat Herr Siebenrock von einer der aus Höhlen hervorkommenden heißen Quellen² am Fuss des Djebel Hammam Faraûn (Berg des Pharaonenbades) Wasser geschöpft. An Bord betrug die Wassertemperatur noch 42°C. Die Temperatur der Quelle dürfte 70° gewesen sein, und es hatte sich dort ein schwacher Schwefelwasserstoffgeruch bemerkbar gemacht.

Es ergab sich, dass in einem Liter des Wassers, welches gegen Lakmus neutral reagirte, 22·67 cm^3 ganz gebundener Kohlensäure und 3·9 cm^3 Ammoniak ($= 0·0032 g NH_4$) vorhanden waren. Beim Kochen mit übermangansaurem Kalium wurden 6·89 cm^3 Sauerstoff aufgenommen und 0·65 cm^3 Ammoniak, also zwei Zehntel des fertig vorhandenen, gebildet. Bei dieser Ammoniakbildung kamen auf ein Molekül Ammoniak nur 11 Moleküle Sauerstoff.

In 1000 g Wasser waren 1·209 g Ca, 0·329 g Mg, 0·116 g K, 3·847 g Na, 0·06 g CO_3 , 0·056 g SiO_3 , 8·836 g Cl und 0·836 g SO_4 . Der nach dem Abrauchen mit Schwefelsäure erhaltene Sulfatrückstand wog 17·878 g. Nach dem bei 17·5°

¹ Im Meerwasser kommen auf 100000 Atome Chlor 5140 Atomgruppen SO_4 , 220 Atomgruppen CO_3 , 150 Atome Br, 85140 Atome Na, 9950 Atome Mg, 1920 Atome Ca, 1810 Atome K, 110690 basische und 110870 saure Valenzen, 204330 Atome und Atomgruppen.

² Über diese Quellen im Allgemeinen und insbesondere über eine knapp am Strande entspringende spricht Russegger, Reisen in Europa, Asien und Afrika, Bd. III, S. 25 (1847).

1·01134 betragenden specifischen Gewicht des Wassers waren 1·5% Salz zugegen, fast halb so viel als im Meerwasser.

Auf 100 Theile Chlor kommen 13·68 Theile Ca, 3·73 Theile Mg, 1·32 Theile K, 43·54 Theile Na, 202·34 Theile Sulfatrückstand, 0·68 Theile CO₃, 0·64 Theile SiO₃ und 9·46 Theile SO₄.

Auf 100000 Atome Chlor kommen 12125 Atome Ca, 5506 Atome Mg, 1194 Atome K, 66957 Atome Na, 401 Atomgruppen CO₃, 298 Atomgruppen SiO₃, 3492 Atomgruppen SO₄, 71 Atomgruppen NH₄, 103 484 basische und (incl. Cl) 108 382 saure Valenzen, im Ganzen (incl. Cl) 190 044 Atome und Atomgruppen.

In diesem Quellwasser kann die im Vergleich zu Meerwasser grosse Calciummenge zum Theil auf eine stattgefundene Auflösung von Gyps oder Anhydrit zurückgeführt werden, wenn man annimmt, dass vorher Schwefelsäure, z. B. durch Reduction zu Schwefelwasserstoff und Abscheidung von Schwefeleisen, entfernt worden ist. Das Überwiegen der Chloratome, für welches zwar die an einer kleinen Wassermenge ausgeführte titrimetrische Chlorbestimmung ein nicht ganz verlässliches Mass abgibt, deutet darauf hin, dass ein Theil des Calcium als Chlorid vorhanden ist. In dieser Beziehung, sowie in der näherungsweise Übereinstimmung bei den Kalium- und Natriumatomen und bei den CO₃- und SO₄-Gruppen zeigt sich eine Ähnlichkeit mit dem im Meerwasser gelösten Salzgemisch. So wie bei der Mosesquelle scheint also auch hier das in der Umgebung des Rothen Meeres so seltene Sickerwasser, welches zuletzt als Quellwasser zu Tage tritt, beziehungsweise die durch dieses Sickerwasser bewirkte Fortbewegung der in Festlandsmassen angetroffenen Salzmenge das Zustandekommen eines von dem Meeressalze vollständig abweichenden Salzgemisches zu verhindern oder wenigstens theilweise wieder rückgängig zu machen. Nur die Menge des Magnesiums, welches zur Dolomitbildung herangezogen werden kann und welches, wenn es dazu verwendet worden ist, nur schwer wieder in Lösung gebracht wird, war in beiden Quellwässern bedeutend verringert.

Die an den Quellenrändern bei den Ausgängen der Höhlungen gesammelten Steine waren von röthlichweissen Krusten überzogen, welche zum Theile aus Gyps bestanden. Auch die Steine selbst waren gypshältig. Ein von Sprüngen durchzogenes, mergeliges Stück, welches kaum salzig schmeckte, zumeist fast weiss oder hellgrau, stellenweise jedoch röthlich, bräunlich und gelblich war, wurde zerschlagen und zerrieben, wobei sich ein schwacher »schwefeliger« Geruch bemerkbar machte. Der wässrige Auszug eines Theiles davon war etwas mehr alkalisch als Meerwasser und gab eine schwache Salpetersäurereaction. Was sich im Wasser gelöst hatte, betrug als bei 175° getrockneter Abdampfungsrückstand gewogen, 0·47%. Von Chlor waren 0·046% zugegen. Auf 100 Theile Chlor kamen also 1022 Theile Salz, während, wenig abweichend vom Meerwasser, im Wasser der benachbarten heissen Quellen auf 100 Theile Chlor 170 Theile Salz und im Wasser der Mosesquelle auf 100 Theile Chlor 200 Theile Salz kommen.

Die Untersuchung des mit Wasser gewaschenen und bei 100° getrockneten Gesteinspulvers ergab 59·35% CaCO_3 und 37·07% MgCO_3 . Es kamen also auf 100 Moleküle des ersteren 74 Moleküle des letzteren, die Umwandlung in Dolomit war, wenn man es so nennen darf, erst zu drei Viertel vollendet. Ferner fanden sich, als erst in heisser Salzsäure löslich, 0·19% Al_2O_3 , 0·10% Fe_2O_3 , 0·12% MnO und 0·11% SO_3 . 0·12% waren in Salzsäure und in Sodalösung unlöslich. Gold, Nickel und Kupfer wurden nicht gefunden, von Oxalsäure ergaben sich 0·0027, von Ammoniak 0·013%. Bei der Oxydation mit übermangansaurem Kalium entstand fast kein Ammoniak, nämlich nur 0·00005% oder 0·004 Theile auf einen Theil fertig vorhandenen Ammoniaks. Aufgenommen wurden 0·03% Sauerstoff. Bei der Bildung von einem Molekül Ammoniak wurden 333 Moleküle Sauerstoff verbraucht. —

Zwischen den Sperm Sheich und Scherm ul moiya genannten Buchten nordöstlich von Ras Mohammed, der Südspitze der Sinaï-Halbinsel, liegt ein Hügel, welcher aus unregelmässig geschichteten rothen und gelbgrauen salzhaltigen

Thonmassen besteht. Auch die abgetrennten und mitgenommenen Stücke zeigten derart verschieden gefärbte Theile durch einander. Die Stücke liessen sich sehr leicht zerdrücken und pulvern.

Das erhaltene ziegelrothe Pulver war etwas feucht, weshalb es bei 100° getrocknet wurde. Es war ebenso locker wie das der ersten weissen (fast weissen) Schicht des Abhanges des Ataka-Gebirges; 7 g nahmen 6 cm³ ein. Der wässrige Auszug eines Theiles des Pulvers reagierte gegen Phenolphthalein und Congoroth neutral und gab eine ziemlich starke Salpetersäurereaction. Das Pulver bestand zu 4·54⁰/₀ aus wasserlöslichem Salz und zu 2·53⁰/₀ aus Chlor. Auf 100 Theile des letzteren kommen also 179 Theile Salz, d. h. fast genau ebenso viel wie im Meerwasser. Der bei 175° getrocknete Abdampfungsrückstand zerfloss an der Luft. Es war etwas mehr Magnesium- und Calciumchlorid als im Meerwasser zugegen.

3 g des mit Wasser gewaschenen und wieder bei 100° getrockneten Pulvers wurden so wie sonst mit starker Salzsäure behandelt. Nach viertelstündigem Kochen waren im weissen sandartigen Rückstand einige schwarze Punkte zu sehen. Carbonate fehlten fast vollkommen. Es wurden nur 0·51⁰/₀ Kohlensäure gefunden. Als in Salzsäure löslich ergaben sich 1·53⁰/₀ CaO, 0·54⁰/₀ MgO, 5·40⁰/₀ Al₂O₃, 2·62⁰/₀ Fe₂O₃, 0·06⁰/₀ MnO und 0·03⁰/₀ SO₃.

Nach der Behandlung mit Salzsäure wurde der Rückstand mit Sodalösung gekocht, wobei 11·25⁰/₀ Kieselsäure in Lösung gingen. Das in Salzsäure und in Sodalösung Unlösliche machte 75·43⁰/₀ aus, worunter 67·99⁰/₀ Kieselsäure waren.

Von allen untersuchten Bodenproben der Wüstenlandschaften enthielt dieser rothe Salzthon des Südendes der Sinaihalbinsel am meisten, aber auch nicht viel (0·9⁰/₀ P₂O₅) Phosphorsäure. Etwas weniger fand sich in der gleich zu besprechenden schwarzen Gesteinsdecke eines benachbarten Salzthonhügels.¹ Noch weniger Phosphate waren, nach abnehmen-

¹ Eine seit Langem sich vollziehende Abnahme der Süderstreckung der Sinai-Halbinsel, d. h. eine allmälige, durch Lösungsvorgänge veranlasste Ver-

dem Gehalt geordnet, im Gestein vom Fuss des Djebel Hamam Faraûn, in den Stücken aus dem ehemaligen Steinbruch am untersten Theil des Abhanges des Ataka-Gebirges, im Gestein aus dem neuen Steinbruch am Strande davor (hier ebensoviele wie in den hellbraunen Krustensteinstücken der Station 86 aus 2190 *m* Meerestiefe), in dem einen grauen bis schwarzen Belag aufweisenden Deckgestein vom Abhang des Ataka-Gebirges und in dem Gestein der ersten weissen (fast weissen) Schicht dieses Abhanges.

Von Oxalsäure ergaben sich in dem rothen Salzthonpulver 0·0054%, von Ammoniak 0·009%. Bei der Oxydation entstand 0·0001% Ammoniak, also 0·01 Theil auf einen Theil des fertig vorhandenen. Aus Kaliumpermanganat wurden 0·03% Sauerstoff aufgenommen. Auf ein entstehendes Ammoniakmolekül kamen 167 Moleküle Sauerstoff.

Mehrere Salzthonhügel in der Umgebung der beiden Buchten nordöstlich von Ras Mohammed tragen, wie schon gesagt, schwarzes Deckengestein. Dasselbe liess sich nur schwer mit dem Hammer zerschlagen und gab dabei Funken. An der Nordwestseite des Sherm ul moiya, etwas landein von dem gegrabenen Beduinenbrunnen, wurden Stücke des bis 0·5 *m* dicken Gesteines zur näheren Untersuchung abgeschlagen. Dieselben besaßen ein grosses specifisches Gewicht und zeigten braune und weisliche Einsprenglinge. Stellenweise sass etwas brauner, lehmiger Sand auf. Eben solcher Sand durchsetzte aderförmig und in Spaltenform die Gesteinstücke.¹ Nach dem Zerschlagen² wurden rein schwarze Stückchen ausgesucht

tiefung des an die Südspitze der Halbinsel grenzenden Meeres und eine allmähige, zum Theil durch diese Vertiefung bewirkte Abbröckelung der Küsten könnten, weil dem in den Meeresgrund eindringenden und in den Festlandsmassen capillar aufsteigenden Wasser Lösung und Oxydation erleichtert wurden, zu einer in Folge Verdunstung und vollständiger Oxydation auf dem südlichsten Theil der Sinai-Halbinsel eingetretenen Anreicherung von Eisenoxyd, Mangandioxyd und Phosphaten beigetragen haben.

¹ Dieser Sand war anscheinend auf das schwarze Deckgestein darauf und in vorhandene Spalten und Sprünge hineingeweht worden.

² Bei dem Zerschlagen in kleine Stückchen kamen 1–2 *mm* lange Quarzkrystalle, theils farblos, theils weiss, theils gelblich und röthlich, zum Vorschein. Beim Glühen trübten sich diese Kryställchen. — Wurde ein Stück-

und zerrieben. Es ergab sich ein fast schwarzes, einen Stich ins Rothbraune aufweisendes Pulver.

Der wässrige Auszug eines Theiles des Pulvers reagierte gegen Phenolphthalein und Congoroth neutral und gab eine ziemlich starke Salpetersäure-Reaction. Es musste ziemlich viel Wasser verwendet werden, um den ganzen Gyps in Lösung zu bringen. Hernach ergaben sich 0·06% Chlor und 0·92% Abdampfungsrückstand (bei 175° getrocknet). Auf 100 Theile Chlor kommen also 1533 Theile Salz.

Theile des mit Wasser gewaschenen und bei 100° getrockneten schwarzen Pulvers wurden mit rauchender Salzsäure behandelt. Die jodometrische Bestimmung des entwickelten Chlors zeigte 26·85% MnO_2 an. Der in der salzsauren Lösung gefundenen Manganmenge würden 27·21% MnO_2 entsprechen. Es ist also fast das ganze Mangan in der Form von Braunstein vorhanden.

In heisser Salzsäure lösten sich ferner 1·56% CaO, 0·93% MgO, 1·97% Al_2O_3 , 1·19% Fe_2O_3 und 0·006% SO_3 . Kohlen-säure war nicht zugegen.

Nach dem Kochen mit Salzsäure waren 1·91% in kochender Sodalösung lösliche Kieselsäure vorhanden. Das in Salzsäure und in Sodalösung Unlösliche betrug 61·17%, von welchen 59·83 aus Kieselsäure bestanden.

Gold, Nickel und Kupfer wurden weder in diesem schwarzen Gestein, noch in dem rothen Salzthon des benachbarten Hügels angetroffen.

Von Oxalsäure ergaben sich 0·0045 und von Ammoniak 0·006%. Bei der Oxydation mit übermangansaurem Kalium entstanden 0·0003% Ammoniak und wurden 0·04% Sauerstoff aufgenommen. Auf einen Theil fertig vorhandenen Ammoniaks kamen 0·05 Theile des bei der Oxydation entstehenden Ammoniaks, auf ein Molekül des letzteren kamen nur 65 Moleküle Sauerstoff. Diese letztgenannte Verhältnisszahl deutet darauf hin, dass bei der im Gestein, beziehungsweise in den darunter befindlichen Festlandsmassen stattfindenden Oxyda-

chen des schwarzen Gesteines mit concentrirter Salzsäure erwärmt, so zerfiel es unter reichlicher Chlorentwicklung in ein weisses, zumeist aus Quarz bestehendes Pulver.

tion relativ leicht Ammoniak entsteht. Dieses Ammoniak begünstigt die Auflösung von Manganoxydul und bereitet so die im Deckgestein unter dem Einfluss des atmosphärischen Sauerstoffes erfolgende Braunsteinbildung vor. -

Es erübrigt noch, über eine Anzahl von qualitativen Prüfungen und über sonstige gelegentliche Beobachtungen zumeist geologisch-chemischer Natur zu berichten.

Auf den niedrigen Bodenschwellungen zwischen den Wadiausgängen bei Mersa Halaïb wurden an einigen Stellen Gypskrystalle gefunden.

Südöstlich vom Ras Benas liegt die in den früheren Abschnitten dieser Schrift bereits öfters erwähnte kleine, gebirgige Insel St. Johns, auf welcher im Alterthum Smaragde gegraben wurden. In der Nähe des Strandes, und an einigen Stellen auch weiter oben, sind Theile der Oberfläche weiss von den Entleerungen der vielen hier nistenden Möven (Art Tölpeln). Sonst herrschen, wie bei der Fahrt um die Insel zu sehen war, Braun und Schwarz auf den Höhen und in den Thälern vor. Oben sind manchmal grüne Schichten vorhanden. Am Vormittag des 21. November 1895 stellte sich, was nur selten geschieht, ein Regen ein, welcher mit grosser Stärke zwei Stunden lang anhielt. Nachmittags zu 24stündigem Aufenthalte (»Pola« musste Abends den gefährlichen Ankerplatz verlassen) ans Land gekommen, liess sich weder bei der sofort begonnenen Wanderung am Strande und auf den Inselbergen, noch bei dem auf der kleinen Schutthalde einer engen Schlucht bewerkstelligten Übernachten eine Bodenfeuchtigkeit wahrnehmen. So bedeutend ist das Bestreben der unter der Bodenoberfläche befindlichen Festlandsmassen Wasser aufzusaugen. Öfters sieht man als Decken von Salzthon oder von hellem, verschiedenfarbigem Gestein lavaähnliche Bildungen, anscheinend plattenförmige Abscheidungen aus capillar emporgestiegenen, vorausgeeilten wässerigen Lösungen in verschiedenen Stadien des Entstehens und der Verwitterung.

Eine Stunde landein von dem Landungsplatz bei der Stätte des alten Berenice (Festlandsküste) befindet sich vor einer Doppelreihe hoher Berge ein zerklüfteter Granithügel, welcher vom Flugsand stark corrodirt ist. Der Umstand, dass die Aus-

senseite härter ist als das Innere, hat es mit sich gebracht, dass hinter den äusseren Flächen von den Rändern aus die Granitmassen zum Theil entfernt wurden, wodurch panzerartige Gebilde entstanden. Der nördliche Abhang eines in die Strandebene vorspringenden Berges ist durch den Flugsand der vorherrschenden NNW-Winde förmlich polirt worden.

Vom 29. December 1895 bis 1. Jänner 1896 lag »Pola« in der, vor allen Winden geschützten, Sherm Sheich genannten kleinen Bucht der afrikanischen Küste nördlich von Berenice. In einer halben Stunde Entfernung vom Strande erhebt sich dunkles, zumeist braunes, quarzreiches Urgebirge. Zwischen beiden befinden sich mehrere weisse oder fast weisse Hügelstreifen, durch Thäler und Schluchten, die parallel zur Strandlinie verlaufen, getrennt. Von der Bucht aus führt ein gerades Thal, alle diese Hügelstreifen durchbrechend, zum Ausgang einer von hohen steilen Wänden gebildeten, sich fortwährend windenden Thalschlucht, in welcher man, nur ganz wenig ansteigend, das Urgebirge durchschreiten kann, eine von formenreichen Bergen umsäumte, grünbewachsene Ebene erreichend. In derselben sind die langstacheligen Akazien nicht niedrig und auch nicht fahnenartig gegen SSO gewachsen, wie es in den Wüsten an den Ufern des Rothen Meeres der Fall ist, wo sie stellenweise, manchmal in Begleitung einer spärlichen, aber mannigfachen Kräutervegetation¹ vorkommen und wo der letzteren ebenfalls stark variirende Käferarten beigezelt sind. In dem zu der engen Thalschlucht des Urgebirges führenden ziemlich breiten Thal ist aus dem nordnordwestlich gelegenen Hügelland stammender Flugsand an den SSO-Seiten von Tamariskenstauden abgelagert. Von der nördlichen Thalwand springen stellenweise bis 5 und mehr Meter hohe Sandwehen² vor, welche zum Theil ebenfalls gegen SSO gerichtet

¹ Manche Wüstenpflanzen haben oberhalb des Bodens Wasserbehälter mit fettigen Zellwänden.

² Der »Denkschriften«-Ausgabe dieser Abhandlung sind fünf Tafeln mit 10 Strand- und Wüstenbildern beigelegt. — Copien meiner sämtlichen photographischen Aufnahmen aus den Wüstengebieten an den Rändern der nördlichen Hälfte des Rothen Meeres befinden sich im geographischen Institut (Prof. Penck) der Wiener Universität.

sind, zum Theil jedoch wegen des Anprallens und Abgelenktwerdens des NNW-Windes an Felswänden mit ihren scharfen Kämmen etwas von dieser Richtung abweichen. Auch in die dem Meere zugekehrten Theile des Urgebirges ist heller Flugsand gelangt, wo er nun stellenweise Abhänge, Bergsättel und Thalsohlen bedeckt.

Die weisse oder helle, von NNW gegen SSO verlaufende Furchen aufweisende Hügellandschaft, deren südlicher Theil nach verschiedenen Richtungen begangen wurde, ist reich an Gyps.

Zumeist wurde er als gypsreicher Kalkstein und als Decke von Salzthon angetroffen. Die Dicke der Decken schwankte zwischen wenigen Centimetern und mehreren Metern. Gypskrystalle, manchmal mehrere Decimeter lang, sind anscheinend, wenigstens an manchen Stellen unter dem Einfluss des spärlichen Regenwassers, nach Auslaugung gypsreichen Kalksteines entstanden. Wegen solcher Auslaugung, noch mehr jedoch wegen der Wirkung des Windes und des Flugsandes verlaufen die Ränder der gypsführenden Decken meist sehr unregelmässig, weisen Spalten auf und sind oft geborsten. Anhäufungen von Eisenoxyd färben einzelne Theile der gypsführenden oder fast nur aus Gyps bestehenden Massen roth. Die oberste Lage der Decken ist in sehr wechselndem Maasse, stellenweise unter Anhäufung von Braunstein erhärtet, so dass sie bis zu einem gewissen Grade einen Schutz für die darunter befindlichen Massen bildet. Der zungenförmige Vorsprung eines Hügels weist, besonders an der Nordseite unter einem solchen manganreichen, an den Rändern zum Theil nach abwärts gebogenen, zum Theil abgebröckelten Deckenbelag viele horizontale, Centimeter bis Decimeter dicke Schichten auf, welche sich zumeist aus Aggregaten 1—4 *cm* langer, säulenförmiger Gypskrystalle zusammensetzen. Anderwärts zeigten die aus den erdigen und steinigen Gypsmassen entstandenen Krystalle die Form von Marienglas. Blättchen von diesem bedeckten auch einzelne Stellen der Niederungen zwischen den gypsführenden Hügeln, welche Niederungen trotz des Salzgehaltes des Bodens nicht ganz der Vegetation entbehrten (ab und zu an Alpenrosen erinnernde

Büsche, rosa und weisslich blühend). Ganz nahe bei der kleinen, runden Bucht fanden sich Sandsteinplatten über lehmigem Sand, welche, jetzt nebeneinander und in verschiedenen, gegen die Bucht zu sich verringernden Höhen lagern oder hohl liegen, anscheinend einst den Deckenbelag eines Gypshügels gebildet haben und allein übrig geblieben sind. An anderen Stellen wurden bis zu einer Höhe von 30 *m* und mehr über dem Meere Andeutungen von in den Deckenbelägen festgewachsenen Korallenstücken vorgefunden, und zwar am häufigsten in jenem, ebenfalls dem Meeresstrand parallel laufenden Höhenzug, welcher von allen weissen oder hellen am weitesten vom Meere entfernt und am höchsten ist, an das Urgebirge grenzt oder von diesem nur durch das letzte der parallelen furchenartigen Thäler getrennt ist.—

Am 2. Jänner 1896 wurde etwas weiter nördlich die Mersa (Ankerplatz) Dhiba angelaufen, eine jener Einbuchtungen, welche, im Vergleich zu den Sherm's weniger kreisrund gestaltet, auf der Seeseite keine oder nur eine geringe gegenseitige Annäherung der Strandstreifen aufweisen, also offener sind. Mersa Dhiba liegt vor einer weiten Thalniederung, in deren mittlerem Theile sich ein schwarzer conischer Hügel befindet. Letzterer wies eine Stein- und Geröllschicht über Sand und Salzthon auf.¹ Sand und Salzthon waren auch hier zum Theil weggeblasen und weggeschwemmt worden, so dass die Steindecke stellenweise überhing oder eingestürzt war. Gegen Norden bildet Kalkstein mit stellenweisen Koralleneinschlüssen die plateauartige Decke von Salzthonhügeln. Weiter landein fand sich am Südrand der Thalniederung über Salzthon eine Lage von, theilweise in grosse Blöcke zerbrochenem Sandstein. In der Nähe dieser Sandsteine wies der steile Nordabhang der Thalniederung über einander gelagerte Schichten von gelblichem und rothem salzigem Lehm und von dolomitischem, eisenhaltigem und gypsführendem Sandstein auf. In der Thalniederung selbst war

¹ Das Salz (zumeist Chlornatrium) zeigt sich zum Theil in 5—10 *mm* dicken Lagen von Krystallaggregaten. Gegen das Meer zu abfallend, weisen diese Salzlagen im Maximum einen Neigungswinkel von 45° auf.

der Boden streckenweise mit Salz bedeckt und mitunter vom letzten Regen noch feucht. An den ersteren Stellen hat anscheinend das oberflächlich eingesickerte Regenwasser eine theilweise Auslaugung von Salz bewirkt, welcher Auslaugung bei der Verdunstung des Wassers die Salzabscheidung gefolgt ist. In den Salzthonhügeln südlich von der Thalniederung zeigten sich Schichten von gelblichem und röthlichem Lehm mit Sandstein oben. Spalten des Salzthones sind mit Gyps ausgefüllt. Eine ca. 5 *cm* dicke, fast horizontale Lage von schön krystallisirtem Gyps war stark gekrümmt und verworfen, besonders dort, wo sie sich im Gesteinsschutt befand, fiel jedoch vorwiegend gegen das Meer zu ab. —

Bei der Stadt Koseïr mündet ein bedeutenderes Thal, als Ende eines Thalsystemes. Im Herbste (Ende October 1895) war der Thalboden vollkommen trocken gewesen, im Winter (Mitte Jänner 1896) war ein weites Gebiet des Thalbodens feucht und stellenweise mit Salz bedeckt. Ende November hatte eine Überfluthung mit Regenwasser stattgefunden, welches zum Theil in Gruben und durch Dämme zurückgehalten worden war. Schachtartige Brunnen liefern das ganze Jahr aus einer Sandschicht etwas Wasser für kleine Gärten.¹ —

Die beiden kleinen, Koseïr vorgelagerten Brüderinseln sind niedrig und flach. Die kleinere ist nur hellfärbig. Bei der grösseren trägt schwarzes, basaltartig aussehendes Untergrundgestein von unebener Oberfläche eine weisse Decke von Kalkstein mit eingewachsenen Korallenstücken. Die obere Fläche dieses Deckengesteines ist vollkommen eben und parallel der Meeresoberfläche und besitzt von angereichertem Eisenoxyd eine röthliche Farbe.² —

Das niedrige Vorgebirge Ras Abu Somer lässt nur Wüsten- und Dünensand erkennen. Wie auch sonst oft, sind am Strande immer oder zeitweise von Meerwasser bedeckte Steinplatten vorhanden, welche aus zusammenge kitteten

¹ Das Trinkwasser für die Stadt und für die Karawanen nach dem Nilthal wird durch Destillation von Meerwasser gewonnen.

² Die Aussenflächen der meisten Küstenberge sind gleichfalls röthlich. Vielleicht rührt der von den alten Hellenen diesem Meere gegebene Name daher.

Muschelschalen, Korallenstücken etc. bestehen. Beim Zerbrechen zeigten sie sich innen fast weiss, während sie aussen von Mangansuperoxyd schwarz waren. Der Gehalt des Inneren an organischen Substanzen machte sich auch dadurch bemerkbar, dass beim Behandeln mit Salzsäure ein zäher grossblasiger Schaum auftrat.

Landein befindet sich ein Hochgebirge (Urgebirge), welches hier, wie öfters am Rothen Meere und anderweitig, in mehreren, zur Längserstreckung des Rothen Meeres parallelen Ketten angeordnet ist. Die dazwischen liegenden Thäler, zum Theil durch Winderosion und durch seitliche Ablagerung von Flugsand, der sich später verfestigen konnte, entstanden, weisen vielleicht darauf hin, dass einst das Meerwasser bei dem Beginn der Bildung des Rothen Meeres eine Rinne eingenommen hat, deren Richtung ebenfalls durch Wirkungen der Luftbewegung bedingt worden war.¹ —

Die dem Golfe von Suez vorgelagerte Insel Scheduan ist in ihrem südöstlichen Theile braun mit schwarzen Flächen und Bändern, dagegen in ihrem nordwestlichen Theile bis zur Kammhöhe weiss und horizontal geschichtet.

In diesem westlichen Theil ist zu unterst eine klüfte- reiche, stellenweise wie gehoben und dabei geborsten aussehende Hügelreihe mit einzelnen tief eingeschnittenen Schluchten, auf deren Boden Gypsplättchen liegen. In diesen Schluchten und unmittelbar über den Hügeln ist die Steigung nur gering, nimmt dann rasch zu und bleibt bedeutend, manchmal weisse, fast senkrechte Wände bildend, bis zur Kammhöhe.

¹ Man könnte ferner annehmen, dass sich früher auch die Rinne des Nithales, wenigstens in ihren unteren Theilen (bis gegen Chartum) von NNW nach SSO erstreckt habe, und zwar in jener Entfernung von der Rinne des Rothen Meeres, welche jetzt (nahe den Nilmündungen) die kürzeste ist. Das Rothe Meer hätte dann seine Lage und Richtung beibehalten, während das Nithal an den meisten Stellen, jedoch in sehr verschiedenem Maasse gegen Westen verschoben worden wäre. In zwei charakteristischen Senkrechten auf die Richtung des Rothen Meeres, nämlich in jener, welche durch die Mitte der Längenerstreckung des ganzen Rothen Meeres, und in jener, welche durch die Mitte der Längenerstreckung des Golfes von Suez verläuft, liegen die jetzigen Maxima der Entfernungen zwischen Rothem Meer und Nithal.

Der ganze Abhang erwies sich als gypshältig,¹ und zwar waren unter der knirschenden, zum Theil krystallinischen Gypsdecke fast nur amorph-erdige Massen zu bemerken. Dieses weisse, nicht sehr harte Gestein brauste in den unteren Theilen des Abhanges mit Salzsäure nicht oder nur ganz schwach. Ein von weiter oben stammendes Stück brauste mehr, während das Gestein des Kammes² mit Salzsäure bei gewöhnlicher Temperatur am meisten Kohlensäure entwickelte. Letzteres Gestein war am reichsten an kohlensaurem Kalk, am ärmsten an Dolomit und enthielt auch nur wenig Gyps. Etwas Eisenoxyd färbte seine Oberfläche ganz schwach röthlich. Ebenso wie in der Hügelreihe am Strande fanden sich auch in bedeutenden Höhen ca. 0·5 *m* dicke Decken von ehemaligem Korallenkalkstein, der jedoch hier in bedeutend grösserem Maasse Umwandlungen erlitten hat. Er bestand zumeist aus zusammengekitetem Lehm mit vielen Muschelabdrücken und -Ausfüllungen (anscheinend recente Formen). Sowohl Muschelausfüllungen, als auch Muschelschalen etc. selbst hatten eine dolomitische Zusammensetzung.³ Die blossliegenden Aussenflächen von ihnen waren reich an Eisenoxyd und Mangandioxyd. Bei vielen Korallenstücken hatte sich oberflächlich eine schwarze Manganfarbe eingestellt, und waren die Umwandlungen so weit vorgeschritten, dass sich die korallenartige Structur kaum mehr erkennen liess.

¹ Der nordwestliche Theil der Insel liegt im seichten Korallenriffgebiet am Ausgange des Golfes von Suez. Der Reichthum des Meeresgrundes an organischen Stoffen bewirkt daselbst unter Anderem eine Reduction von Sulfaten (Bildung von Schwefeleisen). Wenn hiebei Schwefelcalcium entstanden und dasselbe dann auf dem Wege des capillaren Aufsteigens von Meerwasser in Festlandsmassen mit Luftsauerstoff (verschieden tief im Festlandsboden eindringend) zusammengetroffen ist, so kann sich unmittelbar Gyps abscheiden. Wenn (unter dem Einfluss der Kohlensäure) nicht ein lösliches Sulfid, sondern Schwefelwasserstoff entstanden ist, so ist (neben theilweiser Abscheidung von Schwefel) die spätere Bildung von Schwefelsäure möglich, welche kohlensauren Kalk in Gyps umwandelt.

² Herr Linienschiffs-Lieutenant v. Arbesser brachte mir die beiden Stücke von oben herab.

³ J. Walther, »Die Korallenriffe der Sinai-Halbinsel« (Abhandl. der mathem.-physik. Cl. d. königl. sächs. Ges. d. Wiss. Bd. 14, S. 437; 1888) hat analoge Umwandlungen an der Westküste der Sinai-Halbinsel beobachtet.

Am Südstrande gegen Südosten gehend, konnte ich bei Annäherung an den dunklen, granitischen südöstlichen Inseltheil eine Zunahme der zur Eisen- und Manganabscheidung und zur Bildung von Aluminium- und Doppelsilicaten führenden Umwandlungen von ehemaligem, von Organismen stammendem, kohlsaurem Kalk, welcher unter Anderem ebenso fällend wirken kann wie Baryumcarbonat, wahrnehmen.¹ Zwischen dem weissen, horizontal geschichteten nordwestlichen Inseltheil und dem dunklen, fast schwarzen wildzerklüfteten südöstlichen Theil befindet sich ein braunes Felsgebirge, welches ich bis zur Nordküste überstieg. Auf beiden Seiten des Gebirges ziehen sich enge, manchmal Granitschluchten bildende, etwas Vegetation aufweisende Wadi's zum Meer. In dem südlichen Wadi zeigten sich öfters in Blöcken und Wänden von weissem oder fast weissem Silicatgestein scharfe, mitunter ebene Trennungsflächen von anstossendem grauem und schwarzem, granitischem Gestein. Gegenüber liegende und benachbarte Abhänge von Seitenschluchten waren ebenfalls verschiedenfärbig (braun und schwarz). Röthliches, eisenreiches, granitisches Gestein erwies sich beim Abschlagen der sich blätternden Aussenschichten im Innern als fast weiss. Auf der Sattelhöhe liegen Gypskrystallplatten und Granitblöcke neben einander.

An den Südstrand zurückgekehrt, ging ich längs desselben weiter gegen Südosten und stieg dann im dunklen, zum Theil schwarzen granitischen Gebirge aufwärts, mehrere seiner klüftereichen und zumeist steilen Schluchten verfolgend. Das schwarze Gestein bildet die Decke von braunem Gestein. An etlichen Stellen steiler Abhänge konnte man sehen, dass durch Abstürzen des schwarzen Deckgesteines² das braune Gestein zum Vorschein gekommen ist. Auch An-

¹ Der südöstliche Theil der Insel ragt aus tiefem Wasser empor. Hier konnten sowohl an ehemaligen organischen Gebilden als auch an Lehm- und Gesteinsmassen andere chemische und physikalische Änderungen und neue Abscheidungen durch capillar aufsteigendes Meerwasser bewirkt worden sein, als im nordwestlichen Theil.

² Warme Salzsäure löste Mangandioxyd auf und bewirkte Zerfall in weisse Körnchen von Silicat und Quarz.

deutungen von Neubildung schwarzen, manganreichen Deckgesteines machten sich auf braunem Gestein bemerkbar. Hoch oben waren zwei weisse Adern zu sehen. Sonst waren Risse und Sprünge, welche vielleicht durch das Schwinden von emporgehobenem, lehmartigem Meeresschlamm bei der Austrocknung und langsamen Umwandlung in granitartiges Gestein entstanden sind, ebenfalls mit schwarzem, manganreichem Gestein ausgefüllt. Manche Risse entbehren noch der Ausfüllung, welche anscheinend durch hineingerollten Schutt und durch hineingewehten, von benachbarten Schutthalden stammenden Sand eingeleitet wird. —

Die nordwestlich von der Insel Scheduan im Riffgebiet gelegene Towila-Insel ist niedrig, die benachbarte Jubal-Insel, welche ebenso wie Scheduan an der zum Golf von Suez führenden Jubalstrasse liegt, jedoch durchaus von seichtem Wasser umflossen wird, ist ziemlich hoch und zeigt weisse Abstürze, welche anscheinend aus gypshältigem Kalkstein bestehen.

In dem durch sein Petroleumvorkommen ausgezeichneten Djebel Zeit und in anderen Bergen auf der benachbarten afrikanischen Festlandsküste findet sich auch Schwefel, welcher nach Schweinfurth¹ in den Gypslagen bald äusserst fein vertheilt, bald stellenweise in dichteren Massen auftritt.

Nördlich von den schollenförmigen Gypshügeln bei der tief in das Land einschneidenden Bucht des Djebel Zeit wird die Küste von einem steilen hohen Abhang gebildet. Derselbe ist grau, braun, roth und violett gefärbt und zeigt Schichtungen, von welchen die unteren parallel zum Meeresniveau verlaufen, während die oberen etwas gekrümmt sind. Am nördlichen Ende des Gebirgszuges sind weisse Kuppen und weisse Theile von Abhängen, in welchen sich, wie auch sonst oft im Küstengebiet des Rothen Meeres, ein Nebeneinander von Gyps Eisenoxyd und schwarzbraunem Mangandioxyd be-

¹ Zeitschrift für allgemeine Erdkunde, N. F. 18, 296 (1865). — Siehe auch Fraas »Aus dem Orient«, I, 191. Stuttgart 1867.

merkbar machte, welche drei Substanzen,¹ mitunter dünne horizontale Schichten bilden.

Fast der ganze Golf von Suez ist von gypshältigen, zumeist geschichteten Gebirgen umgeben.² Die Schichten verlaufen horizontal oder weichen nur wenig von der Horizontalen ab. Manchmal hat die Abbröcklung und das Vertragenwerden durch Wind und Regenwasser derart stattgefunden, dass Terrassen entstanden sind.

Die wiederholten längeren Aufenthalte in Suez boten Gelegenheit zu beobachten, dass in der Ebene nordwestlich von der Stadt bei der Herstellung neuer Rinnsalgräben für den Süßwassercanal dünne Gypslagen zum Vorschein kamen. Lehmwände, und zwar sowohl frisch blossgelegte des Bodens, als auch solche von Lehmmassen, welche erst einige Jahre oder Decennien vorher aufgehäuft worden waren, zeigten einzelne dünne, von Eisen und Mangan theils röthlich, theils bräunlich gefärbte Schichten. Bei Suez, sowie auch bei Ismaïlia konnte eine oberflächliche Erhärtung (Verkitung durch begonnene Gesteinsbildung) der Böschungen von

¹ Alle drei vermuthlich durch Oxydationsvorgänge aus dem hypothetischen, capillar aufsteigenden Meerwasser abgeschieden. Während sich auf dem Meeresgrunde wegen des steten Eindringens von Meerwasser nur stellenweise (infolge von Diffusion, an den oberen Flächen der den Schlamm bedeckenden Steinkrusten) und auch da nur in ganz dünnen Lagen Eisenoxyd und Mangandioxyd anreichern, kann es auf dem Festland zu bedeutenderen Ansammlungen kommen, besonders dort, wo vorher unter der Festlands Oberfläche und in den tieferen Lagen des Meeresgrundes durch Schwefelwasserstoff Schwefeleisen, Schwefelmangan etc. abgeschieden worden sind.

² Unter der Annahme, dass diese Gypsvorkommen das Ergebniss eines capillaren Aufstiegens von Meerwasser in Festlandsmassen sind, würde der Reichthum des Golfschlammes an organischen Stoffen, beziehungsweise die geringe Tiefe des Golfes das Bedingende sein. — Nach eventuell vor sich gegangenen Änderungen des Golfes (bedeutende Zunahme seiner Tiefe) würde in seinen Grund und in die angrenzenden Festlandsmassen sauerstoffhaltiges, schwefelwasserstofffreies Meerwasser eindringen können. Vorher abgeschiedene Schwefelmetalle würden oxydirt, also zu neuerlicher Fortführung in Lösung befähigt werden. Dabei würde die Löslichkeit der Oxydule von Eisen, Mangan etc. bei Gegenwart von Ammoniumsalzen eine Rolle spielen.

Schlammmassen, welche bei der Herstellung des jetzt von Meerwasser erfüllten Schifffahrtskanales ausgebaggert worden waren, wahrgenommen werden. Salzbedeckungen des Bodens, sowie Salzabscheidung in der obersten Bodenschicht wurden sowohl bei Suez als auch sonst in der Nähe des Suezkanales bemerkt. —

In der Wüstenebene nördlich von den Mosesquellen befindet sich ca. 10 *cm* unter der Bodenoberfläche Salz in dünnen Lagen und in Stückchen. In der Nähe sind spärlich fließende Quellen, welche auf isolirten, mehrere Meter hohen konischen Hügeln entspringen. Diese Hügel sind wahrscheinlich in der Art entstanden, dass der Wüstenwind auf dem feuchten und mit etwas Vegetation bedeckten Erdreich an den Quellrändern und an den Abhängen Flugsand zur Ablagerung brachte. Viel weniger als sonst an den Küsten des Rothen Meeres war hier eine vorwaltende Sandablagerung an den Südsüdostseiten der Hügel wahrzunehmen. Bei einem Hügel dessen Quelle etwas salzreichereres Wasser liefert, hat zur Verfestigung des Sandes abgeschiedenes Salz beigetragen. —

Südlich von dem wegen seiner heißen Quellen schon erwähnten, aus sehr vielen weissen, horizontalen oder fast horizontalen Schichten bestehenden Djebel Hammam Faraûn liegt die kleine Strandebene des Ras Abu-zenima (hier vermuthlich das Lager am »Schilfmeer« der heil. Schrift). Noch weiter südlich tritt ein dem Djebel Hammam Faraûn ähnlich gebauter gypsführender Gebirgszug, dessen Schichten aber zumeist nicht horizontal liegen, sondern etwas gegen Süden abfallen, ebenfalls mit einem steilen Abhang bis knapp an das Meer heran. Während des Vorüberfahrens bei der Strandebene des Ras Abu-zenima waren gegen Osten Berge wahrzunehmen gewesen, von welchen die entfernteren dunkel und die näheren hell und geschichtet sind. Auch bei den fernen Bergen war oben manchmal deutliche Schichtung zu sehen gewesen.

Am 5. und 6. März 1896 wurden von der Strandebene des Ras Abu-zenima aus zwei Touren unternommen. Die eine

führte in einem Wadi gegen Nordosten. Der Boden und die Abhänge waren salzig und stellenweise mit Gypsplättchen bedeckt. Ganz allmählig ansteigend und zumeist zwischen blendend weissen Bergen sich windend, gewährte das Wadi manchmal Einblicke in Seitenthäler, welche bald schluchtenartig, bald breit und amphitheatralisch sind, indem sie terrassenförmig abgestufte Wände aufweisen. Die aus vielen dünnen Lagen bestehenden Schichtungen verlaufen meistens horizontal und sind sowohl im Gypsgebirge als auch, obwohl weniger deutlich, in Lehmhügeln zu sehen. Zwischen weissen und hellen Schichten fanden sich oft röthliche und braune. Besonders an frischer Absturzstellen von Lehmhügeln war eine Abwechslung von hellen und dunklen Schichten zu bemerken, von welchen die dunklen ziemlich hart waren.¹ Lehmmassen zeigten öfters harte und halbharte schwarze, braune und rothe Decken. Einmal war eine steinharte, 5—10 *cm* dicke, manganhaltige, fast schwarze Decke beinahe überall in kleine Stücke zerborsten, anscheinend wegen der durch die fortschreitende Erhärtung (Versteinerung) bedingten Zusammenziehungen. Sehr oft sind hier in der Nähe und anderweitig in Küstengebieten und auf Inseln des Rothen Meeres über Salzthon lose neben einander liegende oder zu Breccien verkittete, derartige kleine Stücke (schwarz und färbig) gefunden worden, an den anderen Orten manchmal untermischt mit Muschelschalen und Korallenstücken. Nach zwei Stunden Gehens im Hauptwadi wurde als Thalschluss eine

¹ Hier und anderweitig hat offenbar nicht eine schichtweise Ablagerung auf dem Boden von Wassermassen stattgefunden, sondern es sind anscheinend in verschiedenen Tiefen unter der Festlandsoberfläche Veränderungen und Neuabscheidungen veranlasst worden. Die Tiefe, bis zu welcher atmosphärischer Sauerstoff als Bodenluft oder mit atmosphärischem Sickerwasser eindringt, sowie auch die Tiefe, bis zu welcher Austrocknung stattfindet, sind örtlichen und zeitlichen Änderungen und Schwankungen unterworfen. Dadurch allein, noch viel mehr jedoch durch das Zusammentreffen mit capillar aufgestiegenem Meerwasser, beziehungsweise mit ihm vorausgeeilten wässerigen Lösungen kann es zu schichtenartigen Bildungen innerhalb der Festlandsmassen kommen.

dünn geschichtete Fels- und Bergwand erreicht, welche oben weisse Theile und Schichtenkrümmungen zeigte, unten Andeutungen des zeitweisen Herabfliessens von Regenwasser aufwies.

Am nächsten Tage wurde das nördlich von diesem Wadi gelegene Gebirge, ebenfalls zumeist aus weissen, gypsführenden, geschichteten Bergen bestehend, überschritten. Jenseits liegt unter einer ca. 20 *m* hohen, fast senkrechten Wand ein Palmenhain an einem aus Osten kommenden Bächlein mit schwach salzigem Wasser. Im Thale dieses Bächleins abwärts gehend, hat man links einen schwarzen Berg mit einzelnen, etwas schiefen rothen Schichten. Stellenweise waren rothe Schichten unmittelbar unter dem schwarzen Deckgestein zu sehen. Rechts ragen die weissen Wände des Djebel Hammam Faraûn hoch empor. Der Bach versiegt und das sich verengende Thal krümmt sich gegen Süden. Die vielen, vom Meere aus gesehen horizontalen oder fast horizontalen Schichten des Djebel Hammam Faraûn steigen hier gegen Osten (landein) an (zuerst stark, dann weniger, zuletzt sind sie wieder horizontal). Es ist möglich, dass das Bächlein dieses Thales, sowie andere an der Ostseite des Djebel Hammam Faraûn versiegende das Wasser abgeben, welches im Innern dieses Berges wegen Oxydationsvorgänge und wegen Gypsbildung aus Anhydrit erwärmt wird und dann am Fusse der Seeseite des Berges in Form heisser Quellen zum Vorschein kommt, nachdem es vorher noch mehr mit capillar aufgestiegenem Meerwasser zusammengetroffen ist. — Es wurde dann von dem zur Schlucht verengten Thal abgewichen und über sowie zwischen Lehmhügeln die Richtung zum Ankerplatz des Expeditionsschiffes südlich von der Strandebene des Ras Abu-ze nima eingeschlagen. Rechts lag ein mächtiger schwarzer Berg, mit röthlichen Lagen unter der schwarzen Decke. —

$\frac{3}{4}$ Stunden nördlich vom Städtchen Tor (Quarantaine in der flachen Wüste) entspringt am Abhang des gypsführenden Djebel Hammam eine lauwarmer Quelle mit ganz schwach salzigem, fast gar nicht nach Schwefelwasserstoff riechendem Wasser, welches zu einem primitiven Bade und

zur Bewässerung eines grossen Palmgartens (Dattelwürste und -Branntwein) dient.¹

Bei der von Tor aus unternommenen Sinai-Tour² war öfters Gelegenheit zu beobachten, wie schwarze, anscheinend durch Ausfüllung von Spalten und Rissen entstandene Adern in hellem Granit gegen unten schmaler werden und verschwinden. Manchmal waren auch röthliche und rothe Streifen und Lagen im Gestein, welche zuweilen bis zur Thalsole herabreichten und sich über dieselbe bis zum Kamm der jenseitigen Thalwand erstreckten. Sowohl die schwarzen, als auch die rothgefärbten Adern und Gänge (bei reichlichem Vorhandensein von Sauerstoff entstandene³ Spaltenausfüllungen) waren gegen Einflüsse der Atmosphärien widerstandsfähiger, so dass sie stellenweise vorwiegend oder allein übrig geblieben sind. Sandsteinartiges granitisches Gestein war oft nur aussen roth. Die seltenen Bäche des Sinaïgebirges sind reich an Algenvegetation und versiegen in einem mit den Jahreszeiten wechselnden Maasse streckenweise im Sande der Thalsohlen. Besonders an Stellen, welche noch vor Kurzem mit Wasser bedeckt oder wenigstens feucht waren, ist ein nicht unbedeutender Absatz angehäufter Algenkörperchen und damit der von

¹ Im Küstengebiet des Rothen Meeres sind warme und heisse Quellen relativ häufig, worauf schon Ferret und Galinier in »Note sur le soulèvement des côtes de la Mer Rouge«, Paris 1847 hinwiesen. — Kalte Quellen gibt es fast keine. Das Wasser gegrabener Brunnen wird bei vielem Schöpfen immer mehr salzig, so dass meistens nach einiger Zeit die Brunnen verlegt werden müssen. — Während unserer Anwesenheit in Tor liess ein französischer Ingenieur auf Wasser für die Quarantainestation bohren. Dabei wurden Salzhon und Lagen gefunden, welche aus durch Gyps verkitteten Sandkörnern und Muschelschalen bestanden. In 5 m Tiefe stiess man auf kaum salzig schmeckendes Wasser (Sickerwasser vom Sinaï-Gebirge), welches gepumpt wurde.

² »Mittheilungen des deutsch. und österr. Alpenvereines.« Jahrg. 1897, Nr. 6.

³ Kurz vor dem Ausgang des Wadi Hebran in die flache Schutt- und Sandwüste el-Kaa befindet sich in einer hohen Felswand eine Spalte, welche unten mit feinem, oben mit grobem und halbgrohem, aus abgestürzten Felsblöcken bestehendem oder von ihnen geliefertem Material ausgefüllt ist. Ein Theil von diesem, besonders das Feine, ist bereits schwarz (manganreich) geworden.

ihnen aus dem Bachwasser aufgenommenen Mineralbestandtheile zu bemerken. —

Die Sinai-Halbinsel verläuft gegen Süden in das flache, einzelne Felshügel tragende Ras Mohammed. Die aus dem Meer emporragenden Steilwände dieser Hügel sind undeutlich geschichtet, oder, besser gesagt, andeutungsweise sowohl in nicht ganz horizontale, nämlich etwas gegen Osten geneigte Lagen, als auch in darauf senkrechten Richtungen zerklüftet.

Nordöstlich von Ras Mohammed, die (auch hier) Scherm Scheich genannte Bucht anlaufend, sieht man vor dem sich coulissenförmig aufbauenden, von hier aus zackigen Sinai-gebirge Hügel und niedrige Berge. Ein Theil von ihnen ist geschichtet, und zwar senken sich im Westen die Schichten gegen Westen und im Osten gegen Osten. An den Steilwänden dieser Bucht und noch mehr an den der benachbarten, Scherm ul-moiya genannten, haben Felsstürze stattgefunden. Öfters ist von diesen Steilwänden nur die Decke felsig. Sowohl durch dieses Deckengestein als auch durch den darunter befindlichen Salzthon gehende Sprünge lassen baldige neue Abstürze erwarten. Im Osten vom Scherm ul-moiya (gegen den Golf von Akaba zu) wird ein niedriges Plateau von einem zum Theil röthlichen Salzthon mit Steindecke gebildet, welche Steindecke auch hier stellenweise in kleine schwarze und rothe Steine zersprungen ist und manchmal an der Oberfläche schwarz, manganhaltig gewordene Korallenstücke einschliesst. —

Um den fast überall, auch knapp bei den Küsten mehr als 500 *m* tiefen Golf von Akaba fehlen gypsführende Gebirge, welche für den Golf von Suez charakteristisch sind und stellenweise auch an den Küsten der Hochsee des Rothen Meeres vorkommen.¹ Nur bei dem südöstlichsten Theil der Küste des

¹ Als Detritus des Urgebirges um den Golf von Akaba sind an den Küsten und in den Thälern (Wadi's) manchmal Anschwemmungen und Sandwehen von reinem oder fast reinem Quarzsand vorhanden. Am Ausgange des Wadi-Systemes bei Naueba (Sinai-Halbinsel) gibt es weisse und von Eisenoxyd dunkelrothe Quarzsandlagen neben und unter einander, zum Theil unter

Golfes von Akaba zeigten sich vor den hohen arabischen Bergen weisse, stark durchfurchte Hügel, welche vielleicht Gyps enthalten. In ihrer Nähe ist am Ausgange des Golfes das seichte Korallengebiet im Osten und Nordosten der Inseln Tiran und Senafir mit einem an organischen Stoffen reichen Grunde. Sonst sind zu beiden Seiten des Golfes granitische Gebirge, welche immer ganz nahe, oft unmittelbar bis an das Ufer herantreten. Dort, wo das Letztere der Fall ist, weisen die Berge noch mehr Spalten und Risse auf als sonst und als landein (vielleicht deshalb, weil bei fortschreitender Vertiefung des Golfes ¹ Bergmassen sich leichter senken konnten). Die Spalten und Risse sind fast immer mit Gestein, und zwar viel häufiger mit schwarzem als mit rothem ausgefüllt. Das Gebirge der Ostküste zeigt weniger solche Adern als das der Westküste. —

Die dem Golfe von Akaba vorgelagerte, in einem ausgedehnten Korallengebiet liegende Insel Senafir hat wieder Gypsvorkommen in gegen Norden abfallenden, zumeist weissen, ab und zu rothen Schichten. Die Decken der betreffenden Hügel sind mangan- und eisenreich und sehr hart, was sie befähigt, stellenweise an den Rändern überzuhängen. Die ebenso oder ähnlich erhärtete, manganhaltige Decke von über Wasser gekommenem Korallenkalkstein hat, weil sie gegen die lösende und mechanische Wirkung des Meerwassers widerstandsfähiger ist, zur Bildung einer (ca. 15 *m* vom Nord-

Gesteinsschutt. (Das Sinaï-Gebirge ist reich an theils farblosen, theils rothen Bergkrystallen.)

¹ Es könnte ein ehemaliges Flussbett, wie es wahrscheinlich auch beim Marmara-Meer geschehen ist (siehe Abhandlung über dieses Meer, 1895), hier und im Gebiet des jetzt fast 400 *m* unter dem Mittelmeer liegenden, fast 400 *m* tiefen, am West- und Ostrand unmittelbar von hohen und steilen Gebirgen überragten Todten Meeres durch die lösende Wirkung des Wassers vertieft und verbreitert worden sein. Ein Theil des Gelösten (aus Marmara-Meer und Golf von Akaba nicht durch Meeresströmungen in den Ocean Geführten) könnte durch Vermittlung capillar aufsteigenden Wassers in den umgebenden Gebirgen (und in der bis zu einer Höhe von 240 *m* über Mittelmeer und Rothes Meer reichenden Bodenschwellung des Thales zwischen Golf von Akaba und Todtem Meer) zur Wiederabscheidung gelangt sein.

strand der Insel entfernten) tischähnlichen (einen Adlerhorst tragenden) Klippe mit säulenförmigem Fuss geführt.

Weiter südlich von der Einfahrt in den Golf von Akaba liegt nahe bei der arabischen Küste ¹ die fast flache, niedrige Noman-Insel mit einer halbkreisförmigen Bucht an der Ostseite. Am Eingang der Bucht treten Salzthonwände mit Steindecken, von welch' letzteren viele Blöcke bereits abgestürzt sind, nahe an das Wasser heran. Landein tritt die Gesteinskante mehr zurück, einer allmählig ansteigenden Sandebene Platz lassend. Das Plateau der Insel fällt gegen Norden allmählig, gegen Westen etwas steiler ab. In der Brandung des Westrandes der Insel sind Lagen von durch kohlsauren Kalk (wohl von Organismen abgesondert) verkitteten verschiedenfärbigen, auch granitischen Gesteinsstücken (wenigstens theilweise vom Deckengestein des Plateau stammend). Gyps wurde auf der Insel nicht gefunden.

Das (wegen des Exportes arabischer Kamele wichtige) Städtchen El Wedsch liegt zum Theil unter und oberhalb einer Lehmwand mit stellenweise überhängender Gesteinsdecke, wie sie für viele Buchten (Sherm's) des Rothen Meeres charakteristisch sind.

Auch bei dem benachbarten, vor Winden geschützteren Sherm Habban sind ebene Gesteinsdecken von Lehmhügeln vorhanden. Etwas nördlich von der Bucht springt eine dünne, Korallenstücke ² einschliessende Decke sehr stark vor. Die sie tragende sandige Lehmmasse besitzt fast senkrechte Wände und zeigt einige von oben nach unten verlaufende Risse. Der noch mehr sandige Fuss dieses Hügels ist weniger steil und weist einige horizontale weisse Streifen, Anhäufungen von Chlornatrium und wenig Gyps (in den Austrocknungs-

¹ In zeltähnlichen weissen Haufen war hier (Anfangs Februar) längs der Festlandsküste von Beduinen durch Verbrennen natronreicher Wüstenpflanzen gewonnene Soda für den Export nach Suez und Cairo aufgestapelt.

² Die Oberflächen der weissen, theils in dem Deckgestein eingewachsenen, theils darauf lose liegenden Korallenstücke sind theils von Eisenoxyd röthlich und roth, theils von Mangandioxyd grau und schwarz.

horizonten) auf. Auch sonst wurde in der Umgebung Gyps, aber immer nur wenig gefunden. Einmal zog sich eine 5 *cm* dicke Schicht von gypshältigem Sandstein durch lockeren, lehmigen und sandigen Kalkstein in der Art, dass der letztere oben in 5 *m*, unten in 3 *m* Mächtigkeit (über der Meereshöhe) vorhanden war. Südlich von der Bucht zeigt unter einer Steindecke mit theils röthlichem, theils schwarzem Belag eine Salzhonwand mehrere Schichten, von welchen eine 1 *cm* dick, dunkelbraun und stark manganhältig ist.

Noch weiter südlich liegt vor der arabischen Küste die gebirgige Insel Hassani, welche wegen etlicher Weideplätze, geheimgehaltener Brunnen am Südoststrand und davor gelegenen guten Ankerplatzes¹ die Heimstätte vieler Perlenfischer ist. Die Ostseite der Insel steigt in einigen niedrigen Terrassen allmählig an. Die Westseite ist steil und buchtenreich. Auf der Kammhöhe des Gebirges wies der unter einer harten Gesteinsdecke befindliche mürbe Kalkstein einen geringen Gehalt an Chlornatrium und Gyps auf.

Zur Kennzeichnung der Trockenheit jener Gegenden sei erwähnt, dass in und bei Jambo, der Hafenstadt von Medina,² zur Trinkwasserbeschaffung sehr alte kellerartige Cisternen dienen, welche das auf die darüber und gegen das Gebirge zu befindlichen Weideplätze fallende Regenwasser auffangen,³ und dass, wie bei Rabugh Gelegenheit war, zu beobachten,

¹ Vor der Südostseite der Insel verankert, konnte man hier eine starke, wie überhaupt an der arabischen Küste gegen Norden, beziehungsweise gegen NNW setzende Meeresströmung wahrnehmen.

² Von einem arabischen Schriftsteller liegt die Angabe vor, dass im Mittelalter bei Medina ein vulkanischer Ausbruch stattgefunden hat. Ein aus Medina gebürtiger Zollbeamter von Jambo, von dem der arabischen Sprache mächtigen Herrn Linienschiffsleutenant Koss darum befragt, äusserte sich skeptisch über den nach der Tradition vor 800 Jahren stattgefundenen Ausbruch, hob jedoch hervor, dass man an der betreffenden Stelle schwarze, porenreiche und »eisenhältige«, d. h. schwere Bausteine für Medina gewinne.

³ Während unserer Anwesenheit vor Jambo (Weihnachten 1895) brachte der Regenguss einer Nacht den Jahresvorrath für Stadt und Karawanen. Manche Jahre herrscht Wassermangel.

die spärlichen Getreidefelder mit Erdwällen zur Verhinderung des Abflusses von Regenwasser versehen sind.

Während des ersten Aufenthaltes vor Dschidda, der Hafenstadt von Mekka (Anfangs November 1895) konnten, da noch nicht in Folge einiger starker Regenfälle der Sand der hier ziemlich flachen und erst weit landein von hohen Bergen überragten Wüste durch Feuchtigkeit und durch kümmerliche Vegetation verfestigt worden war, öfters gewaltige Staubwolken wahrgenommen werden. Die Windrichtungen (aus NNW und SSO) waren, wie nahezu immer, parallel zur Längenerstreckung des Rothen Meeres, so dass von dem Staube Nichts oder fast Nichts in das Meer getragen wurde.

I n h a l t.

	Seite
Einleitung	1
Untersuchungsmethoden	4
Sauerstoff	16
Kohlensäure	31
Organische Substanzen	42
Ammoniak	56
Salpetrige Säure	88
Brom	96
Schwefelsäure und Chlor	98
Weitere Bestandtheile der Wasserproben	101
Untersuchung der Grundproben	104
Untersuchungen und Beobachtungen auf dem Festlande und auf Inseln	137

Verzeichniss der Tabellen und Tafeln.

Tabelle I 1—33. Analyse der Meerwasserproben.

- » II *a—d*. Originalzahlen, erhalten bei den an Bord ausgeführten Meerwasseranalysen.
- » III. Originalzahlen, erhalten bei den in Wien ausgeführten Meerwasseranalysen.
- » IV *a—f*. Mineralbestandtheile des Meerwassers, bezogen auf: Chlor = 100.
- » V. Mineralbestandtheile des Meerwassers, bezogen auf: Aus spec. Gewicht berechnetes Gesamtsalz = 100.
- » VI *a* und *b*. Analyse der Grundproben.
- » VII. Originalzahlen, erhalten bei den Analysen der Grundproben.

Tafel I. Karte der nördlichen Hälfte des Rothen Meeres mit den chemischen Beobachtungsstationen S. M. Schiffes »Pola«.

- » II. Karte mit Angabe der Tiefenverhältnisse.
- » III. » » » » Korallenriffe.
- » IV. » des Golfes von Akaba.
- » V. » der Suezcanal-Strecke.
- » VI. » des Korallengebietes vor Mersa Halaïb an der afrikanischen Küste.

Tabelle I.

1.
Analyse der Meerwasserproben.

Nummer der Station	I	I	I	I	4	5	5
Datum	16./10. 1895 10 ^h 30 ^m a. m.	—	—	—	17./10. 2 ^h 10 ^m p. m.	17./10. 4 ^h p. m.	—
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	Hafen von Port Said, am Nordende des Suez-Canales			Mitte des Timsah- (Krokodil-) Sees bei Ismailia			
Meerestiefe in Metern	9	—	—	—	—	7	—
Schöpftiefe in Metern; B == knapp über Boden, L == aus Loth (aus Grundschlamm)	0	5	9B	0	0	0	5
Seetemperatur t in Celsiusgraden	—	—	—	—	—	—	—
Sauerstoff gefunden	—	—	—	—	—	—	—
Sauerstoff berechnet für t° und 1 Atmosphäre	—	—	—	—	—	—	—
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz	—	—	—	—	—	—	—
ganz gebundene Kohlen- säure	—	—	—	—	34.03	—	—
fertig vorhandenes Ammoniak	—	—	—	—	—	—	—
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	—	—	—	—	—	—	—
Gasförmige Bestand- theile: cm^3 bei 0° und 760 mm Druck auf 1 l Meer- wasser	—	—	—	—	—	—	—

g ganz gebundene Kohlensäure im l Meerwasser	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Cl	15.60	17.12	22.05	28.35	27.98	29.84	—	—
	SO ₄	1.97	2.30	2.78	3.71	3.83	4.21	—	—
	CO ₃	—	—	—	0.089	—	—	—	—
	Br	—	—	—	—	—	—	—	—
	Na	—	—	—	15.644	—	—	—	—
	Mg	—	—	—	1.878	—	—	—	—
	Ca	—	—	—	0.642	—	—	—	—
	K	—	—	—	0.534	—	—	—	—
	Sulfat-Rückstand	—	—	—	61.001	—	—	—	—
	CO ₂ ganz gebunden	—	—	—	0.065	—	—	—	—
	Gesammsalz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	51.13	—	—	—	—
Spec. Gew. bei 17.5°/17.5°	—	—	—	1.03903	—	—	—	—	
Mineralbestandtheile des Meerwassers g auf 1000 g Meerwasser									

Tabelle I.
2.

Nummer der Station	5	6	7	7	7	8	
Datum	—	18./10. 1895 8 ^h a. m.	18./10. 8 ^h 45 ^m a. m.	—	—	18./10. 11 ^h 15 ^m a. m.	
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	Mitte des Timsah- (Kro- kodil-) Sees bei Ismailia	Nordende des grossen Bittersees	im ersten Drittel des grossen Bittersees				Südende des grossen Bittersees
Meerestiefe in Metern	—	—	10	—	—	—	
Schöpftiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth (aus Grundschlamm)	7 B	0	0	5	10 B	0	
Seetemperatur t in Celsiusgraden	—	—	—	—	23.9	—	
Sauerstoff gefunden	—	—	—	—	4.11	—	
Sauerstoff berechnet für t° und 1 Atmosphäre	—	—	—	—	4.97	—	
Sauerstoff beansprucht von organischer Substanz	1.68	—	—	—	1.96	1.68	
ganz gebundene Kohlen- säure	29.25	—	—	—	22.69	—	
fertig vorhandenes Ammoniak	0.05	—	—	—	0.10	0.13	
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	0.33	—	—	—	0.33	0.55	
Gasförmige Bestand- theile: cm^3 bei 0° und 760 mm Druck auf 1 l Meer- wasser							

g ganz gebundene Kohlensäure im l Meerwasser	0.057	—	—	—	—	0.044	—
	30.59	31.71	31.33	30.96	32.82	31.71	31.71
	4.26	4.32	4.32	4.26	4.47	4.11	4.11
	0.076	—	—	—	0.059	—	—
	—	0.097	—	—	0.101	—	—
	16.755	—	—	—	17.672	—	—
	1.967	—	—	—	2.092	—	—
	0.685	—	—	—	0.709	—	—
	0.582	—	—	—	0.615	—	—
	65.124	—	—	—	68.730	—	—
	0.056	—	—	—	0.043	—	—
54.69	—	—	—	57.60	—	—	
1.04175	—	—	—	1.04397	—	—	
Spec. Gew. bei 17.5°/17.5°							

Tabelle I.

3.

Nummer der Station	9	10	12	12	12	16
Datum	18./10. 1895 11 ^h 45 ^m a. m.	18./10. 3 ^h p. m.	25./10. 3 ^h 30 ^m p. m.	—	25./10. 3 ^h 30 ^m p. m.	26./10. 8 ^h 30 ^m a. m.
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	Mitte des kleinen Bitter- sees	Suez-Canal zwischen Bittersee und Suez	32° 29' 29 37	—	32° 29' 29 37	33° 46' 27 50
Meerestiefe in Metern	—	—	48	—	48	—
Schöpftiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth (aus Grundschlamm)	0	0	0	48 B	48 L	0
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	—	—	—	—	—	—
Sauerstoff gefunden	—	—	—	—	—	—
Sauerstoff berechnet für <i>t</i> ^o und 1 Atmosphäre	—	—	—	—	—	—
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz	—	2·24	2·91	2·52	12·32	2·02
ganz gebundene Kohlen- säure	23·88	—	—	—	—	—
Druck auf 1 l Meer- wasser	—	0·16	0·20	0·10	0·49	0·13
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	—	0·65	0·72	0·65	1·14	0·39

g ganz gebundene Kohlensäure im l Meerwasser		0·047	—	—	—	—	—	—
	Cl	29 47	24·88	23·56	24·03	23·75	21·49	—
	SO ₄	3·76	3·28	2·97	3·08	3·08	2 97	—
	CO ₂	0·062	—	—	—	—	—	—
	Br	—	—	0·068	—	—	—	—
	Na	15·438	—	—	—	—	—	—
	Mg	1·939	—	—	—	—	—	—
	Ca	0·608	—	—	—	—	—	—
	K	0·565	—	—	—	—	—	—
	Sulfat-Rückstand	60·623	—	—	—	—	—	—
	CO ₂ ganz gebunden	0·046	—	—	—	—	—	—
	Gesamtsalz, berechnet aus spec. Gew.	50·92	—	—	—	—	—	—
	Spec. Gew. bei 17·5°/17·5°	1·03887	—	—	—	—	—	—

Mineralbestandtheile des Meerwassers g auf 1000 g Meerwasser

Tabelle I.

4.

Nummer der Station	18.	18	18	18	18	18	22
Datum	26./10. 1895 3 ^h 30 ^m p. m.	—	—	—	—	—	28./10. 4 ^h 30 ^m p. m.
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	34° 2' 27° 24' 30"	—	—	—	—	—	34° 50' 30" 26 10 50
Meerestiefe in Metern	547	—	—	—	—	—	87
Schöpftiefe in Metern; B = Knapp über Boden, L = aus Loth (aus Grundschlamm)	0	10	100	547 B	547 L	—	87 B
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	—	—	—	21.5	—	—	22.2
Sauerstoff gefunden	—	—	—	2.16	—	—	4.32
Sauerstoff berechnet für <i>f</i> ^o und I Atmosphäre	—	—	—	5.18	—	—	5.12
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz ganz gebundene Kohlen- säure	—	—	—	2.41	—	6.50	1.01
Druck auf 1 l Meer- wasser	—	—	—	—	—	—	—
fertig vorhandenes Ammoniak	—	—	—	0.07	—	0.26	0.03
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	—	—	—	0.20	—	0.55	0.10

g ganz gebundene Kohlensäure im l Meerwasser	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Cl	21.11	20.74	20.74	21.11	21.49	—	—	—
	SO ₄	2.92	2.97	2.97	2.97	2.97	—	—	—
	CO ₃	—	—	—	—	—	—	—	—
	Br	0.068	0.068	—	—	—	—	—	—
	Ca	—	—	—	—	—	—	—	—
	K	—	—	—	—	—	—	—	—
	Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—	—	—	—
	CO ₂ ganz gebunden	—	—	—	—	—	—	—	—
	Gesamtsalz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—	—	—
Spec. Gew. bei 17.5°/17.5°	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Mineral-
bestand-
theile des
Meerwassers
g auf 1000 g
Meerwasser

Tabelle I.

5.

Nummer der Station	26	27	27	30	33	33
Datum	30./10. 2 ^h p. m.	30./10. 3 ^h 30 ^m p. m.	—	31./10. 2 ^h 30 ^m p. m.	1./11. 2 ^h p. m.	—
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	34° 32' 26 0	34° 35' 25 58	—	36° 15' 24 25	37° 37' 23 21	—
Meerestiefe in Metern	—	620	—	—	791	—
Schöpftiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth (aus Grundschlamm)	0	620 B	620 L	100	100	791 B
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	—	21.5	—	—	—	21.5
Sauerstoff gefunden	—	2.49	—	—	—	2.16
Sauerstoff berechnet für <i>t</i> ^o und 1 Atmosphäre	—	5.18	—	—	—	5.18
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz	1.90	1.68	5.04	1.85	1.51	2.18
ganz gebundene Kohlen- säure	24.78	—	—	24.48	—	—
fertig vorhandenes Ammoniak	0.07	0.10	0.16	0.10	0.07	0.07
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	0.23	0.20	0.33	0.20	0.16	0.16
Gasförmige Bestand- theile: <i>cm</i> ³ bei 0° und 760 ^{mm} Druck auf 1 l Meer- wasser						

g ganz gebundene Kohlensäure im l Meerwasser	—	—	—	—	—	—	—
	0·049	—	—	—	—	—	—
	—	20·74	20·74	20·74	—	—	20·74
	—	2·92	2·92	2·92	—	—	2·92
	0·064	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—
Mineralbestandtheile des Meerwassers g auf 1000 g Meerwasser	—	—	—	—	—	—	—
Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—	—	—
CO ₂ ganz gebunden	0·047	—	—	—	—	—	—
Gesammtsatz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—	—
Spec. Gew. bei 17·5°/17·5°	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle I.
6.

Nummer der Station	40	42	42	44	44	44	46
Datum	12./II. 11h 30h a. m.	13./II. 6h 45m a. m.	13./II. 6h 45m a. m.	13./II. 3h p. m.	—	14./II. 6h 30m a. m.	—
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	39° 4' 21 29	37° 22' 21 27	37° 22' 21 27	37° 5' 21 39	—	38° 19' 22 6	—
Meerestiefe in Metern	—	700	700	690	—	870	—
Schöpftiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth (aus Grundschißamm)	0	100	700 L.	690 B	690 L	870 B	—
Seetemperatur t in Celsiusgraden	—	—	—	21.6	—	21.5	—
Sauerstoff gefunden	—	—	—	2.16	—	2.32	—
Sauerstoff berechnet für t° und 1 Atmosphäre	—	—	—	5.17	—	5.18	—
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz	3.70	1.85	7.73	—	—	1.74	—
ganz gebundene Kohlen- säure	25.37	—	25.31	—	—	—	—
fertig vorhandenes Ammoniak	0.20	0.10	0.49	—	—	0.10	—
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	0.49	0.20	0.98	—	—	0.16	—
Gasförmige Bestand- theile: cm^3 bei 0° und 760mm Druck auf 1 l Meer- wasser	—	—	—	—	—	—	—

g ganz gebundene Kohlensäure im l Meerwasser	0.050	—	0.050	—	—	—
	Cl	23.00	—	23.00	—	—
Mineralbestandtheile des Meerwassers g auf 1000 g Meerwasser	SO ₄	2.97	—	2.92	—	—
	CO ₃	0.066	—	0.066	—	—
	Br	—	—	—	—	—
	Ca	0.466	—	—	—	0.480
	K	0.462	—	—	—	0.452
	Sulfat-Rückstand	47.175	—	—	—	48.539
	CO ₂ ganz gebunden	0.048	—	0.048	—	—
Gesammtsatz, berechnet aus spec. Gew.	39.39	—	—	—	40.57	
Spec. Gew. bei 17.5°/17.5°	1.03007	—	—	—	1.03097	

Tabelle L.
7.

Nummer der Station	46	47	47	47	47	Stationen zwischen der afrikanischen Festlandküste bei Mersa Halab und dem nördlichen Theil des vorgelagerten Korallenriffes
Datum	—	14./11. 2h 20 ^m p. m.	—	—	17./11. 7h 15 ^m a. m.	7h 30 ^m a. m.
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	—	38° 32' 30" 22 26 30	—	—	beim Molo- ende α	20 ^{##} NO vom Molo- ende β
Meeresiefe in Metern	—	590	—	—	—	6
Schöpfungtiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth (aus Grundschlamm)	870 L	100	590 B	—	0	6 B
Seetemperatur t in Celsiusgraden	—	25.5	21.6	—	27	26.6
Sauerstoff gefunden	—	3.70	1.41	—	—	4.07
Sauerstoff berechnet für t° und 1 Atmosphäre	—	4.83	5.17	—	—	4.76
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz	7.66	—	—	—	1.18	1.90
ganz gebundene Kohlen- säure	—	—	—	—	—	21.49
fertig vorhandenes Ammoniak	0.33	—	—	—	0.07	0.07
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	0.49	—	—	—	0.13	0.20
Gasförmige Bestand- theile: bei 0° und 760 ^{mm} Druck auf 1 l Meer- wasser						

<i>g</i> ganz gebundene Kohlensäure im <i>l</i> Meerwasser	—	—	—	—	—	—	0·042
Cl	22·62	—	—	—	—	—	22·62
SO ₄	2·82	—	—	—	—	—	2·77
CO ₃	—	—	—	—	—	—	0·056
Br	—	—	—	—	—	—	—
Ca	—	—	—	—	—	—	—
K	—	—	—	—	—	—	—
Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—	—	—
CO ₂ ganz gebunden	—	—	—	—	—	—	0·041
Gesammtsatz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—	—
Spec. Gew. bei 17·5°/17·5°	—	—	—	—	—	—	—

Mineral-
bestand-
theile des
Meerwassers
g auf 1000 *g*
Meerwasser

Tabelle I.
8.

Nummer der Station	Stationen zwischen der afrikanischen Festlandsküste bei Mersa Haläib und dem nördlichen Theil des vor- gelagerten Korallenriffes		Stationen an den vier Seiten der Sandinsel nördlich von der Nord-Einfahrt zu Mersa Haläib				
	8h a. m.	—	8h 30m a. m.	Weststrand δ	Oststrand ϵ	Südende ζ	Nordende η
Datum	40	—	—	—	—	—	—
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	400 m NO vom Ankerplatz der »Pola«	40 B	—	0	0	0	0
Meerestiefe in Metern	27.1	27	26.1	26.4	26.3	25.8	—
Schöpfungstiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth (aus Grundschlamm)	—	3.94	—	—	—	—	—
Seetemperatur t in Celsiusgraden	—	4.72	—	—	—	—	—
Gasförmige Bestandtheile: cm ³ bei 0° und 760mm Druck auf 1 l Meerwasser	Sauerstoff gefunden	1.06	1.74	1.29	1.01	1.01	0.95
	Sauerstoff berechnet für t° und 1 Atmosphäre	—	14.33	1.19	22.39	20.90	25.07
	Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz	0.03	0.07	0.02	0.02	0.02	0.03
	ganz gebundene Kohlensäure	0.16	0.20	0.13	0.10	0.10	0.16
	fertig vorhandenes Ammoniak	—	—	—	—	—	—
	bei Oxydation der organischen Substanz entstehendes Ammoniak	—	—	—	—	—	—

g ganz gebundene Kohlensäure im l Meerwasser	—	0·028	0·002	0·044	0·041	0·049
Cl	—	22·62	21·49	—	—	—
SO ₄	—	2·72	2·77	—	—	—
CO ₂	—	0·037	0·003	0·058	0·054	0·065
Br	—	—	0·054	—	—	—
Ca	—	0·472	—	—	—	—
K	—	0·483	—	—	—	—
Sulfat-Rückstand	—	47·721	—	—	—	—
CO ₂ ganz gebunden	—	0·027	0·002	0·043	0·040	0·048
Gesamtsalz, berechnet aus spec. Gew.	—	39·93	—	—	—	—
Spec. Gew. bei 17·5°/17·5°	—	1·03048	—	—	—	—

Mineralbestandtheile des Meerwassers g auf 1000 g Meerwasser

Tabelle I.
9.

Nummer der Station	Seichtes Wasser über: südl.	Tiefes Wasser zwischen d. s. Th. d.	Süd- (Boots-) Einfahrt zu	Zwischen Korallen- stöcken bei Vertiefung	In der Ver- tiefung an der W-Seite des südl.	55
Datum	18./11. 1895 7h 15m a. m.	18./11. 8h 45m a. m.	9h a. m.	—	—	19./11. 4h p. m.
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	Theile des Riffes vor Mersa Halaib φ	Riffes und der Küste bei Mersa Halaib λ	Mersa Halaib; beim Südende des Riffes α	an der West- seite des südlichen Rifftheiles λ	Rifftheiles vor Mersa Halaib μ	36° 45' 22 20
Meerestiefe in Metern	—	21	—	2	3 1/2	845
Schöpfungstiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth (aus Grundschlamm)	0	21 B	0	2 B	3 1/2 B	500
Seetemperatur t in Celsiusgraden	26.6	26.6	26.4	26.8	26.9	21.6
Sauerstoff gefunden	—	4.11	—	4.11	4.20	2.09
Sauerstoff berechnet für t° und 1 Atmosphäre	—	4.76	—	4.74	4.73	5.17
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz	0.90	1.29	0.78	1.06	1.06	—
ganz gebundene Kohlen- säure	—	23.88	—	23.28	25.07	—
Druck auf 1 l Meer- wasser	0.07	0.07	0.10	0.07	0.07	—
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	0.16	0.13	0.07	0.07	0.10	—
Gasförmige Bestand- theile: cm ³ bei 0° und 760mm						

g ganz gebundene Kohlensäure im l Meerwasser	—	0 047	—	0'046	0'049	—
	Cl	23'00	23'00	23'00	23'00	—
	SO ₄	2'77	2'77	2'87	2'92	—
	CO ₃	0'062	—	0'060	0'065	—
	Br	0'060	0'060	0'051	—	—
Mineralbestandtheile des Meerwassers g auf 1000 g Meerwasser	Ca	—	—	—	0'468	—
	K	—	—	—	0'423	—
	Sulfat-Rückstand	—	—	—	47'611	—
	CO ₂ ganz gebunden	—	0'046	—	0'045	—
Gesamtsalz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	39'800	—
Spec. Gew. bei 17'5°/17'5°	—	—	—	—	1'03038	—

Tabelle I.
10.

Nummer der Station	55	55	57	57	67	67
Datum	—	—	20./11. 1895 6 ^h 30 ^m a. m.	—	28./11. 5 ^h 15 ^m p. m.	—
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	—	—	36° 20' 23 16	—	35° 54' 23 46	—
Meerestiefe in Metern	—	—	780	—	900	—
Schöpftiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth	845 B	845 L	780 B	780 L	100	900 B
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	21·5	—	21·3	—	26·4	21·4
Sauerstoff gefunden	2·16	—	2·32	—	4·51	2·66
Sauerstoff berechnet für <i>t</i> ° und 1 Atmosphäre	5·18	—	5·20	—	4·77	5·19
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz	—	—	1·40	6·94	—	—
ganz gebundene Kohlen- säure	—	—	—	—	—	—
fertig vorhandenes Ammoniak	—	—	0·07	0·33	—	—
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	—	—	0·13	0·65	—	—
Gasförmige Bestand- theile: cm ³ bei 0° und 760mm Druck auf 1 l Meer- wasser						

<i>g</i> ganz gebundene Kohlensäure im <i>l</i> Meerwasser	—	0·050	—	—	—	—	—
Cl	—	—	—	—	—	—	—
SO ₄	—	—	—	—	—	—	—
CO ₃	—	0·066	—	—	—	—	—
Ca	—	—	—	—	—	—	—
K	—	—	—	—	—	—	—
Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—	—	—
CO ₂ ganz gebunden	—	0·048	—	—	—	—	—
Gesammtsatz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—	—
Spec. Gew. bei 17·5°/17 5°	—	—	—	—	—	—	—

Mineral-
bestand-
theile des
Meerwassers
g auf 1000 *g*
Meerwasser

Tabelle I.
12.

Nummer der Station	72	73	73	75	75	75	76
Datum	—	30./11. 1895 2 ^h p. m.	—	1./12. 6 ^h 30 ^m a. m.	—	—	1./12. 2 ^h 30 ^m p. m.
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	—	36° 28' 22 59	—	37° 48' 22 35	—	—	38° 19' 23 12
Meerestiefe in Metern	—	820	—	1804	—	—	600
Schöpftiefe in Metern: B = knapp über Boden, L = aus Loth	1150 L	100	820 B	100	1804 B	100	100
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	—	25.4	21.5	24.8	21.4	26.5	26.5
Sauerstoff gefunden	—	4.51	2.16	4.19	2.66	4.19	4.19
Sauerstoff berechnet für <i>t</i> ^o und 1 Atmosphäre	—	4.84	5.18	4.89	5.19	4.76	4.76
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz ganz gebundene Kohlen- säure	9.52	—	—	—	1.40	—	—
fertig vorhandenes Ammoniak	0.52	—	—	—	—	—	—
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	1.20	—	—	—	0.03	—	—

g ganz gebundene Kohlensäure im l Meerwasser	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Cl	23.00	—	—	—	—	—	23.37	—
	SO ₄	2.92	—	—	—	—	—	2.97	—
	CO ₃	—	—	—	—	—	—	—	—
	Ca	—	—	—	—	—	—	—	—
	K	—	—	—	—	—	—	—	—
	Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—	—	—	—
	CO ₂ ganz gebunden	—	—	—	—	—	—	—	—
	Gesammtsatz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—	—	—
	Spec. Gew. bei 17.5°/17.5°	—	—	—	—	—	—	—	—

Mineralbestandtheile des Meerwassers g auf 1000 g Meerwasser

Tabelle I.

13.

Nummer der Station	76	79	79	79	85	85	85
Datum	—	2./12. 1895 7 ^h a. m.	—	—	6./12. 6 ^h 30 ^m a. m.	—	—
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	—	38° 29' 22 42	—	—	38° 0' 22 4	—	—
Meeresstiefe in Metern	—	512	—	—	2160	—	—
Schöpftiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth	600 B	100	512 B	—	100	2160 B	2160 L
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	21.7	25.3	21.6	—	—	21.5	—
Sauerstoff gefunden	1.49	3.86	1.33	—	—	2.66	—
Sauerstoff berechnet für t° und 1 Atmosphäre	5.16	4.85	5.17	—	—	5.18	—
Gasförmige Bestandtheile: <i>cms</i> bei 0° und 760 ^{mm} Druck auf 1 l Meerwasser	—	—	0.90	—	—	—	5.38
fertig vorhandenes Ammoniak	—	—	—	—	—	—	19.70
bei Oxydation der organischen Substanz entstehendes Ammoniak	—	—	0.07	—	—	—	0.29
	—	—	0.13	—	—	—	0.65

g ganz gebundene Kohlensäure im l Meerwasser	—	—	—	—	—	—	—	—	0.039
	Cl	—	23.00	—	—	—	—	23.75	22.62
	SO ₄	—	2.92	—	—	—	—	2.97	2.97
	CO ₃	—	—	—	—	—	—	—	0.051
	Ca	—	—	—	—	—	—	0.478	—
	K	—	—	—	—	—	—	0.418	—
Mineralbestandtheile des Meerwassers g auf 1000 g Meerwasser	Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—	—	48.546	—
	CO ₂ ganz gebunden	—	—	—	—	—	—	—	0.038
	Gesammtsatz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—	40.81	—
Spec. Gew. bei 17.5°/17.5°	—	—	—	—	—	—	—	1.03115	—

Tabelle I.
14.

Nummer der Station	88	88	95	95	99	99
Datum	7./12. 1895 6h 30m a. m.	—	21./12. 9h a. m.	21./12. 9h a. m.	27./12. 1h p. m.	—
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	38° 33' 21 30	—	38° 9' 0" 23 40 30	38° 9' 23 40 30 ⁿ	37° 45' 24 5	—
Meerestiefe in Metern	902	—	611	611	700	—
Schöpftiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth	100	902 B	100	611 L	100	700 B
Seetemperatur t in Celsiusgraden	28.2	21.5	25.3	—	25.3	21.6
Sauerstoff gefunden	4.51	2.32	4.51	—	4.67	1.49
Sauerstoff berechnet für t° und 1 Atmosphäre	4.63	5.18	4.85	—	4.85	5.17
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz	—	0.45	2.13	8.06	—	1.74
und 760mm Druck auf 1 l Meer- wasser	—	—	—	21.49	—	—
fertig vorhandenes Ammoniak	—	0.10	0.10	0.65	—	0.10
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	—	0.20	0.20	1.30	—	0.20

g ganz gebundene Kohlensäure im l Meerwasser	—	—	—	—	—	—	—	—
	Cl	22.62	—	—	—	—	—	22.43
	SO ₄	3.08	—	—	—	—	—	2.97
	CO ₃	—	—	—	—	—	—	—
Mineralbestandtheile des Meerwassers g auf 1000 g Meerwasser	Ca	—	—	—	—	—	—	—
	K	—	—	—	—	—	—	—
	Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—	—	—
	CO ₂ ganz gebunden	—	—	—	—	—	—	—
	Gesammtsatz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—	—
	Spec. Gew. bei 17.5°/17.5°	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle I.
15.

Nummer der Station	99	101	101	101	101	102	104
Datum	—	28./12. 1895 6h 30 ^m a. m.	—	—	—	28./12. 3 ^h p. m.	29./12. 6h 30 ^m a. m.
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	—	30° 18' 24 8	—	—	—	35° 37' 24 15	35° 25' 0" 24 47 7
Meerestiefe in Metern	—	1200	—	—	—	562	535
Schöpftiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth	700 L	100	1200 B	1200 L	100	100	100
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	—	25·3	21·5	—	—	24·9	24·7
Sauerstoff gefunden	—	4·83	2·66	—	—	4·35	4·98
Sauerstoff berechnet für <i>t</i> ° und 1 Atmosphäre	—	4·85	5·18	—	—	4·88	4·90
Gasförmige Bestandtheile: <i>cm</i> ³ bei 0° und 760 <i>mm</i> Druck auf 1 l Meerwasser	7·62	—	1·51	7·50	—	—	1·12
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz ganz gebundene Kohlen- säure	20·30	—	—	20·30	—	22·69	—
fertig vorhandenes Ammoniak	0·59	—	0·05	0·39	—	—	0·03
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	1·14	—	0·13	0·91	—	—	0·13

g ganz gebundene Kohlensäure im l Meerwasser	0.040	—	—	0.040	0.044	—
	22.43	—	22.43	22.05	22.62	—
SO ₄	2.97	—	2.97	2.97	2.97	—
CO ₃	0.053	—	—	0.053	0.059	—
Ca	—	—	—	—	—	—
K	—	—	—	—	—	—
Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—	—
CO ₂ ganz gebunden	0.039	—	—	0.039	0.043	—
Gesamtsalz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—
Spec. Gew. bei 17.5°/17.5°	—	—	—	—	—	—

Tabelle I.
16.

Nummer der Station	110	113	113	114	114	114	114
Datum	2./I. 1896 6h.30m a. m.	4/I. 6h.30m a. m.	—	4/I. 2h p. m.	—	—	—
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	34° 55' 25 23	35° 41' 25 22	—	36° 10' 25 43	—	—	—
Meerestiefe in Metern	582	910	—	780	—	—	—
Schöptiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth	100	100	910 B	100	780 B	780 L	780 L
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	24.0	24.5	21.3	25.2	21.5	—	—
Sauerstoff gefunden	4.99	4.67	2.99	5.15	2.32	—	—
Sauerstoff berechnet für <i>t</i> ° und 1 Atmosphäre	4.96	4.91	5.20	4.86	5.18	—	—
Gasförmige Bestandtheile: <i>cm</i> ³ bei 0° und 760 <i>mm</i> Druck auf 1 l Meerwasser	—	—	—	—	1.34	—	20.30
fertig vorhandenes Ammoniak	—	—	—	—	0.07	—	—
bei Oxydation der organischen Substanz entstehendes Ammoniak	—	—	—	—	0.26	—	—

Tabelle I.

17.

Nummer der Station	119	119	119	120	125	125	125
Datum	8./I. 1896 11 h. a. m.	8./I. 1896 11 h. a. m.	8./I. 1896 3 ^h p. m.	10./I. 6 ^h 30 ^m a. m.	—	—	—
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	36° 35' 24 55	36° 35' 24 55	36° 51' 24 35	36° 8' 26 19	—	—	—
Meerestiefe in Metern	990	990	828	880	—	—	—
Schöpfungstiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth	100	990 L	828 B	100	880 B	880 L	880 L
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	24.7	—	21.5	24.1	21.5	—	—
Sauerstoff gefunden	4.65	—	2.49	5.31	2.32	—	—
Sauerstoff berechnet für <i>t</i> ° und 1 Atmosphäre	4.90	—	5.18	4.95	5.18	—	—
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz	—	—	—	—	—	—	—
ganz gebundene Kohlen- säure	—	21.49	23.88	22.69	—	21.49	21.49
fertig vorhandenes Ammoniak	—	—	—	—	—	—	—
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	—	—	—	—	—	—	—
Gasförmige Bestand- theile: <i>cm</i> ³ bei 0° und 760 <i>mm</i> Druck auf 1 l Meer- wasser							

g ganz gebundene Kohlensäure im l Meerwasser	—	0·042	0·047	0·044	—	0·042
	—	22·24	22·24	22·24	—	22·24
SO ₄	—	3·13	3·08	3·08	—	3·13
CO ₃	—	0·056	0·062	0·059	—	0·056
Ca	—	—	—	—	—	—
K	—	—	—	—	—	—
Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—	—
CO ₂ ganz gebunden	—	0·041	0·046	0·043	—	0·041
Gesammtsatz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—
Spec. Gew. bei 17·5°/17·5°	—	—	—	—	—	—

Tabelle I.
18.

Nummer der Station	128	128	128	129	129	129	129
Datum	13./I. 1896 6 ^h 30 ^m a. m.	—	—	13./I. 4 ^h p. m.	—	—	—
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	35° 27' 26 8	—	—	34° 49' 0 26 16 42	—	—	—
Meerestiefe in Metern	1168	—	—	806	—	—	—
Schöpfungtiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth	100	1168 B	1168 L	100	200	806 B	—
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	23 0	21.4	—	23.2	22.3	21.5	—
Sauerstoff gefunden	4.51	3.15	—	4.83	3.06	2.66	—
Sauerstoff berechnet für <i>t</i> ° und 1 Atmosphäre	5.05	5.19	—	5.03	5.11	5.18	—
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz ganz gebundene Kohlen- säure	—	—	—	—	—	—	—
fertig vorhandenes Ammoniak	—	23.88	21.49	—	—	23.88	—
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	—	—	—	—	—	—	—
Gasförmige Bestand- theile: cm ³ bei 0° und 760 ^{mm} Druck auf 1 l Meer- wasser	—	—	—	—	—	—	—

g ganz gebundene Kohlensäure im l Meerwasser	—	0·047	—	—	—	0·047
	Cl	22·24	22·62	—	—	22·62
	SO ₄	3·13	3·13	—	—	3·08
	CO ₃	0·062	0·056	—	—	0·062
Mineralbestandtheile des Meerwassers g auf 1000 g Meerwasser	Ca	—	—	—	—	—
	K	—	—	—	—	—
	Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—
CO ₂ ganz gebunden	—	0·046	—	—	—	0·046
Gesamtsalz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—
Spec. Gew. bei 17·5°/17·5°	—	—	—	—	—	—

Tabelle I.
19.

Nummer der Station	129	131	131	131	136	136
Datum	—	14./I. 1896 6h 30 ^m a. m.	—	—	19./I. 5h p. m.	19./I. 5h p. m.
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	—	34° 27' 26 28	—	—	34° 41' 30" 26 48	34° 41' 30" 26 48
Meerestiefe in Metern	—	760	—	—	1135	1135
Schöpftiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth	806 L	100	760 B	760 L	100	600
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	—	23 2	21.5	—	23.0	21.6
Sauerstoff gefunden	—	4.67	2.66	—	4.67	3.32
Gasförmige Bestandtheile: <i>cm</i> ³ bei 0° und 760 <i>mm</i> Druck auf 1 l Meerwasser	—	5 03	5.18	—	5.05	5 17
Sauerstoff berechnet für <i>t</i> ° und 1 Atmosphäre	—	—	—	—	—	—
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz ganz gebundene Kohlen- säure	19.10	—	23.88	22.69	—	—
fertig vorhandenes Ammoniak	—	—	—	—	—	—
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	—	—	—	—	—	—

<i>g</i> ganz gebundene Kohlensäure im <i>l</i> Meerwasser	0·037	—	0·047	0·044	—	—
Cl	21·68	—	22·05	22·62	—	—
SO ₄	3·08	—	3·08	3·08	—	—
CO ₃	0·050	—	0·062	0·059	—	—
Ca	—	—	—	—	—	—
K	—	—	—	—	—	—
Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—	—
CO ₂ ganz gebunden	0·036	—	0·046	0·043	—	—
Gesammtsatz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—
Spec. Gew. bei 17·5°/17·5°	—	—	—	—	—	—

Mineralbestandtheile des Meerwassers *g* auf 1000 *g* Meerwasser

Tabelle I.
20.

Nummer der Station	145	145	149	149	149	151
Datum	3/2. 1896 3 ^h 30 ^m p. m.	—	4./2. 3 ^h 30 ^m p. m.	—	—	5./2. 6 ^h 30 ^m a. m.
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	32° 43' 30" 29 24 12	—	34° 30' 27 25	—	—	35° 17' 27 24
Meerestiefe in Metern	62	—	1082	—	—	764
Schöpftiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth	62 B	62 L	100	1082 B	1082 L	100
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	17.2	—	22.7	21.5	—	23.0
Sauerstoff gefunden	4.98	—	4.99	2.99	—	4.83
Sauerstoff berechnet für <i>t</i> ° und 1 Atmosphäre	5.60	—	5.07	5.18	—	5.05
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz	3.19	12.99	1.29	0.95	6.83	—
ganz gebundene Kohlen- säure	—	22.09	—	—	—	—
fertig vorhandenes Ammoniak	0.13	0.39	0.07	0.07	0.23	—
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	0.49	2.60	0.20	0.20	1.63	—
Gasförmige Bestand- theile: <i>cm</i> ³ bei 0° und 760 <i>mm</i> Druck auf 1 l Meer- wasser						

<i>g</i> ganz gebundene Kohlensäure im <i>l</i> Meerwasser	—	0·043	—	—	—	—	—
Cl	—	23·37	—	—	—	—	—
SO ₄	—	3·13	—	—	—	—	—
CO ₃	—	0·057	—	—	—	—	—
Mineralbestandtheile des Meerwassers <i>g</i> auf 1000 <i>g</i> Meerwasser	—	—	—	—	—	—	—
Ca	—	—	—	—	—	—	—
K	—	—	—	—	—	—	—
Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—	—	—
CO ₂ ganz gebunden	—	0·042	—	—	—	—	—
Gesammtsatz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—	—
Spec. Gew. bei 17·5°/17·5°	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle I.
21.

Nummer der Station	151	153	153	153	153	155	155
Datum	—	5/2.1896 2 ^h p. m.	—	—	—	—	6/2. 6 ^h 30 ^m a. m.
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	—	34° 47' 27 43	—	—	—	—	35° 17' 30" 26 53
Meerestiefe in Metern	—	900	—	—	—	—	740
Schöpftiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth	400	100	300	900 L	100	740 B	100
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	21.5	22.9	21.5	—	22.2	21.5	—
Sauerstoff gefunden	2.49	4.67	2.82	—	4.35	2.32	—
Sauerstoff berechnet für <i>t</i> ° und 1 Atmosphäre	5.18	5.05	5.18	—	5.12	5.18	—
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz	—	0.73	0.95	4.93	—	0.84	—
ganz gebundene Kohlen- säure	—	—	22.69	22.69	—	—	—
fertig vorhandenes Ammoniak	—	0.07	0.05	0.13	—	0.03	—
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	—	0.16	0.13	0.49	—	0.10	—

g ganz gebundene Kohlensäure im l Meerwasser	—	—	—	0.044	—	—	—
	23.00	—	—	22.62	—	—	—
SO ₄	3.08	—	—	3.08	—	—	—
CO ₂	—	—	—	0.059	—	—	—
Ca	0.477	—	—	—	—	—	—
K	0.469	—	—	—	—	—	—
Sulfat-Rückstand	48.538	—	—	—	—	—	—
CO ₂ ganz gebunden	—	—	—	0.043	—	—	—
Gesamtsalz, berechnet aus spec. Gew.	40.66	—	—	—	—	—	—
Spec. Gew. bei 17.5°/17.5°	1.03104	—	—	—	—	—	—
Mineralbestandtheile des Meerwassers g auf 1000 g Meerwasser							

Tabelle I.
22.

Nummer der Station	155	156	156 _a	160	160	160
Datum	—	6, 1/2 1896 3h 15m p. m.	—	13/2. 2h p. m.	—	—
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	—	34° 54' 27 II	—	35° 34' 26 34	—	—
Meerestiefe in Metern	—	986	—	825	—	—
Schöpfungstiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth	740 L	100	986 B	100	825 B	825 L
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	—	22.2	21.5	22.2	21.5	—
Sauerstoff gefunden	—	4.35	2.99	4.99	2.66	—
Sauerstoff berechnet für <i>t</i> ° und 1 Atmosphäre	—	5.12	5.18	5.12	5.18	—
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz	7.28	—	—	1.06	0.90	6.72
ganz gebundene Kohlen- säure	21.49	—	—	—	—	—
fertig vorhandenes Ammoniak	0.23	—	—	0.07	0.07	0.36
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	1.14	—	—	0.16	0.13	0.81
Gasförmige Bestand- theile: <i>cm</i> ³ bei 0° und 760 <i>mm</i> Druck auf 1 l Meer- wasser						

Tabelle I.

28.

Nummer der Station	165	165	165	166	166	166	178
Datum	17./2. 1896 10 ^h a. m.	—	—	17./2. 3 ^h p. m.	—	—	4./3. 11 ^h a. m.
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	34° 10' 27 4	—	—	34° 2' 27 25	—	—	32° 35' 36" 29 43 42
Meerestiefe in Metern	1012	—	—	564	—	—	45
Schöpftiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth	100	1012 B	1012 L	100	564 B	—	20
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	22.1	21.5	—	22.2	21.5	—	16.4
Sauerstoff gefunden	5.15	3.15	—	4.83	3.32	—	5.47
Sauerstoff berechnet für <i>t</i> ° und 1 Atmosphäre	5.13	5.18	—	5.12	5.18	—	5.68
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz	0.95	0.84	5.26	0.50	0.50	—	1.40
ganz gebundene Kohlen- säure	25.07	24.48	22.69	25.07	24.48	—	—
fertig vorhandenes Ammoniak	0.07	0.07	0.23	0.07	0.07	—	0.10
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	0.20	0.13	0.94	0.13	0.13	—	0.23
Gasförmige Bestand- theile: <i>cm</i> ³ bei 0° und 760 <i>mm</i> Druck auf 1 l Meer- wasser							

<i>g</i> ganz gebundene Kohlensäure im <i>l</i> Meerwasser	0·049	0·048	0·044	0·049	0·048	—
Cl	—	21·87	22·24	—	22·24	—
SO ₄	—	3·08	3·08	—	3·08	—
CO ₃	0·065	0·064	0·059	0·065	0·064	—
Ca	—	—	—	—	—	—
K	—	—	—	—	—	—
Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—	—
CO ₂ ganz gebunden	0·048	0·047	0·043	0·048	0·047	—
Gesammtsatz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—
Spec. Gew. bei 17·5°/17·5°	—	—	—	—	—	—

Mineral-
bestand-
theile des
Meerwassers
g auf 1000 *g*
Meerwasser

Tabelle I.

24.

Nummer der Station	178	178	179	179	179	183
Datum	—	—	4/3. 1896 4 ^h 45 ^m p. m.	—	—	7./3. 8 ^h 30 ^m a. m.
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	—	—	32° 56' 0" 29 7 36	—	—	33° 6' 24" 28 44 30
Meerestiefe in Metern	—	—	50	—	—	50
Schöpftiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth	45 B	45 L	20	50 B	50 L	20
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	16.8	—	16.9	16.8	—	17.2
Sauerstoff gefunden	5.48	—	5.31	5.31	—	5.88
Sauerstoff berechnet für <i>t</i> ° und 1 Atmosphäre	5.64	—	5.63	5.64	—	5.60
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz	1.51	10.53	—	1.18	8.74	—
ganz gebundene Kohlen- säure	26.27	23.88	—	23.88	22.69	—
fertig vorhandenes Ammoniak	0.10	0.42	—	0.10	0.39	—
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	0.23	1.95	—	0.16	0.98	—

g ganz gebundene Kohlensäure im l Meerwasser		0.051	0.047	—	0.047	0.044	—
	Cl	23.00	22.62	23.37	—	23.00	—
	SO ₄	3.13	3.08	3.13	—	3.13	—
	CO ₃	0.068	0.062	—	0.062	0.059	—
	Ca	—	—	0.495	—	—	—
	K	—	0.467	0.535	—	—	—
	Sulfat-Rückstand	—	50.300	50.150	—	—	—
	CO ₂ ganz gebunden	0.050	0.046	—	0.046	0.043	—
	Gesamtsalz, berechnet aus spec. Gew.	—	42.16	41.93	—	—	—
	Spec. Gew. bei 17.5°/17.5°	—	1.03218	1.03201	—	—	—

Mineralbestandtheile, des Meerwassers g auf 1000 g Meerwasser

Tabelle I.

25.

Nummer der Station	183	189	202	202	203	203
Datum	—	12./3. 1896 9 ^h a. m.	1./4. 6 ^h a. m.	—	1./4. 10 ^h 15 ^m a. m.	—
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	—	33° 20' 36" 28 9 6	33° 43' 27 50	—	34° 3' 27 37	—
Meerestiefe in Metern	—	72	73	—	878	—
Schöpftiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth	50 B	72 B	20	73 B	100	878 B
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	16·8	—	21·2	20·4	22·3	21·5
Sauerstoff gefunden	5·31	—	4·99	5·15	4·83	3·54
Sauerstoff berechnet für <i>t</i> ° und 1 Atmosphäre	5·64	—	5·21	5·27	5·11	5·18
Gasförmige Bestandtheile: <i>cm</i> ³ bei 0° und 760 <i>mm</i> Druck auf 1 l Meer- wasser	—	—	—	0·50	0·45	0·45
	—	—	—	25·07	25·07	25·07
fertig vorhandenes Ammoniak	—	—	—	0·10	0·07	0·07
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	—	—	—	0·20	0·13	0·13

<i>g</i> ganz gebundene Kohlensäure im <i>l</i> Meerwasser	—	—	0·049	0·049	0·049	0·049	0·049
Cl	—	23·00	—	—	—	—	—
SO ₄	—	3·08	—	—	—	—	—
CO ₃	—	—	0·065	0·065	0·065	0·065	0·065
Ca	—	—	—	—	—	—	—
K	—	—	—	—	—	—	—
Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—	—	—
CO ₂ ganz gebunden	—	—	0·048	0·048	0·048	0·048	0·048
Gesamtsalz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—	—
Spec. Gew. bei 17·5°/17·5°	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle I.
26.

Nummer der Station	207	207	207	208	209	209
Datum	2./4. 1896 10 ^h 30 ^m a. m.	—	—	2./4. 11 ^h 30 ^m a. m.	2./4. 1 ^h 3 ^m p. m.	—
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	34° 31' 28 11	—	—	34° 27' 12" 28 14 24	34° 29' 28 20 12"	—
Meerestiefe in Metern	1077	—	—	534	792	—
Schöftiefe in Metern; B == knapp über Boden, L == aus Loth	100	1077 B	1077 L	534 B	100	792 B
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	21·5	21·2	—	—	21·5	21·2
Sauerstoff gefunden	4·75	3·65	—	—	4·83	3·65
Sauerstoff berechnet für <i>l</i> ° und 1 Atmosphäre	5·18	5·21	—	—	5·18	5·21
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz	0·39	0·45	4·82	—	—	—
ganz gebundene Kohlen- säure	25·07	24·48	20·90	—	—	—
fertig vorhandenes Ammoniak	0·07	0·07	0·33	—	—	—
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	0·13	0·13	0·65	—	—	—

g ganz gebundene Kohlensäure im l Meerwasser	0·049	0·048	0·041	—	—	—
	—	—	—	21·87	—	—
Cl	—	—	—	—	—	—
SO ₄	—	—	—	2·92	—	—
CO ₃	0·065	0·064	0·040	—	—	—
Ca	—	—	—	—	—	—
K	—	—	—	—	—	—
Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—	—
CO ₂ ganz gebunden	0·048	0·047	0·054	—	—	—
Gesammtsatz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—
Spec. Gew. bei 17·5°/17·5°	—	—	—	—	—	—

Tabelle I.
27.

Nummer der Station	209	212	212	212	213	213
Datum	—	3/4. 1896 8 ^h 30 ^m a. m.	—	—	3/4. 9 ^h 30 ^m a. m.	—
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	—	34° 33' 24" 28 30 12	—	—	34° 39' 0" 28 30 12	—
Meerestiefe in Metern	—	392	—	—	1175	—
Schöfptiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth	792 L	100	392 B	392 L	100	1175 B
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	—	21.3	21.3	—	21.5	21.2
Sauerstoff gefunden	—	4.35	4.32	—	4.35	3.65
Sauerstoff berechnet für <i>t</i> ° und 1 Atmosphäre	—	5.20	5.20	—	5.18	5.21
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz ganz gebundene Kohlen- säure	—	—	—	—	—	—
fertig vorhandenes Ammoniak	—	—	24.48	23.88	—	23.28
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	—	—	—	—	—	—
Gasförmige Bestand- theile: cm ³ bei 0° und 760 ^{mm} Druck auf 1 l Meer- wasser	—	—	—	—	—	—

<i>g</i> ganz gebundene Kohlensäure im <i>l</i> Meerwasser	—	—	0·048	0·047	—	0·046
Cl	21·87	—	—	22·24	—	22·62
SO ₄	3·02	—	—	3·02	—	3·02
CO ₃	—	—	0·064	0·062	—	0·060
Ca	0·479	—	—	—	—	—
K	0·451	—	—	—	—	—
Sulfat-Rückstand	48·765	—	—	—	—	—
CO ₂ ganz gebunden	—	—	0·047	0·046	—	0·044
Gesammtsatz, berechnet aus spec. Gew.	40·79	—	—	—	—	—
Spec. Gew. bei 17·5°/17·5°	1·03114	—	—	—	—	—

Mineral-
bestand-
theile des
Meerwassers
g auf 1000 *g*
Meerwasser

Tabelle I.

28.

Nummer der Station	213	214	215	215	215	216
Datum	—	3/4. 1896 12h 15m p. m.	3/4. 1h 45m p. m.	—	—	3/4. 3h p. m.
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	—	34° 41' 48" 28 23 30	34° 45' 12" 28 30 48	—	—	34° 48' 0" 28 37 12
Meerestiefe in Metern	—	1150	1090	—	—	685
Schöpftiefe in Metern; B == knapp über Boden, L == aus Loth	1175 L	1150 B	100	1090 B	1090 L	685 B
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	—	21.2	21.4	21.2	—	21.2
Sauerstoff gefunden	—	3.65	4.43	3.57	—	3.82
Sauerstoff berechnet für <i>f</i> ° und 1 Atmosphäre	—	5.21	5.19	5.21	—	5.21
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz und 760mm Druck auf 1 l Meer- wasser	22.69	—	—	23.88	19.70	—
fertig vorhandenes Ammoniak	—	—	—	—	—	—
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	—	—	—	—	—	—

<i>g</i> ganz gebundene Kohlensäure im <i>l</i> Meerwasser	0·044	—	—	0·047	0·039	—
Cl	22·62	—	—	—	22·62	—
SO ₄	3·02	—	—	—	3·02	—
CO ₃	0·059	—	—	0·062	0·051	—
Ca	—	—	—	—	—	—
K	—	—	—	—	—	—
Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—	—
CO ₂ ganz gebunden	0·043	—	—	0·046	0·038	—
Gesamtsalz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—
Spec. Gew. bei 17·5°/17·5°	—	—	—	—	—	—
Mineralbestandtheile des Meerwassers <i>g</i> auf 1000 <i>g</i> Meerwasser						

Tabelle I.

29.

Nummer der Station	216	219	219	219	219	220	220
Datum	—	7/4. 1896 Mittag	—	—	—	7/4. 1 ^h 45 ^m p. m.	—
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	—	34° 37' 24" 28 37 42	—	—	—	34° 42' 48" 28 39 12	—
Meerestiefe in Metern	—	917	—	—	—	1287	—
Schöptiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth	685 L	100	917 B	917 L	100	500	—
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	—	21·4	21·2	—	21·3	21·2	—
Sauerstoff gefunden	—	4·67	3·65	—	4·59	3·65	—
Sauerstoff berechnet für <i>t</i> ° und 1 Atmosphäre	—	5·19	5·21	—	5·20	5·21	—
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz	5·38	—	—	7·39	—	—	—
ganz gebundene Kohlen- säure	21·49	—	—	20·30	—	—	—
fertig vorhandenes Ammoniak	0·49	—	—	0·33	—	—	—
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	0·65	—	—	1·30	—	—	—

<i>g</i> ganz gebundene Kohlensäure im <i>l</i> Meerwasser	0·042	—	—	—	0·040	—	—
Cl	22·24	—	—	—	22·62	—	—
SO ₄	3·08	—	—	—	3·02	—	—
CO ₃	0·056	—	—	—	0·053	—	—
Ca	—	—	—	—	—	—	—
K	—	—	—	—	—	—	—
Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—	—	—
CO ₂ ganz gebunden	0·041	—	—	—	0·039	—	—
Gesammtsatz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—	—
Spec. Gew. bei 17·5°/17·5°	—	—	—	—	—	—	—

Mineral-
bestand-
theile des
Meerwassers
g auf 1000 *g*
Meerwasser

Tabelle I.

30

Nummer der Station	221	221	225	225	227	227
Datum	7.4.1896 3 ^h 7 ^m p. m.	—	11./4. 10 ^h 30 a. m.	11./4. 10 ^h 30 ^m a. m.	11./4. 1 ^h 45 p. m.	—
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	34° 48' 36" 28 44 30	—	34° 42' 0" 28 51 48	34° 42' 0" 28 51 48	34° 50' 30" 29 3 0	—
Meerestiefe in Metern	582	—	521	521	910	—
Schöpftiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth	100	582 B	100	521 B	100	910 B
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	21.3	21.2	21.5	21.3	21.5	21.2
Sauerstoff gefunden	4.67	3.90	4.83	3.98	4.67	3.65
Sauerstoff berechnet für <i>t</i> ° und 1 Atmosphäre	5.20	5.21	5.18	5.20	5.18	5.21
Gasförmige Bestandtheile: <i>cm</i> ³ bei 0° und 760 <i>mm</i> Druck auf 1 l Meerwasser	—	—	—	—	—	—
fertig vorhandenes Ammoniak	—	—	—	—	—	—
bei Oxydation der organischen Substanz entstehendes Ammoniak	—	—	—	—	—	—

Tabelle I.
31.

Nummer der Station	230	230	230	230	232	232	232	232
Datum	12./4. 1896 9 ^h 15 ^m a. m.	—	—	—	12./4. 1 ^h 45 ^m p. m.	—	—	—
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	34° 49' 30" 29 7 30	—	—	—	34° 43' 42" 28 58 36	—	—	—
Meerestiefe in Metern	920	—	—	—	314	—	—	—
Schöpfungstiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth	100	920 B	920 L	920 L	100	314 B	314 L	314 L
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	21.4	21.2	—	—	21.4	21.3	—	—
Sauerstoff gefunden	4.83	3.65	—	—	4.83	4.65	—	—
Sauerstoff berechnet für <i>l</i> ^o und 1 Atmosphäre	5.19	5.21	—	—	5.19	5.20	—	—
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz	0.67	0.95	6.72	6.72	—	—	7.06	7.06
und 760 mm Druck auf	24.48	23.88	21.49	21.49	—	—	20.30	20.30
1 l Meer- wasser	0.07	0.07	0.26	0.26	—	—	0.42	0.42
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	0.13	0.13	1.79	1.79	—	—	0.81	0.81

g ganz gebundene Kohlensäure im l Meerwasser	0·048	0·047	0·042	—	—	0·040
	23·00	22·62	22·62	—	—	22 62
	3·02	3·02	3 08	—	—	3·02
	0·064	0·062	0·056	—	—	0·053
Mineralbestandtheile des Meerwassers g auf 1000 g Meerwasser	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—
Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—	—
CO ₂ ganz gebunden	0·047	0·046	0·041	—	—	0·039
Gesamtsalz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—
Spec. Gew. bei 17·5°/17·5°	—	—	—	—	—	—

Tabelle I.

33

Nummer der Station	238	238	250	252	255	255
Datum	13./4. 1896 3 ^h 30 ^m p. m.	—	22./4. 8 ^h 15 ^m a. m.	23./4. 7 ^h 30 ^m a. m.	25./4. 8 ^h 45 ^m a. m.	—
Position: Östliche Länge von Greenwich und Nordbreite	34° 57' 30" 29 22	—	34° 38' 30" 28 13	34° 30' 0" 28 2 30	34° 26' 12" 27 51 12	—
Meerestiefe in Metern	842	—	1180	958	1100	—
Schöpftiefe in Metern; B = knapp über Boden, L = aus Loth	100	842 B	1180 B	958 B	100	1100 B
Seetemperatur <i>t</i> in Celsiusgraden	21·3	—	21·2	21·2	22·3	21·5
Sauerstoff gefunden	—	—	3·65	3·65	4·83	3·49
Sauerstoff berechnet für <i>t</i> ° und 1 Atmosphäre	—	—	5·21	5·21	5·11	5·18
Sauerstoff, beansprucht von organischer Substanz	0·90	0·73	—	—	—	—
ganz gebundene Kohlen- säure	—	23·28	—	—	—	—
fertig vorhandenes Ammoniak	0·07	0·07	—	—	—	—
bei Oxydation der organischen Substanz ent- stehendes Ammoniak	0·13	0·10	—	—	—	—

Gasförmige
Bestand-
theile:
0/03 bei 0°
und 760^{mm}
Druck auf
1 l Meer-
wasser.

<i>g</i> ganz gebundene Kohlensäure im <i>l</i> Meerwasser	—	0·046	—	—	—	—	—
Cl	22·02	23·00	—	—	—	—	—
SO ₄	3·08	3·08	—	—	—	—	—
CO ₃	—	0·060	—	—	—	—	—
Ca	—	—	—	—	—	—	—
K	—	—	—	—	—	—	—
Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—	—	—
CO ₂ ganz gebunden	—	0·044	—	—	—	—	—
Gesamtsalz, berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—	—
Spec. Gew. bei 17 5°/17·5°	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle IIb.

Stationsnummer	Schöpfung in Metern	L = Loth B = Boden	Das dem Sauerstoff von $\dots cm^3$ Meerw. äquivalente Jod verbrauchte $\dots cm^3$ titr. $Na_2S_2O_3$ -Lösung ($1 cm^3 = 0.222 cm^3 O_2$ bei 0° und $760 mm$)	Die im Meerw. enthaltene organische Sauerstoff auf; und zwar verbrauchten cm^3 Meerw. $\dots cm^3$ titrierter $KMnO_4$ -Lsg. ($1 cm^3 = 0.056 cm^3 O_2$ bei 0° u. $760 mm$)	Zur Neutralisation von $\dots cm^3$ Meerw., d. h. zur Ausreifung der ganz gebundenen Kohlensäure waren $\dots cm^3$ titrierter Salzsäure notwendig ($1 cm^3 = 1.79 cm^3 CO_2$ bei 0° u. $760 mm$)	Das aus $40 cm^3$ Meerwasser durch Dest. mit MgO ausgeschriebene Ammoniak gab Gelbfärbung wie $\dots cm^3$ titr. NH_4Cl -Lsg. in gleicher Verdünnung ($1 cm^3 = 0.013 cm^3 NH_3$ bei 0° u. $760 mm$)	Der Destill.-Rückst. v. d. NH_4 -Best. mit alkal. $KMnO_4$ -Lsg. weiter destill., lieferte wegen Oxyd. der organischen Substanz neuerdings Ammoniak, das mit Nessler-schem Reagens dieselbe Gelbfärbung gab wie $\dots cm^3$ der titrirten NH_4Cl -Lösung in gleicher Verdünnung	$1 cm^3$ Meerwasser verbraucht bei der Volhard'schen Chloritration $\dots cm^3 AgNO_3$ -Lösung ($1 cm^3 = 0.00388 g$ Chlor)	$50 cm^3$ Meerwasser verbraucht bei der Schwefeläsuretitration mit K_2CrO_4 als Indicator $\dots cm^3 BaCl_2$ -Lösung ($1 cm^3 = 0.0264 g SO_4$)	Das Brom von $500 cm^3$ Meerw. wurde durch $AgNO_3$ ausgefällt und gab bei der colorimetrischen Best. dieselbe Färbung wie $\dots cm^3$ einer titrirten Brk-Lösung in gleicher Verdünnung ($1 cm^3 = 0.00437 g$ Brom)
72	1150 B		133.5	1.7	100	2.5	0.3	0.2	0.2	6.0
72	100		138	3.1	—	—	—	—	—	—
70	747 B		133.5	1.1	—	—	—	—	—	—
70	100		138	2.7	—	—	—	—	—	—
69	725 B		133.5	1.2	—	—	—	—	—	—
67	990 B		133.5	1.6	—	—	—	—	—	—
67	100		138	2.7	—	—	—	—	—	—
57	780 L		133.5	1.4	—	—	—	—	—	—
57	100		138	2.8	—	—	—	—	—	—
55	845 L		—	—	—	—	—	—	—	—
55	845 B		133.5	1.3	—	—	—	—	—	—
55	500		138	1.3	—	—	—	—	—	—
55	254		254	4.7	—	—	—	—	—	—
μ	3.5 B		254	4.8	300	1.9	3.9	0.2	0.2	5.6
λ	2 B		254	4.7	300	1.9	4.2	0.2	0.2	5.7

149	100	138	3.1	100	2.3	—	—	—	0.6	—	—	—
149	1082 B	133.5	1.8	100	1.7	—	—	—	0.6	—	—	—
149	1082 L	—	—	50	6.1	—	—	—	5.0	—	—	—
151	100	138	3.0	—	—	—	—	—	—	6.1	—	—
151	400	133.5	1.5	—	—	—	—	—	—	6.1	—	6.0
153	100	138	2.9	100	1.3	—	—	—	0.5	—	—	—
153	300	133.5	1.7	100	1.7	1.9	—	—	0.4	—	—	6.0
153	900 L	—	—	50	4.4	1.9	—	—	1.5	—	—	6.0
155	100	138	2.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
155	740 B	133.5	1.4	100	1.5	—	—	—	0.3	—	—	—
155	740 L	—	—	50	6.5	1.8	—	—	3.5	—	—	5.9
156	100	138	2.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
156	986 B	133.5	1.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
160	100	138	3.1	100	1.9	—	—	—	0.5	—	—	—
160	825 B	133.5	1.6	100	1.6	—	—	—	0.4	—	—	—
160	825 L	—	—	50	6.0	—	—	—	2.5	—	—	—
165	100	138	3.2	100	1.7	1.50	—	—	0.6	—	—	—
165	1012 B	133.5	1.9	100	1.5	1.50	—	—	0.4	—	—	—
165	1012 L	—	—	50	4.7	1.50	—	—	5.8	—	—	6.0
166	100	138	3.0	100	0.9	1.9	—	—	2.9	—	—	—
166	564 B	133.5	2.0	100	0.9	1.50	—	—	0.4	—	—	—
178	20	138	3.4	100	2.5	—	—	—	0.4	—	—	—
178	45 B	133.5	3.3	100	2.7	1.50	—	—	0.7	—	—	—
178	45 L	—	—	25	4.7	1.50	—	—	0.7	—	—	—
179	20	138	3.3	—	—	—	—	—	6.0	—	—	—
179	50 B	133.5	3.2	100	2.1	1.50	—	—	6.0	—	—	—
179	50 L	—	—	25	3.9	1.50	—	—	6.1	—	—	—
183	20	138	3.65	—	—	—	—	—	3.0	—	—	—
183	50 B	133.5	3.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
189	72 B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
202	20	138	3.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
202	73 B	133.5	3.1	100	0.9	1.50	—	—	0.6	—	—	—
203	100	138	3.0	100	0.8	1.50	—	—	0.4	—	—	—
203	878 B	138	2.2	100	0.8	1.50	—	—	0.4	—	—	—
207	100	138	2.95	100	0.7	1.50	—	—	0.4	—	—	—

Tabelle II d.

Stationsnummer	Schöftiefe in Metern B = Boden L = Loth	Das dem Sauerstoff von... <i>cm³</i> Meerw. äquivalente Jod verbrauchte ... <i>cm³</i> titr. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -Lösung ($1 \text{ cm}^3 = 0.222 \text{ cm}^3 \text{ O}_2$ bei 0° und 760 mm)	Die im Meerw. enthaltene organische Substanz nimmt aus alkal. KMnO_4 -Lsg. Sauerstoff auf; und zwar verbrauchten ... <i>cm³</i> Meerw. ... <i>cm³</i> titrierter KMnO_4 -Lsg. ($1 \text{ cm}^3 = 0.056 \text{ cm}^3 \text{ O}_2$ bei 0° u. 760 mm)	Zur Neutralisation von ... <i>cm³</i> Meerw., d. h. zur Ausreibung der ganz gebundenen Kohlensäure waren ... <i>cm³</i> titrierter Salzsäure notwendig ($1 \text{ cm}^3 = 1.79 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2$ bei 0° u. 760 mm)	Das aus 40 cm^3 Meerwasser durch Dest. mit MgO ausgetriebene Ammoniak gab mit Nessler'schem Reagens dieselbe Gelbfärbung wie ... <i>cm³</i> titr. NH_4Cl -Lsg. in gleicher Verdünnung ($1 \text{ cm}^3 = 0.013 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ bei 0° u. 760 mm)	Der Destill.-Rückst. v. d. NH_3 -Best. mit alkal. KMnO_4 -Lsg. weiter destill., lieferte wegen Oxyd. der organischen Substanz neuerdings Ammoniak, das mit Nessler'schem Reagens dieselbe Gelbfärbung gab wie ... <i>cm³</i> der titrieren NH_4Cl -Lösung in gleicher Verdünnung	1 cm^3 Meerwasser verbrauchte bei der Volhard'schen Chloritration ... <i>cm³</i> AgNO_3 -Lösung ($1 \text{ cm}^3 = 0.00388 \text{ g}$ Chlor)	50 cm^3 Meerwasser verbrauchten bei der Schwefelsäuretitration mit K_2CrO_4 als Indicator ... <i>cm³</i> BaCl_2 -Lösung ($1 \text{ cm}^3 = 0.0264 \text{ g}$ SO_4)
207	1077 B	—	100	150	0.2	0.4	—	—
207	1077 L	133.5	50	150	1.0	2.0	—	—
208	534 B	—	—	—	—	—	5.8	5.7
209	100	—	—	—	—	—	—	—
209	792 B	138	—	—	—	—	—	—
209	792 L	133.5	—	—	—	—	5.8	5.9
210	100	—	—	—	—	—	—	—
212	392 B	138	—	—	—	—	—	—
212	392 L	133.5	—	150	2.0	—	—	—
213	100	—	—	150	2.05	—	—	—
213	1175 B	138	—	—	—	—	5.9	5.9
213	1175 L	133.5	—	150	1.95	—	—	—
214	1150 B	133.5	—	150	1.9	—	6.0	5.9
214	100	138	—	—	—	—	6.0	5.9
215	1090 B	133.5	—	150	2.0	—	—	—

Tabelle IVa.
Mineralbestandtheile des Meerwassers, bezogen auf: Cl = 100.

Nummer der Station	1	1	1	4	5	5	5	5	6	7	7	7	7	8	9	10	12	12
Schöpftiefe in Metern: B = knapp über Boden, L = aus Loth	0	5	9 B	0	0	5	7 B	0	0	0	5	10 B	0	0	0	0	0	48 B
SO ₄	12·63	13·43	12·61	13·08	13·69	14·11	13·93	13·61	13·77	13·76	13·62	12·96	12·76	12·96	13·18	12·61	12·82	
CO ₃	—	—	—	0·31	—	—	0·25	—	—	—	0·18	—	—	—	0·21	—	—	—
Br	—	—	—	—	—	—	—	0·305	—	—	0·31	—	—	—	—	—	0·29	—
Na	—	—	—	55·18	—	—	54·77	—	—	—	53·85	—	—	—	52·39	—	—	—
Mg	—	—	—	6·62	—	—	6·43	—	—	—	6·38	—	—	—	6·58	—	—	—
Ca	—	—	—	2·26	—	—	2·24	—	—	—	2·16	—	—	—	2·06	—	—	—
K	—	—	—	1·88	—	—	1·90	—	—	—	1·87	—	—	—	1·92	—	—	—
Sulfat-Rückstand	—	—	—	215·17	—	—	212·89	—	—	—	209·41	—	—	—	205·71	—	—	—
Gesamtsalz berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	180·35	—	—	178·78	—	—	—	175·50	—	—	—	172·79	—	—	—

Tabelle IVb.
Mineralbestandtheile des Meerwassers, bezogen auf: Cl = 100.

Nummer der Station	12	16	18	18	18	18	18	18	18	27	27	33	33	40	44	46	Vor Mersa Halaib	γ
Schöpftiefe in Metern: B = knapp über Boden, L = aus Loth	48 L	0	0	10	100	547 B	547 L	620 B	620 L			100	791 B	0	690 L	870 L	6 B	40 B
SO ₄	12·97	13·82	13·83	14·32	14·32	14·07	13·82	14·08	14·32	14·08	14·08	14·08	14·08	12·91	12·70	12·47	12·25	12·025
CO ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·29	—	—	0·25	0·16
Br	—	—	0·32	0·33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ca	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2·03	2·09	—	—	2·09
K	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2·01	1·96	—	—	2·13
Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	205·11	211·04	—	—	210·97
Gesamtsalz berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	171·26	176·39	—	—	176·53

Tabelle IVc.
Mineralbestandtheile des Meerwassers, bezogen auf: Cl = 100.

Nummer der Station	Bei den Korallenriffen vor Mensa Halaib						55	57	72	75	79	85	85	85	88	95	99
	δ	τ	κ	λ	μ												
Schöpfungtiefe in Metern: B = knapp über Boden, L = aus Loth	0	21 B	0	2 B	3·5 B	845 L	780-L	1150 L	1804 B	512 B	100	2160 B	2160 L	902 B	611 L	700 B	
SO ₄	12·89	12·04	12·04	12·48	12·70	12·91	11·66	12·70	12·71	12·70	12·91	12·51	13·13	13·62	12·91	13·24	
CO ₂	0·01	0·27	—	0·26	0·28	—	—	—	—	—	—	—	0·23	—	0·25	—	
Br	0·25	0·26	0·26	0·22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ca	—	—	—	—	2·04	—	—	—	—	—	—	2·01	—	—	—	—	
K	—	—	—	—	1·84	—	—	—	—	—	—	1·76	—	—	—	—	
Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	207·00	—	—	—	—	—	—	204·41	—	—	—	—	
Gesamtsalz berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	173·04	—	—	—	—	—	—	171·83	—	—	—	—	

Tabelle IVe.
Mineralbestandtheile des Meerwassers, bezogen auf: Cl = 100.

Nummer der Station	151	153	153	155	165	166	178	178	179	189	208	209	212	213
Schöpftiefe in Metern: B = knapp über Boden, L = aus Loth	400	300	900 L	740 L	1012 B	1012 L	45 B	45 L	20	50 L	534 B	792 L	392 L	1175 B
SO ₄	13.39	23.62	13.85	13.58	14.08	13.85	13.61	13.62	13.39	13.61	13.35	13.81	13.58	13.35
CO ₃	—	0.26	0.27	0.25	0.29	0.27	0.30	0.27	—	0.26	—	—	0.28	0.27
Ca	2.075	—	—	—	—	—	—	—	2.12	—	—	2.19	—	—
K	2.039	—	—	—	—	—	—	2.06	2.29	—	—	2.06	—	—
Sulfat-Rückstand	211.04	—	—	—	—	—	—	222.37	214.59	—	—	222.98	—	—
Gesamtsalz berechnet aus spec. Gew.	176.78	—	—	—	—	—	—	186.38	179.42	—	—	186.51	—	—

Tabelle IVf.
Mineralbestandtheile des Meerwassers, bezogen auf: Cl = 100.

Nummer der Station	213	215	216	219	230	230	230	232	235	236	236	238	238	238	238
Schöftiefe in Metern: B = knapp über Boden L = aus Loth	1175 L	1090 L	685 L	917 L	100	920 B	920 L	314 L	508 L	874 B	874 L	100	100	100	842 B
SO ₄	13.35	13.35	13.85	13.35	13.13	13.35	13.62	13.35	13.62	13.39	13.39	13.62	13.62	13.39	13.39
CO ₂	0.26	0.23	0.25	0.23	0.28	0.27	0.25	0.23	0.25	—	0.24	—	—	—	0.26
Ca	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.09	—	—	—	—	—
K	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.84	—	—	—	—	—
Sulfat-Rückstand	—	—	—	—	—	—	—	—	—	211.97	—	—	—	—	—
Gesamtsalz berechnet aus spec. Gew.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	177.00	—	—	—	—	—

Tabelle V.

Mineralbestandtheile des Meerwassers, bezogen auf: aus spec. Gew. berechnetes Gesamtsalz = 100.

Nummer der Station	4	5	7	9	40	44	Vor Mersa Halaïb		85	151	178	179	209	236
							γ	μ						
Schöpftiefe in Metern B = knapp über Boden L = aus Loth	o	7 B	10 B	o	o	690 L	40 B	3 5 B	2160 B	400	45 L	20	792 L	874 B
Cl	55·45	55·93	56·98	57·88	58·39	56·69	56·65	57·79	58·20	56·57	53·65	55·74	53·62	56·50
SO ₄	7·256	7·789	7·760	7·384	7·540	7·198	6·812	7·337	7·278	7·575	7·306	7·465	7·404	7·566
CO ₃	0·174	0·139	0·102	0·122	0·168	—	0·093	0·163	—	—	0·147	—	—	—
Br	—	—	0·175	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Na	30·596	30·637	30·681	30·319	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mg	3·674	3·597	3·632	3·808	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ca	1·256	1·253	1·230	1·194	1·184	1·182	1·183	1·177	1·172	1·174	—	1·180	1·175	1·181
K	1·044	1·064	1·068	1·110	1·173	1·113	1·209	1·064	1·024	1·153	1·107	1·277	1·105	1·037
Sulfat-Rückstand	119·306	119·079	119·322	119·055	119·764	119·642	119·512	119·625	118·960	119·376	119·307	119·604	119·552	119·754

Tabelle
Analyse der Grundproben. (Gewichts-

Stationsnummer	Meerestiefe in Metern L == Loth D == Dredsche (Schleppnetz)	Art der Grundprobe (Bezeichnung des analysirten Theiles der Grundprobe)	Sauerstoff-Aufnahme aus kochender alkalischer $KMnO_4$ -Lösung		
			Ammoniak		
			beim Kochen mit Wasser und Magnesia überdestillirend	sich bildend bei der Oxydation der organischen Substanz	
12	48 L	Gelblich-grauer Schlamm, durch Schlämmen von viel grauem, aus Muschelresten bestehendem Sand getrennt	0·800	0·0033	0·0400
27	620 D	In der Dredsche war. 1500 kg durchaus hellgelbl. Schlammes. Etwas davon wurde mit destil. Wasser geschlämmt, wobei nur ganz wenig Sandartiges im Rückstand blieb. Zur Analyse diente der feinste Theil des Schlammes	0·400	0·0022	0·0109
33	791 D	Feinster Theil des lehmartigen, kleine scharfkantige und spitze Muscheln enthaltenden Schlammes	0·304	0·0014	0·0119
33	791 D	Sehr hartes Krustensteinstückchen	0·184	0·0007	0·0031
42	700 L	Feinster Theil des lehmartigen, kleine Muscheln enthaltenden Schlammes	0·377	0·0016	0·0195
46	870 L	Feinster Theil des lehmartigen, wegen des Gehaltes an kleinen Muscheln sich sandig anführenden Schlammes	0·360	0·0010	0·0143
85	2160 L	Feinster Theil des dunkelrothbraunen, kleine scharfkantige und spitze Muscheln enthaltenden Schlammes	0·185	0·0012	0·0106
86	2160 D. Bei 3500 kg Zug war der Netzsack gerissen. Auf seiner Eisenrahmen kam ein 80cm lang, 10cm breit, 6cm dick. Krustensteinst. herauf. Zw. den Maschen des Netzes waren kleine Krustensteinst. u. Klümpchen dunkelbr. Schlammes	Hellbraune Krustensteinstücke (ohne Stich ins Roth wie der Schlamm von Stat 85), einige wenige ganz kleine, kaum 1mm weite Löcher (von Bohrwürmern) aufweisend, leichter zu zerreiben als das Krustensteinstückchen von Stat. 33. Die blanke Seite wenig dunkler als die mit Lehm behaftete. Helles Pulver gebend	0·080	0·0015	0·0026
86		Ein etwas mehr als haselnussgross., sehr unregelmässig geformtes, vielfach eingekerbtes und gefurchtes Steinstückchen, fast allseitig dunkelgrau, nur an einer Ecke heller u. mit gelbl. Lehm behaftet (dasselbst am Meeresgr. auf Lehm aufgelegt). Durch die ganze Masse braun	0·116	0·0013	0·0027
86		Ein rundliches, etwas mehr als haselnussgrosses, leicht zerreibliches Stück, innen fast weiss, mit äusserer blaugrauer Zone, zu äusserst einen dünnen graubraunen Überzug aufweisend. Das weisse Innere mit HCl stark brausend, zum Theil jedoch in HCl unlöslich	0·240	0·0031	0·0054
86		Zwei platte Gesteinstückchen, 5mm dick, 1·5 und 3cm ³ gross, rothbraun, stellenweise dunkelrothbraun (an vertieften Stellen der sehr rauhen Oberfläche). Leicht zerbrechlich. An den Bruchflächen theils rothbraun, theils dunkelrothbraun, theils fast schwarz	0·211	0·0033	0·0060

VIa.

procente der lufttrockenen Grundproben.)

Was ser		In Salzsäure und Sodalösung unlöslicher Theil	CO ₂	Als in kochender Salzsäure löslich vorhanden						K ₂ O	Na ₂ O
als Feuchtigk. in den mit destil. Wasser gewaschenen, event. gepulverten Grundproben	aus den lufttrockenen Grundproben bei 100° weggehend			CaO	MgO	Gewicht des mit NH ₃ erhaltenen feuchten Fe-Al-Niederschlages	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO		
106·25	6·25	22 12	24·00	26·5	0·33	124	3·76	1·69	0·007	—	—
73·77	0·00	14·00	31·98	35·1	2·04	75	2·97	0·36	0·017	0·83	0·83
90 22	1·09	8·25	35·65	37·0	1·48	96	1·78	1·51	0·008	0·40	0·23
43·44	0·00	2·00	43·65	44·8	2·82	77	0·90	1·10	0·008	0·14	0·14
114·28	—	—	27·14	—	—	—	—	—	—	—	—
91·07	—	—	28·16	—	—	—	—	—	—	—	—
130·12	1·81	12·09	(34·66)	34·2	0·94	204	3·92	3·32	0·082	0·40	0·44
50·00	0·00	2·67	40·34	43·9	3·60	64	0·83	1 51	0·067	0·24	0·16
33·90	0·00	1·00	44·16	44·9	3·84	42	0·63	0·69	0·17	—	—
64·52	2·15	4·30	14·86	16·3	3·87	499	8·82	8·39	0·024	—	—
39·06	7·03	6·25	(11·20)	5·90	0·84	915	9·06	20·64	0·005	—	—

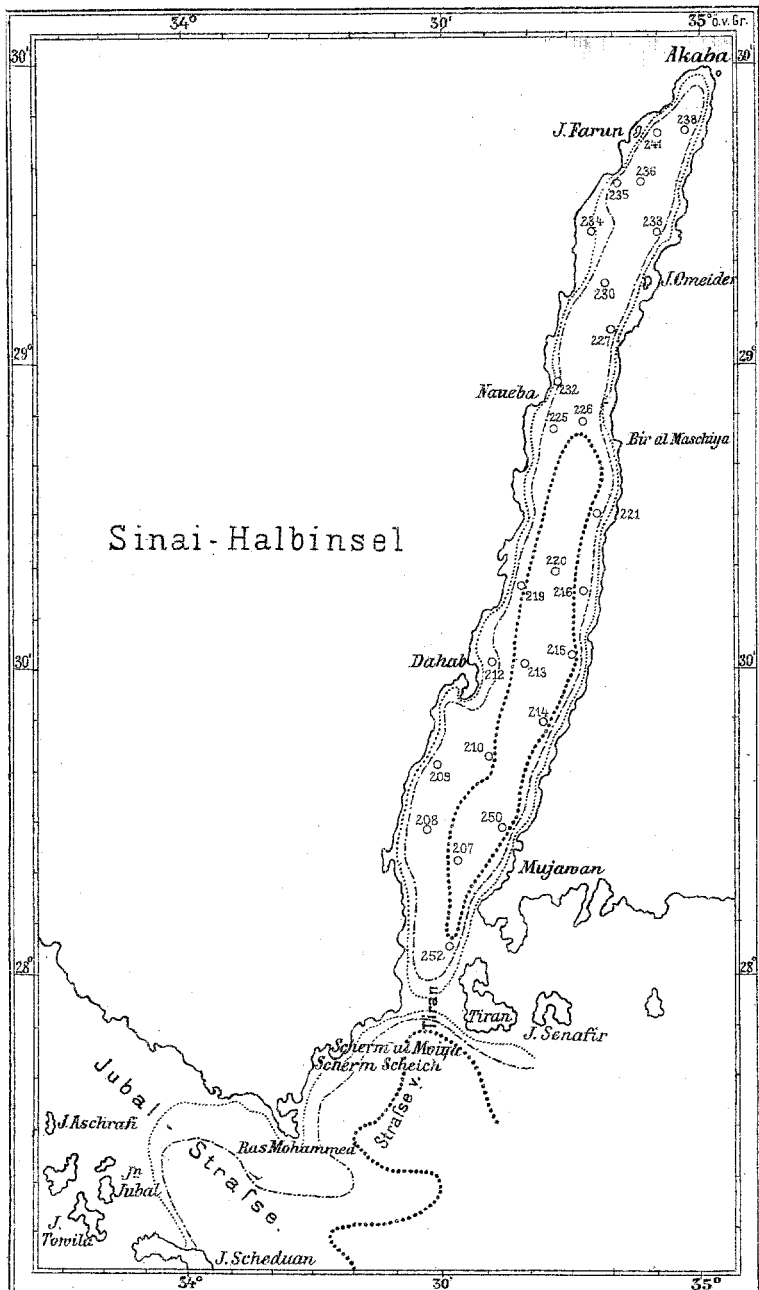
Tabelle

Analyse der Grundproben. (Gewichts-

Stationsnummer	Meerestiefe in Metern L == Loth D == Dredsche (Schleppnetz)	Art der Grundprobe (Bezeichnung des analysirten Theiles der Grundprobe)	Ammoniak		
			Sauerstoff-Aufnahme aus kochender alkalischer KMnO_4 -Lösung	beim Kochen mit Wasser und Magnesia überdestillirend	sich bildend bei der Oxydation der organischen Substanz
88	902 D	Circa 5 <i>mm</i> dicke, sehr unregelmässig geformte, stellenweise durchlöcherterte und einige Wurmrohren tragende, fast allseitig dunkelgraubraune Krustensteine. Nur wenige Stellen mit Lehm bedeckt. Das Pulver der Steine war weisslich-gelblich.	0·204	0·0014	0·0051
101	1200 L	Feinster Theil des lehmartigen, etwas dunkler als gewöhnlich gefärbten Schlammes, welchem wenige spitze und viele abgerundete kleine Muscheln beigemengt waren (auch Schlacke und gebrannte Thonstücke mit verkokten Kohlentheilen vom Rost eines Dampfers).	0·260	0·0024	0·0071
145	62 L	Feinster Theil des grauen, zähen, Thongeruch besitzenden Schlammes, der keinen oder fast keinen Sand (einige kleine Muscheln) enthielt. *	0·800	0·0021	0·0464
153	900 L	Feinster Theil des röthlich-gelblichen, viele kleine Muscheln und einige erbsengrosse und etwas grössere Stücke von Krustensteinen enthaltenden Schlammes	0·320	0·0014	0·0119
155	740 L	Feinster Theil des lehmartigen Schlammes	0·250	0·0014	0·0091
179	50 L	Feinster Theil des hellgrauen, ganz wenig Sand (Muscheln) enthaltenden Schlammes	0·720	0·0034	0·0414
207	1077 L	Feinster Theil des röthlich-bräunlichen, mit etwas Sand und einigen kleinen Steinchen (Stückchen von Krustensteinen) untermischten Schlammes.	0·100	0·0019	0·0094
216	685 L	Feinster Theil des hellbraunen, mit Sand untermischten Schlammes	0·080	0·0025	0·0113
219	917 L	Feinster Theil des hellgelblichbraunen, mit Sand untermischten Schlammes	0·322	0·0026	0·0103
236	874 L	Feinster Theil des bräunlichen, feinsandigen, viele schwarze Punkte aufweisenden Schlammes	0·468	0·0039	0·0175

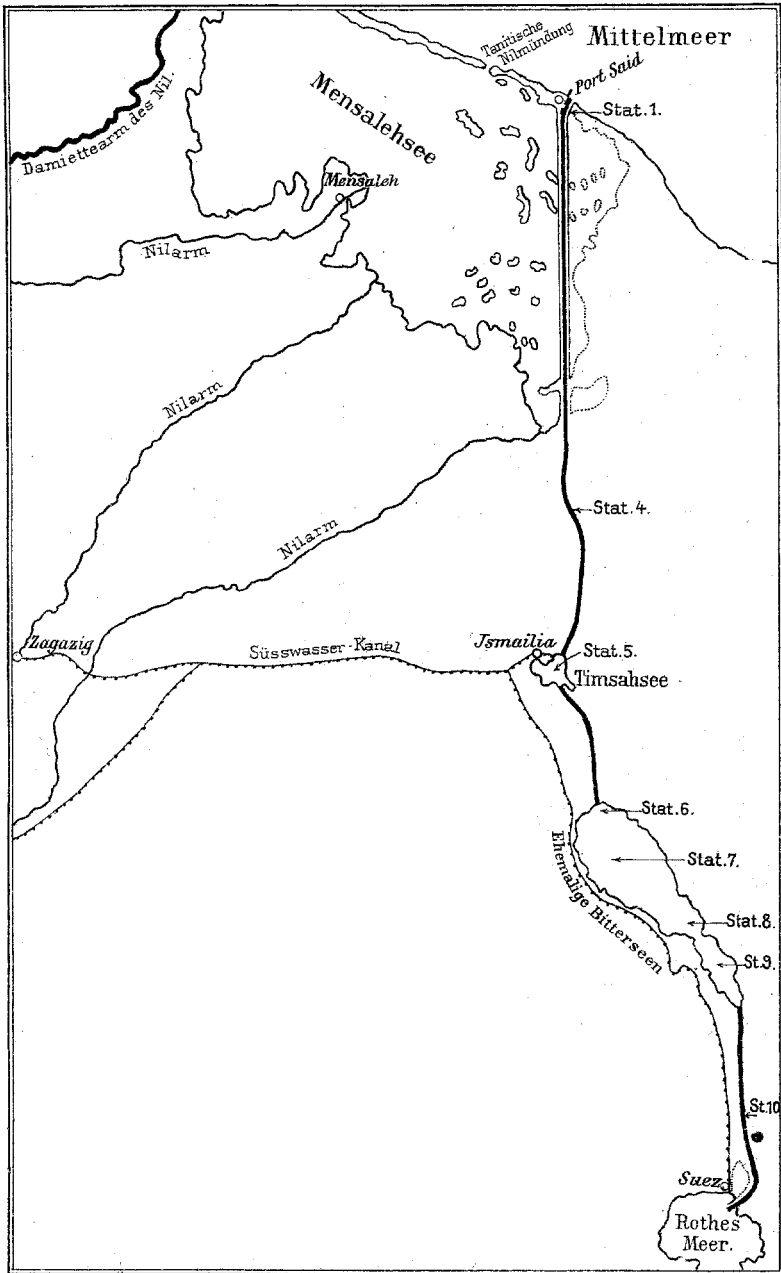
Tabelle
Originalzahlen, erhalten bei

Stationsnummer		Meerestiefe in Metern L == Loth D == Dreedsche (Schleppnetz)			...g mit destillirtem Wasser gewaschener, vorher event. gepulverter, nasser Grund- probe verloren beim Liegen an der Luft ...g und dann bei 100°...g an Gewicht			...g nasser Grundprobe verbrauchten... <i>cm</i> ³ titrirter (alkalischer) <chem>KMnO4</chem> -Lösung (1 <i>cm</i> ³ == 0·00008 g Sauerstoff)			Das durch Kochen mit Wasser und MgO aus...g nasser Grundprobe ausgetriebene Ammoniak entsprach bei der colorimetri- schen Prüfung... <i>cm</i> ³ titrirter Salmiak- lösung (1 <i>cm</i> ³ == 0·00001 g <chem>NH3</chem>)			Das beim Weiterdestilliren mit alkalischem <chem>KMnO4</chem> übergegangene Ammoniak ent- sprach... <i>cm</i> ³ derselben Salmiaklösung			Zur Austreibung der Kohlensäure aus ...g nasser Grundprobe waren... <i>cm</i> ³ titrirter Salzsäure (1 <i>cm</i> ³ == 0·00352 g <chem>CO2</chem>) nothwendig		
12	48 L	0·33	0·17	0·01	0·1	5·0	0·3	0·5	6·0	0·16	5·45								
27	620 D	0·53	0·225	0·00	0·1	3·0	0·4	0·5	2·5	0·15	7·8								
33	791 Dα	0·875	0·415	0·005	0·15	3·0	0·4	0·3	2·5	0·15	8·0								
33	791 Dβ	0·875	0·265	0·00	0·15	2·3	0·4	0·2	0·9	0·15	12·4								
42	700 L	0·6	0·32	—	0·15	3·3	0·4	0·3	3·7	0·15	5·45								
46	870 L	1·07	0·51	—	0·15	3·6	0·4	0·2	3·0	0·15	6·4								
85	2160 L	1·91	1·08	0·015	0·15	1·5	0·4	0·3	1·8	0·15	6·4								
86	2190 Dα	3·45	1·15	0·00	0·15	1·0	0·4	0·4	0·7	0·17	12·95								
86	2190 Dβ	1·58	0·40	0·00	0·15	1·6	0·4	0·4	0·8	0·15	13·8								
86	2190 Dγ	1·53	0·60	0·02	0·15	2·7	0·21	0·4	0·7	0·15	3·8								
86	2190 Dδ	3·56	1·00	0·18	0·15	2·9	0·21	0·5	0·9	0·15	3·5								
88	902 D	4·16	1·10	0·04	0·15	2·8	0·4	0·4	1·5	0·15	12·0								
101	1200 L	13·2	6·24	—	0·15	2·6	0·4	0·5	1·5	0·15	7·7								
145	62 L	2·15	1·17	0·02	0·15	7·0	0·3	0·3	6·5	0·15	4·6								
153	900 L	3·45	1·62	—	0·15	3·2	0·4	0·3	2·5	0·15	7·7								
155	740 L	2·87	1·31	0·02	0·15	2·5	0·4	0·3	2·0	0·15	7·0								
179	50 L	3·36	1·73	—	0·15	6·3	0·3	0·5	6·0	0·15	5·2								
207	1077 L	1·75	0·82	0·01	0·15	1·0	0·3	0·3	1·5	0·15	7·0								
216	685 L	1·55	0·71	—	0·15	0·8	0·3	0·4	1·8	0·15	3·5								
219	917 L	1·37	0·66	—	0·15	3·1	0·3	0·4	1·6	0·15	5·9								
236	874 L	0·76	0·37	—	0·15	4·5	0·3	0·6	2·7	0·15	2·6								



Der Golf von Akaba mit Angabe der Tiefenverhältnisse und mit dem Verzeichniss der Stationen, an welchen Wasser- oder Grundproben zur chemischen Untersuchung genommen wurden.

Tiefenlinien : 200 m, 500 m, 1000 m.



Suezkanal mit Angabe der Stellen, an welchen Wasser zur chemischen Analyse geschöpft wurde.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.