

Aus den Berichten der Commission für oceanographische Forschungen.

Chemische Untersuchung von Wasser- und Grundproben,
welche Regierungsrath Prof. J. Luksch gesammelt hat.

Ausgeführt von

Prof. Dr. **Konrad Natterer.**

**VII. Reise S. M. Schiffes »Pola« in das Rothe Meer in den Jahren
1897—1898 (südliche Hälfte).**

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

(Vorgelegt in der Sitzung am 10. Mai 1900.)

So verlockend es in mancher Beziehung für mich als Chemiker gewesen wäre, auf dem für Tiefseeforschungen ausgerüsteten Schiffe »Pola« auch die südliche Hälfte des Rothen Meeres zu besuchen, verzichtete ich doch darauf, hauptsächlich deshalb, weil selbst von einer im Schiffslaboratorium ausgeführten Untersuchung frisch geschöpfter Wasserproben und frisch emporgeholter Grundproben ein Auffinden sehr wesentlicher Abweichungen von den Verhältnissen der nördlichen Hälfte des Rothen Meeres kaum zu erwarten war.¹ Eine Einbeziehung der tieferen Lagen des Meeresgrundes in die Untersuchung und die Vornahme von Bohrungen auf

¹ Die sechs ausführlichen Abhandlungen über meine seit 1890 im östlichen Mittelmeere, Marmara-Meere und nördlichen Theile des Rothen Meeres vorgenommenen chemischen Untersuchungen bilden Theile der in den Denkschriften d. mathem.-naturw. Cl. Bd. 59—63 enthaltenen »Berichte der Commission zur Erforschung des östlichen Mittelmeeres« und der mit neun Arbeiten über die nördliche Hälfte des Rothen Meeres den Band 65 der Denkschriften füllenden »Berichte der Commission für oceanographische Forschungen«. (Beide »Berichte« selbständig im Buchhandel zu beziehende Collectivausgaben.)

einer Anzahl von Stellen der Festlandsküste und auf Inseln erschienen ausgeschlossen.

Untersuchung der Wasserproben.

Die 29 mir übersandten, in der Zeit von Ende September 1897 bis Mitte Jänner 1898 theils der Meeresoberfläche entnommenen, theils knapp über dem Grunde geschöpften, theils aus 100 *m* Tiefe (Zwischentiefe) emporgeholten Wasserproben benützte ich zu zweierlei. Einerseits zur Bestimmung der specifischen Gewichte mittelst Pyknometers, um die erhaltenen Werthe Herrn Regierungsrath Professor J. Luksch zum Ver gleiche mit seinen an Bord des Expeditionsschiffes »Pola« mittelst Aräometers und Doppelbild - Refractometers ausgeführten Bestimmungen zur Verfügung zu stellen. Andererseits zu Prüfungen auf etwa gelöste größere Mengen von organischen Stoffen, welchen ja doch unmittelbar oder durch ihre

Meine sechs Abhandlungen sind auch in den Monatsheften für Chemie, Bd. 13—16 (1892—1895) und Bd. 20 (1899) erschienen.

Nach den zwei ersten Expeditionen im östlichen Mittelmeere gab ich als eine Art Programm mit geschichtlicher Einleitung im Verlage von W. Braumüller, Wien und Leipzig 1892, die Broschüre »Zur Chemie des Meeres« heraus. Über meine Arbeiten auf den drei ersten Expeditionen im östlichen Mittelmeere berichtete ich kurz in der »Chemikerzeitung«, 17. Jahrgang, Nr. 92, Cöthen 1893, über die chemischen Ergebnisse aller vier Expeditionen im östlichen Mittelmeere, der Expedition im Marmara-Meere und der in der nördlichen Hälfte des Rothen Meeres ausführlicher in den »Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens«, Pola 1898, Aprilheft.

Seitdem habe ich zusammenfassende Darstellungen noch erscheinen lassen: Nach einem auf dem Bristol-Meeting, September 1898, der »British Association« gehaltenen Vortrage den Aufsatz: »Oceanographical Results of the Austro-hungarian Deep-sea Expeditions« im Scottish Geographical Magazine, vol. XIV, Edinburgh 1898. Die Ausarbeitung der Übersetzung ins Englische verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. Hugh Robert Mill (London). In der »Geographischen Zeitschrift«, V. Jahrgang, 4. und 5. Heft, Leipzig 1899: die Abhandlung »Chemisch-geologische Tiefseeforschung, Expeditionen der Schiffe »Pola« und »Taurus« in das östliche Mittelmeer, Marmara-Meer und Rothe Meer«, dazu eine Karte mit den Reiserouten.

Der Bericht über den VII. Internationalen Geographencongress, Berlin 1899, wird nach einem daselbst am 2. October gehaltenen Vortrage eine gedrängte Zusammenstellung der Ergebnisse meiner Tiefseearbeiten enthalten.

Zersetzungs- und Oxydationsproducte die bedeutendste Rolle bei chemischen Vorgängen im Meere zukäme.

Fußend auf den im östlichen Mittelmeere gemachten Erfahrungen, welche in meiner dritten Abhandlung (1893) über dieses Meer dargelegt sind, kann man die Differenz zwischen dem Gewichte a des durch dreistündiges Erhitzen auf 175° getrockneten Abdampfungsrückstandes von 1000 g Meerwasser und dem Gewichte b des aus den einzelnen Salzbestandtheilen durch Summieren berechneten Gesamtsalzes zur vergleichenden Beurtheilung der Mengen von gelöst gewesenen organischen Substanzen heranziehen, insofern als bereits geringe Mengen von letzteren im Stande sind, ein Zusammenbacken und eine derartige Umhüllung des Abdampfungsrückstandes zu bewirken, dass manche Salze des Abdampfungsrückstandes ihr Krystallwasser nur unvollständig an die Atmosphäre abgeben.

Wie die zahlreichen, an Wasserproben aus dem östlichen Mittelmeere und aus der nördlichen Hälfte des Rothen Meeres vorgenommenen Analysen zeigten, gestattet die chemische Zusammensetzung des im Wasser des Mittelmeeres und des Rothen Meeres gelösten Salzes, denselben Coëfficienten zur Berechnung des Gesamtsalzes aus dem specifischen Gewichte zu benützen, welcher für Oceanwasser in Verwendung steht. Das auf 17.5° C. bezogene specifische Gewicht um 1 verringert und mit dem Coëfficienten 1310 multipliciert ergibt die in 1000 g Meerwasser enthaltenen g des Gesamtsalzes b .

Zunächst seien die auf das östliche Mittelmeer und Marmara-Meer bezüglichen Werte obiger Differenz angeführt: Die größte daselbst gefundene Gewichts-differenz zwischen Abdampfungsrückstand und Gesamtsalz betrug $2.32 g$ auf 1000 g Meerwasser, und zwar für das in der Bucht von Panderma des Marmara-Meeres knapp über 50 m tiefem Grunde geschöpfte Wasser. Das Wasser in dieser Bucht ist bis zu einem gewissen Grade von der Gesamtbewegung des Wassers im Marmara-Meere abgeschlossen. Der relative Stillstand des Wassers knapp über dem Grunde ist der Entwicklung des Pflanzenlebens förderlich, der Entwicklung des Thier-

lebens hinderlich. Das Minimum von $0\cdot58\text{ g}$ hatte sich an der Grenze zwischen östlichem Mittelmeer und Marmara-Meer, nämlich im Oberflächenwasser des westlichen Theiles der Dardanellen ergeben. Innerhalb dieser Grenzwerte schwankten die durch die Gewichts-differenzen $a-b$ vergleichsweise angezeigten Gehalte an gelösten organischen Substanzen im östlichsten, zwischen Egypten, Syrien und Kleinasien gelegenen Theile des Mittelmeeres für das Bodenwasser (knapp über Meeresgrund geschöpft) in etwas geringerem Grade, nämlich zwischen den Werten $1\cdot01$ und $1\cdot70$, als für das Oberflächenwasser der Hochsee, wo die Grenzwerte $0\cdot89$ und $1\cdot71$ betragen. Vor der Tanitischen Nilmündung (bei Port Said) wies das mit Süßwasser stark verdünnte Wasser den Wert $0\cdot69$ auf, während vor Port Said, wo die Meeresströmung von den Nilmündungen her am Nordende des Suezcanales vorüberführt und wo das Wasser immer noch bedeutend salzärmer ist als in der Hochsee, der Wert auf $1\cdot20$ gestiegen war. — Weniger die Verdünnung mit Süßwasser an sich, als der Umstand, dass das salzärmere Wasser auf dem Meere aufschwimmt, lange Zeit der Einwirkung von Organismen, zumal von Mikroorganismen, deren Keime zum Theile dem Flusswasser und den vom Festlande kommenden Luftströmungen entstammen mögen, ausgesetzt bleibt, dürfte bewirken, dass sich die Menge der gelösten organischen Substanzen theils wegen ihrer vollkommenen Oxydation, theils wegen ihrer Verwendung beim Aufbaue der Organismenkörper, welche später auf dem Meeresgrunde abgelagert werden können, vermindert. — Das Oberflächenwasser des Marmara-Meeres und der Dardanellen ist fast ebensosehr (hauptsächlich durch die Donau und die anderen Zuflüsse des Schwarzen Meeres) mit Süßwasser vermischt, wie das Meerwasser vor der Tanitischen Nilmündung, enthielt jedoch immerhin mehr als 22 g Salz in 1000 g , während der Salzgehalt der Hauptmenge des Wassers im Mittelmeere und im Marmara Meer zwischen 38 und 40 g in 1000 g liegt. An das am Ausgange der Dardanellen gefundene Minimum von $0\cdot58$ schloss sich etwas innerhalb der Dardanellen, durch welche sich ein rascher Oberflächenstrom aus dem Marmara-Meer in das Ägäische Meer bewegt, der Wert

0·64 für die Differenz $a-b$ an. Im Marmara-Meer selber fand sich nicht weit vom Bosphorus der Wert 0·65, und als Maximum für das Oberflächenwasser der Wert 1·25. Für das Bodenwasser schwankten die Werte zwischen 1·08 und dem Maximum aller Werte 2·32. Ebenso wie im Marmara-Meere schwankte auch im Ägäischen Meere der durch die Differenz $a-b$ vergleichsweise angezeigte Gehalt an gelösten organischen Substanzen knapp über dem Grunde stärker als im Oberflächenwasser. Im Ägäischen Meere waren 1·43 und 2·13 die Grenzwerte für das Bodenwasser, dagegen 1·35 und 1·79 die Grenzwerte für das Oberflächenwasser. Im Marmara-Meere und im Ägäischen Meere können nach einer beträchtlichen, besonders in den obersten Wasserschichten durch Organismen und Mikroorganismen veranlassten Wegnahme gelöster organischer Substanzen die großen örtlichen Unterschiede knapp über dem Grunde durch das von Meeresströmungen beeinflusste Zubodensinken der Organismenkörper, beziehungsweise durch eine während dieses Zubodensinkens stattgefundenen theilweise Wiederauflösung organischer Substanzen zustande gekommen sein.

Die größte an den Wasserproben aus der südlichen Hälfte des Rothen Meeres gefundene Gewichts-differenz zwischen Abdampfungsrückstand und Gesamtsalz betrug 1·99 g auf 1000 g Meerwasser. Und zwar war es das Oberflächenwasser in einem buchtartigen Meerestheil vor der dem Festlande (Süd-arabien) zugekehrten Seite der Insel Kamaran, wo eine Verunreinigung durch organische Substanzen wegen der auf der Insel befindlichen Quarantänestation und wegen der durch die letztere veranlassten Verstärkung des Schiffsverkehrs möglich ist. Der Wert 1·99 war gleichwohl geringer als das für das östliche Mittelmeer und das Marmara-Meer gefundene Maximum. Dagegen war das Minimum von 0·85 g größer als das Minimum der beiden früher untersuchten Meere. Es fand sich an der Grenze zwischen Rothem Meere und Indischem Ocean, knapp über 180 m tiefem Grunde der Straße Bab-el-Mandeb. Die Schwankungen der Differenzbeträge $a-b$ für das Bodenwasser bewegten sich zwischen den Werten 0·85 und 1·63; sie waren kleiner als die Schwankungen der Differenzbeträge

$a-b$ für das Oberflächenwasser, bei welchem die Zahlen 1·00 und 1·99 die Grenzwerte darstellten.

Gleich oder fast gleich diesen Grenzwerten des Oberflächenwassers des Rothen Meeres waren jene Werte, welche für die beiden aus dem angrenzenden Theile des Indischen Oceans (aus dem Golfe von Aden) stammenden Proben von Oberflächenwasser gefunden wurden. In der auf der Fahrt von Perim (Straße Bab-el-Mandeb) nach Aden fast auf halbem Wege genommenen Wasserprobe ergab sich für die durch gelöste organische Substanzen bewirkte Differenz $a-b$ der Wert 1·00, während das Oberflächenwasser des Ankerplatzes vor Aden, wo ebenso wie bei der Insel Kamaran eine Verunreinigung stattgefunden haben kann, den Wert 1·97 aufwies. In dem auf dem Ankerplatze vor Aden knapp über 7·5 *m* tiefem Grunde geschöpften Wasser betrug die Differenz $a-b$ 1·51.

Der starke Zufluss von Wasser aus dem Indischen Ocean bewirkt, dass in der Straße Bab-el-Mandeb und im südlichsten Theile des Rothen Meeres geringere Salzgehalte vorhanden sind, als in der Hauptmasse des Wassers des Rothen Meeres. Die Unterschiede im Salzgehalte des Wassers sind jedoch zu gering, als dass das zugeströmte Oceanwasser über weite Flächen hin oben aufschwimmen könnte. Theils wegen der dem zugeströmten Oceanwasser eigenen niedrigen Temperatur, beziehungsweise wegen der durch dieselbe bewirkten Vergrößerung des specifischen Gewichtes der Wassermassen, theils wegen des Erfasstwerdens durch die auch in den tieferen und tiefsten Wasserschichten vorhandenen Strömungen gelangen relativ salzarme Schichten unter relativ salzreiche Schichten. Der durch diese Erscheinung angezeigte Wasseraustausch zwischen der Meeresoberfläche und den unteren Schichten des Meerwassers scheint sowohl einer bedeutenden Anhäufung als auch einem bedeutenden Entzug von gelösten organischen Stoffen hinderlich zu sein.

Aus der durch die Insel Perim in einen schmalen östlichen und in einen breiteren westlichen Canal getheilten Straße Bab-el-Mandeb lagen zwei Proben von Oberflächenwasser und zwei Proben von Bodenwasser vor. In dem seichten östlichen Canal betrug die Differenz $a-b$ 1·30 für das Oberflächen-

wasser und 1·01 für das knapp über 11 *m* tiefem Grunde geschöpfte Wasser. Für den tieferen westlichen Canal wurden die Werte 1·25 und 0·85, letzterer das schon erwähnte Minimum aller Werte, erhalten.

Für den südlichsten, von der Straße Bab-el-Mandeb bis zur Insel Kamaran sich erstreckenden, mit seinen Gestaden einen Winkel von 30 Graden einschließenden Theile des Rothen Meeres konnten 9 Vergleichswerte für die Mengen der gelösten organischen Substanzen gewonnen werden. Mehr als 200 *m* tief ist hier nur die ganz schmale und kurze, vom Breitengrade der Stadt Mokka zur Straße Bab-el-Mandeb und durch diese zu den Tiefen des Indischen Oceans führende Rinne, sowie der dem südlichsten Theile des Rothen Meeres angehörende Abschnitt des durch die ganze Länge der Hochsee des Rothen Meeres bis zur Halbinsel Sinaï in gerader Richtung von SSO zu NNW sich erstreckenden Gebietes größter Tiefen, welches nicht ganz bis zur Tiefenrinne der Straße Bab-el-Mandeb reicht und aus welchem südwestlich von der Insel Kamaran die Insel Zebayir emporragt. Das übrige Gebiet des südlichsten Theiles des Rothen Meeres ist zumeist circa 50 *m* tief. Nur auf der Trennungsstrecke zwischen der schmalen und kurzen südlichen Tiefenrinne und der langen und breiten nördlichen Tiefenrinne, sowie in dem sich daran im Westen anschließenden, bis zur benachbarten afrikanischen Küste, an deren Bergen der vulkanische Charakter des südlichsten Theiles des Rothen Meeres am stärksten zum Ausdrucke kommt, reichenden Gebiet ist der Meeresgrund sehr unregelmäßig gestaltet, indem er an einzelnen Stellen bis über 200 *m* Tiefe hinabreicht, an vielen anderen Stellen Untiefen aufweist, sowie Inseln und Klippen trägt.

In dem von Inseln und Untiefen freien Meeresstreifen längs der arabischen Küste zwischen der Straße Bab-el-Mandeb und der südlich von Kamaran gelegenen Landzunge des Khor Guleifaka zeigte sich Folgendes: Sowohl auf der Rhede von Mokka als auch auf einer etwas weiter nördlich und entfernter vom Lande gelegenen Stelle enthielt das Oberflächenwasser etwas größere Mengen von gelösten organischen Substanzen als das Oberflächenwasser der Straße Bab-el-Mandeb,

indem sie in beiden Fällen für 1000 g Wasser eine Gewichts-differenz zwischen Abdampfungsrückstand und Gesamtsalz von 1·43 g herbeiführen konnten. An der Nordseite der noch weiter nördlich gelegenen Insel Zukur genommenes Oberflächenwasser ergab den Wert 1·00, welcher einerseits das Minimum aller auf Oberflächenwässer bezüglichen Werte des Rothen Meeres darstellt, und anderseits gleich ist dem Werte, welcher für das in Fahrt geschöpfte Oberflächenwasser des Indischen Oceans (des Golfes von Aden) gefunden worden war. Die knapp über dem Meeresgrunde auf der Rhede von Mokka in 8 *m* und auf der etwas nördlicher gelegenen Stelle in 38 *m* Tiefe geschöpften Wasserproben ergaben geringere Werte für die Differenz *a—b* als die an denselben Stellen genommenen Oberflächenwässer, nämlich 1·06 und 1·17. Bei der Insel Zukur war das Umgekehrte der Fall, indem das daselbst knapp über 17 *m* tiefem Grunde geschöpfte Wasser den Wert 1·14 lieferte.

Noch weiter nördlich ergab das Oberflächenwasser bei der aus dem Gebiete, welches Meerestiefen von mehr als 800 *m* enthält, aufragenden Insel Zebayir den Wert 1·30, während das daselbst knapp über 21 *m* tiefem Grunde geschöpfte Wasser das Maximum an gelösten organischen Substanzen unter allen Bodenwässern aufwies, indem es den Wert 1·63 lieferte, welcher immerhin nicht unbedeutend kleiner war, als das im Oberflächenwasser bei der nahen Insel Kamaran gefundene Maximum 1·99 aller Werte des Rothen Meeres.

Nördlich von der Insel Kamaran, wo das Rothe Meer rasch die sich dann bis zur Halbinsel Sinai fast ganz gleichbleibende Breite annimmt, liegen sowohl vor der afrikanischen, als auch vor der arabischen Küste ausgedehnte Gebiete von Korallenriffen, von welchen Gebieten das eine die Dahalak-Inseln und das andere die Farisan-Inseln umschließt. Von den zwei Wasserproben, welche im letzteren Gebiete und zwar etwas nordwestlich von den Farisan-Inseln geschöpft worden waren, ergab das Oberflächenwasser den Wert 1·37 und das Bodenwasser (aus 37 *m* Meerestiefe) fast denselben Betrag, nämlich 1·44. Zwischen den Dahalak-Inseln und der afrikanischen Küste zeigten sich fast dieselben Gehalte an

gelösten organischen Substanzen. An einer Stelle, bei der kleinen Insel Schumma, wies das Oberflächenwasser den Wert 1·40 und das knapp über 10 *m* tiefem Grunde geschöpfte Wasser den Wert 1·27 für die Gewichts-differenz $a-b$ auf. An einer anderen Stelle vor Massaua, wo das Meer 100 *m* tief ist, ergab das knapp über dem Grunde geschöpfte Wasser den Wert 1·35.

Noch weiter nördlich wiesen die Wasserproben, welche am Rande des mehr als 800 *m* tiefen, zumeist das mittlere Fünftel oder einen größeren Betrag der Meeresbreite einnehmenden Gebietes geschöpft worden waren, einige auffallend kleine Werte für die Mengen gelöster organischer Substanzen auf, vielleicht deshalb, weil in den finsternen Meerestiefen Mikroorganismen, deren Vorhandensein durch das Auftreten von salpetriger Säure angezeigt wird, gelöste organische Substanzen in eine unlösliche Form bringen, so dass früher oder später wenigstens theilweise eine Ablagerung auf dem Meeresgrunde stattfindet.

Von zwei Wasserproben, welche von einem Punkte zwischen den nördlichen Theilen der die Dahalak- und die Farisan-Inseln umschließenden Korallenriffgebiete stammten, gab die eine, welche 100 *m* unter der Meeresoberfläche geschöpft worden war, für die Gewichts-differenz $a-b$ den Wert 1·29, die andere, welche knapp über dem 928 *m* tiefen Grunde geschöpft worden war, den Wert 1·37. Unter der Umgebung eines weiter nördlich gelegenen Beobachtungspunktes, welcher fast ebensoweit von Massaua wie von Suakim entfernt war, steigt der Meeresgrund von mehr als 1000 *m* betragenden Tiefen rasch zu 500 *m*, dann allmählich zu der hier bis nahe an die afrikanische Küste heranreichenden 200 *m*-Tiefenlinie an. Der Punkt selbst lag über dem letzteren ansteigenden Gebiete des Meeresgrundes, jedoch nahe der 500 *m*-Tiefenlinie. Das in 100 *m* Tiefe geschöpfte Wasser gab den Wert 1·17, das knapp über dem 341 *m* tiefen Grunde geschöpfte Wasser den Wert 0·97. In gleicher Entfernung von der afrikanischen Küste wie der eben angeführte Beobachtungspunkt, jedoch nur wenig südlich von der geographischen Breite der Stadt Suakim, ergab sich bei ziemlich gleichmäßiger

Tiefe des umliegenden Meeresgrundes für das aus 100 *m* Tiefe stammende Wasser der Wert 1·73 und für das knapp über dem 690 *m* tiefen Grunde geschöpfte Wasser der Wert 1·05. Ganz nahe der afrikanischen Küste und etwas südlich von der geographischen Breite von Dschidda, der Hafenstadt von Mekka, lieferte das aus 100 *m* Tiefe entnommene Wasser den Wert 1·31 und das knapp über dem 635 *m* tiefen Grunde geschöpfte Wasser den Wert 1·36.

Verhalten der Lothwässer.

Von sieben Stellen der südlichen Hälfte des Rothen Meeres lagen Grundproben vor, welche mit Hilfe des Belknap-Lothes gewonnen worden waren. Es war der dünnbreiige Inhalt des durch Ventile verschließbaren Messingrohres, in welchem beim Aufstoßen auf dem Meeresgrunde der lehmartige Grundschlamm einen Theil des aus den obersten Meeresschichten stammenden Wassers verdrängt hatte, an Bord in Flaschen gefüllt worden. Nachdem die letzteren in Wien einen Monat lang ruhig gestanden, wurden Theile der geklärten Flüssigkeiten mittelst einer Pipette herausgenommen und durch trockene Filter laufen gelassen. Auf je 1000 *g* der so erhaltenen Wasserproben ergaben sich für die Gewichts-differenz zwischen dem bei 175° getrockneten Abdampfungsrückstande und dem aus den specifischen Gewichten berechneten Gesamtsalz Werte, welche in sechs Fällen kleiner als 1 *g* waren, was sich bei den vielen, dem freibeweglichen Meerwasser entnommenen Proben der südlichen Hälfte des Rothen Meeres nur zweimal, und zwar bei knapp über dem Grunde geschöpften Proben gezeigt hatte. Den Wert 2·08 wies das Lothwasser auf, welches etwas südöstlich vom Halbierungspunkte der geraden Strecke zwischen den Städten Dschidda und Suakim aus 2030 *m* Tiefe emporgeholt worden war.

Untersuchung der Grundproben.

In den festen, mit destilliertem Wasser gewaschenen Theilen der Lothproben wurden die Gehalte an kohlen-saurem Kalk und an kohlen-saurer Magnesia bestimmt,

sowie an jener Magnesia, welche, als leicht zerlegbares Silicat zugegen, unter dem Einflusse von freier Kohlensäure enthaltendem Wasser (so z. B. bei fehlender Meerwasserbedeckung oder bei Lagerung in tieferen Schichten des Meeresgrundes) durch einen der Verwitterung ähnlichen Vorgang die Menge der bereits vorhandenen kohlensauren Magnesia hätte vermehren, zu einer der möglichen Arten von Dolomitisierung hätte beitragen können.

Durch Schlämmen wurde aus den lehmartigen Grundproben das »Feinste« und das »Sandartige« abgeschieden. Um »Feinstes« zu gewinnen, wurde der Grundschlamm in viel destilliertem Wasser aufgerührt, eine Minute lang das Größere und ein Theil des Feinsten sich absetzen gelassen, und dann filtriert. Das, was auf das Filter gekommen, wurde mit destilliertem Wasser gewaschen, vom Filter abgenommen und lufttrocken werden gelassen. Das Gemenge von Grobem und den Resten des Feinsten wurde im Glaszylinder wiederholt mit destilliertem Wasser geschlämmt bis alles Feine entfernt war. Der sandartige Rückstand wurde in eine Glasschale gebracht und, nachdem er lufttrocken geworden, von größeren Muschelschalen und Muschelbruchstücken, sowie von größeren Steinen, wenn solche vorhanden waren, befreit. Für die Analyse zurückgehalten wurden höchstens hanfkorngroße Muscheln u. dgl., darunter aber auch viele dünne, spitze, bis 4 mm lange.

Zur Ausführung der oben erwähnten Bestimmungen wurde eine gewogene Menge der Grundprobe in einen Schrötter'schen Kohlensäure-Bestimmungsapparat gebracht und darin mit verdünnter Salzsäure fünf Minuten lang gekocht. Nach Feststellung der durch das Austreiben der Kohlensäure unter Zuhilfenahme eines Luftstromes veranlassten Gewichtsabnahme wurde die mittelst einer Pipette unter öfterem Nachwaschen aus dem Kohlensäure-Bestimmungsapparate herausgenommene salzsaure Lösung über Nacht sich klären gelassen, dann filtriert, mit Chlorwasser zur Oxydation von Eisenoxydul versetzt, mit Ammoniak eben alkalisch gemacht und erwärmt. Nachdem der entstandene Niederschlag in Salzsäure gelöst und die Lösung nochmals mit kohlensäurefreiem Ammoniak gefällt

worden war, wurden aus den beiden vereinigten Filtraten mittelst oxalsauren Ammoniums und phosphorsauren Natrium-Ammoniums Calcium und Magnesium gefällt und der Wägung zugeführt.

Was die Stellen betrifft, von welchen die Lothproben stammten, so ist zu erwähnen, dass an einer Stelle, nämlich in dem westlich von der Insel Perim gelegenen Theile der Straße Bab-el-Mandeb, das Loth aus 180 *m* Tiefe keinen Schlamm, sondern nur einige kleine Muschelschalen heraufgebracht hatte. Auf der Rhede von Mokka, also knapp vor der südlichsten Strecke der arabischen Küste des Rothen Meeres, enthielt die aus 8 *m* Tiefe stammende Lothprobe ebenfalls keinen Schlamm, jedoch viel »Sandartiges«. Dasselbe setzte sich zusammen aus kleinen Muschelschalen und Bruchstücken von solchen, zumeist aber aus grauen und gelblichen, theils runden, theils eckigen und kantigen Steinchen, welche offenbar vom Festlande herrührten. Wegen dieses Vorwiegens von Steinchen enthielt hier das »Sandartige« nur 28·80% kohlensauren Kalk. Auf 100 Moleküle kohlensauren Kalkes kamen 12 Atome Magnesium als kohlensaure Magnesia, d. h. mehr als in den übrigen, aus größeren Meerestiefen und in größeren Entfernungen vom Lande gewonnenen Grundproben der südlichen Hälfte des Rothen Meeres. Vielleicht hatten Winde kleine Bruchstücke von Muschelschalen, deren kohlensaurer Kalk auf dem Strandgebiete des Festlandes (unter der Einwirkung von Meeressalzen) zum Theile in Dolomit umgewandelt worden war, in das Meer getragen. Die Gesamtmenge der in verdünnter heißer Salzsäure löslichen Magnesia entsprach 13 Atomen Magnesium auf 100 Moleküle kohlensauren Kalkes; es war also fast die ganze Magnesia in Form von kohlensaurer Magnesia vorhanden.

Zwischen den Dahalak-Inseln und der Stadt Massaua hatte das Loth aus 100 *m* Tiefe einen Schlamm heraufgebracht, welcher hellgrau war, ganz schwach nach Petroleum roch und nur wenig Sandartiges aufwies. Das letztere enthielt 56·99% kohlensauren Kalk, wobei, da es sich ja nur um die Gewinnung von Vergleichswerthen handelt, angenommen ist, dass von den in salzsaurer Lösung gefundenen Kalk- und

Magnesiummengen aller Kalk als Carbonat und nur die Magnesia als Carbonat und als Silicat vorhanden war. Unter dieser Annahme kamen auf 100 Moleküle kohlensauren Kalkes 11 Atome Magnesium als Carbonat und 3 Atome Magnesium als durch Salzsäure zerlegbares Silicat. Viel größer ist der Unterschied der letzteren Atomzahlen bei dem schlammartigen Theil der Grundprobe, welcher 36·78% kohlensauren Kalk enthielt. Auf 100 Moleküle von diesem kohlensauren Kalk, welcher also an Menge bedeutend von den thonartigen Bestandtheilen der Grundprobe übertroffen wurde, kamen nur 4 Atome Magnesium als Carbonat, dagegen 22 Atome Magnesium als durch Salzsäure zerlegbares Silicat. Eine starke Ablagerung organischer Schwimmkörperchen konnte in der obersten Schichte des Meeresgrundes infolge Bildung größerer Mengen von Ammoniak Fällungen, darunter solche von durch Salzsäure zerlegbarem Magnesiumsilicat und von anderen Silicaten veranlasst haben.

Etwas nordwestlich von den der arabischen Küste vorgelagerten Farisan-Inseln, nahe beim Außenrande eines ausgedehnten Gebietes von Korallenriffen war aus 37 m Tiefe ein heller, lehmartiger Schlamm erhalten worden, welcher erdig-faulig roch. Der fast weiße feinste Theil dieses Schlammes bestand zu 81·28% aus kohlensaurem Kalk. Auf 100 Moleküle desselben kamen nur 5 Atome Magnesium als Carbonat und nur 3 Atome Magnesium als durch Salzsäure zerlegbares Silicat. Der sandartige Theil, welcher deutlich die in ihm vorhandenen Bruchstücke von Muschelschalen und von Korallenskeletten erkennen ließ und auch einige gelbliche, röthliche und fast schwarze Steinchen enthielt, ergab fast dieselben Zahlen. Es waren 82·58% kohlensaurer Kalk. Auf 100 Moleküle desselben kamen 7 Atome Magnesium als Carbonat und kam 1 Atom Magnesium als durch Salzsäure zerlegbares Silicat.

Vor der afrikanischen Küstenstrecke zwischen Massaua und Suakim waren dem ziemlich steilen unterseeischen Abhänge der in der Mitte der Meeresbreite verlaufenden Rinne größter Tiefen an zwei Stellen Grundproben entnommen worden. Auf dem fast ebensoweit von Massaua wie von

Suakim entfernten Punkte war aus 341 *m* Tiefe ein Schlamm erhalten worden, welcher bräunlich-grau war und einen erdigen, etwas fauligen Geruch besaß. Wie in vielen Grundproben waren auch in diesem Schlamm häutchenartige, nur wenige *mm*² große Plättchen vorhanden, welche sich beim Schlämmen als zumeist glänzende, ziemlich lang im Schlämmwasser schwebend bleibende, an kleine Glimmerplättchen erinnernde Flitterchen zeigten. Es waren anscheinend Chitinreste der Harttheile von Pteropoden, Mollusken, Foraminiferen und Gliederthieren. Sie zeigten unter dem Mikroskope zum Theile noch organische Structur. Nach dem Waschen mit destilliertem Wasser ließen sich in ihnen kleine Mengen von Natrium, Kalium, Kieselsäure sowie etwas kohlenaurer Kalk nachweisen. Diese im Meeresschlamm eingebetteten Flitterchen könnten für Ort und Form der aus Umwandlungen und Neuabscheidungen sich ergebenden Bildung von Silicaten bestimmend wirken. Der durch Schlämmen gewonnene feinste Theil der Grundprobe bestand fast zur Hälfte, nämlich zu 42·98⁰/₀, aus kohlenaurer Kalk, während der sandartige Theil 83·08⁰/₀ davon enthielt. Auf 100 Moleküle kohlenaurer Kalkes kamen im ersteren Theile nur 4, im letzteren Theile nur 3 Atome Magnesium als Carbonat. Ebenso wie bei der zwischen Massaua und den Dahalak-Inseln gesammelten lehmartigen Grundprobe war auch hier der Unterschied im Gehalte des »Feinsten« und des »Sandartigen« an durch Salzsäure zerlegbarer kieselaurer Magnesia bedeutend. Als solches Silicat kamen im feinsten Theile der Grundprobe 10 und im sandigen Theile der Grundprobe 3 Atome Magnesium auf 100 Moleküle kohlenaurer Kalkes.

Der andere, an einer wenig südlich vom Breitegrade der Stadt Suakim gelegenen Stelle in einer Tiefe von 690 *m* dem westlichen unterseeischen Abhänge der breiten Tiefenrinne entnommene lehmartige Schlamm war bräunlich und enthielt ziemlich viele beim Schlämmen sich zeigende, glänzende Flitterchen und schwarze Pünktchen. Der abgeschlämmte feinste Theil der Probe bestand vorwiegend aus Thon, indem nur 25·28⁰/₀ kohlenaurer Kalkes darinnen waren. Auf 100 Moleküle desselben kam nur 1 Atom Magnesium als Carbonat. Dagegen

kamen auf 100 Moleküle kohlen-sauren Kalkes 25 Atome Magnesium als durch Salzsäure zerlegbares Silicat. Ebenso wie bei der zwischen Massaua und den Dahalak-Inseln gelegenen Stelle des Meeresgrundes würden also hier, falls durch eine Art Verwitterung eine vollständige Umwandlung des durch Salzsäure (und durch Kohlensäure) zerlegbaren Magnesiumsilicates in Magnesiumcarbonat stattfinden würde, von letzterem 26 Moleküle auf 100 Moleküle Calciumcarbonat kommen. Es würde also selbst dann, wenn durch ein Kohlensäure enthaltendes Wasser kein Calciumcarbonat gelöst und weggeführt werden würde, ein Viertel des für den Dolomit charakteristischen Gehaltes an Magnesiumcarbonat erreicht werden. Der sandartige, zumeist aus Muschel- und Foraminiferenschalen bestehende Theil der Grundprobe aus 690 *m* Tiefe enthielt 66·92% Calciumcarbonat. Auf 100 Moleküle desselben kamen 4 Moleküle Magnesiumcarbonat. Durch Salzsäure zerlegbares Magnesiumsilicat war nicht vorhanden.

Der in der Mitte der Meeresbreite fast durch die ganze Länge des Rothen Meeres sich erstreckenden Tiefenrinne selber war etwas nördlich vom Breitengrade der Stadt Suakim in 2030 *m* Meerestiefe eine bräunliche Schlammprobe entnommen worden. Der durch Schlämmen erhaltene feinste Theil dieser Grundprobe bestand mehr als zur Hälfte, nämlich zu 53·21%, aus kohlen-saurem Kalk. Auf 100 Moleküle desselben kamen 10 Moleküle Magnesiumcarbonat, also mehr als sonst. Eine, wenigstens zeitweise durch Lösungsvorgänge bewirkte Zunahme der Meerestiefe konnte Theile des ehemaligen Untergrundes des Meeresbodens bloßgelegt haben, in welchem Untergrunde wegen der Gegenwart freier Kohlensäure eine Umwandlung von leicht zerlegbarem Magnesiumsilicat in Magnesiumcarbonat möglich gewesen war. Neben Magnesiumcarbonat kamen auf 100 Moleküle Calciumcarbonat noch 4 Atome Magnesium, welche als durch Salzsäure zersetzliches Silicat vorhanden waren. Der sandartige Theil der Grundprobe aus 2030 *m* Tiefe enthielt 86·39% kohlen-sauren Kalk. Auf 100 Moleküle desselben kamen nur 3 Atome Magnesium als Carbonat und kam nur*1 Atom Magnesium als durch Salzsäure zerlegbares Silicat. Die zum Theil nur in

Bruchstücken vorhandenen Muschel- und Foraminiferenschalen sowie sonstigen Hartkörperchen von Organismen der oberen Meeresschichten dieses sandartigen Theiles der Grundprobe waren jedenfalls während des Vertragenwerdens durch Strömungen und dann auf dem Meeresgrunde durch lange Zeit mit Meerwasser in Berührung gewesen. Manche von diesen Hartkörperchen besaßen ein milchglasartiges Aussehen und waren sehr zerbrechlich. Dadurch, dass sich im Meerwasser Theile des Grundschlammes gelöst hatten, konnten auch Muschelschalen u. dgl., welche in den tieferen Lagen des Meeresgrundes geruht hatten, an die Decke des Meeresgrundes gelangt sein, so dass das Loth imstande war, sie heraufzubringen.

Anhang.

Untersuchung von Salinenproben.

Vor der Küste der dem Glücklichen Arabien vorgelagerten wüsten Strandebene befinden sich auf der kleinen, schmalen und flachen Sandinsel Ghuleifaka primitive Salinen.¹ Denselben waren Mitte December 1897 zwei Wasserproben und eine Salzprobe entnommen worden.

Von den beiden Wasserproben stammte die salzärmere aus einem Tümpel, dessen Wasser, anscheinend wegen einer reichlichen Algenvegetation, eine rothe Farbe aufwies. Die Wasserprobe war frei von salpetrigsauren und salpetersauren Salzen und reagierte gegen Lackmus neutral, gegen Phenolphthaleïn kaum merklich alkalisch. In 1000 g des Wassers wurden 129·37 g Chlor, 12·00 g des Schwefelsäurerestes SO_4 , 0·041 g des Kohlensäurerestes CO_3 (Ausdruck für die ganz gebundene Kohlensäure), 0·44 g Brom, 70·92 g Natrium, 8·76 g Magnesium, 0·66 g Calcium, 2·64 g Kalium und 0·0006 g Ammonium gefunden. Durch Summieren der Einzelbestimmungen ergeben sich 224·83 g Gesamtsalz, während durch Ab-

¹ Siehe: Paul von Pott, k. und k. Linienschiffs-Capitän, »Expedition S. M. Schiff ‚Pola‘ in das Rothe Meer«, südliche Hälfte. Beschreibender Theil, Seite 37.

dampfen und Trocknen bei 175° 234·98 g Rückstand erhalten wurden. Das Gewicht des durch Abrauchen mit Schwefelsäure und durch Glühen gewonnenen Sulfatrückstandes betrug 270·62 g auf 1000 g Wasser. Das spezifische Gewicht des Wassers war bei $17\cdot5^{\circ}$ C./ $17\cdot5^{\circ}$ C. gleich 1·17857.

Auf 100 Theile Chlor kamen also in diesem Salinenwasser: 9·27 Theile SO_4 , 0·03 Theile CO_3 , 0·34 Theile Br, 54·82 Theile Na, 6·77 Theile Mg, 0·51 Theile Ca, 2·04 Theile K, 0·0005 Theile NH_4 , in summa 173·78 Theile Salz und 209·18 Theile Sulfatrückstand.¹

Der Vergleich mit der Zusammensetzung des in Meerwasser gelösten Salzgemisches ergibt, dass in dem Salinentümpel bereits Gyps zur Abscheidung gekommen sein musste. Theils ebenfalls wegen der Eindunstung des Wassers, beziehungsweise wegen Abscheidung von kohlensaurem Kalk, theils wegen Austreibung von Kohlensäure durch (infolge der reichlichen Algenvegetation) entstandene organische Säuren war die in Form von Carbonaten im Meerwasser vorhanden gewesene Kohlensäure fast vollständig verschwunden. In Bezug auf das Mengenverhältnis zwischen Chlor, Brom, Magnesium und Kalium stimmt das Wasser jenes Salinentümpels vollkommen, in Bezug auf das Mengenverhältnis zwischen Chlor und Natrium nahezu vollkommen mit dem Meerwasser überein. Von Ammoniak (in Salzform) war, im Verhältnis zum Chlor, im Salinenwasser etwas mehr vorhanden als im gewöhnlichen (frei beweglichen) Meerwasser, jedoch weniger als in dem den Grundschlamm des Meeres durchsetzenden Wasser.

Es kommen in diesem Salinenwasser auf 100.000 Atome Chlor: 3.423 Atomgruppen SO_4 , 19 Atomgruppen CO_3 , 150 Atome Brom, 84.305 Atome Natrium, 10.004 Atome Magnesium, 455 Atome Calcium, 1850 Atome Kalium, 107.073 basische und 107.034 saure Valenzen, 200.206 Atome und Atomgruppen.²

¹ Im Oceanwasser kommen auf 100 Theile Chlor: 13·91 Theile SO_4 0·38 Theile CO_3 , 0·34 Theile Br, 55·37 Theile Na, 6·74 Theile Mg, 2·17 Theile Ca, 2·00 Theile K, 180·9 Theile Salz, 216·1 Theile Sulfatrückstand.

² Im Oceanwasser kommen auf 100.000 Atome Chlor: 5140 Atomgruppen SO_4 , 220 Atomgruppen CO_3 , 150 Atome Brom, 85.140 Atome Natrium, 9950 Atome Magnesium, 1920 Atome Calcium und 1810 Atome Kalium.

In 100 Theilen des durch Addition der Einzelbestimmungen berechneten Salzes sind 57·54 Theile Chlor, 5·34 Theile des Schwefelsäurerestes SO_4 , 0·018 Theile des Kohlensäurerestes CO_3 , 0·19 Theile Brom, 31·55 Theile Natrium, 3·90 Theile Magnesium, 0·30 Theile Calcium und 1·17 Theile Kalium.

Wenn man in etwas willkürlicher Weise Säuren und Basen gruppiert, so findet man, dass das in diesem Salinen-Wasser gelöste Salz besteht aus: 79·99% NaCl , 12·14% MgCl_2 , 0·22% MgBr_2 , 4·01% MgSO_4 , 2·61% K_2SO_4 , 0·98% CaSO_4 und 0·03% CaCO_3 .¹

In der zweiten, einem anderen Salinentümpel entnommenen Wasserprobe war ein Brei von Salzkristallen enthalten, welche, in der Literflasche einen Bodensatz von 1 *cm* Dicke bildend, zum kleinen Theile sich erst nachträglich während des bis zur Ausführung der Analyse verstrichenen halben Jahres wegen der niedrigeren, jedoch kaum unter 15° C. gesunkenen Temperaturen abgeschieden hatten. Der größte Theil dieser Salzkristalle rührte daher, dass beim Wasserschöpfen etwas von den reichlichen Salzabscheidungen des Tümpels in die Flasche gelangt war.

Diese Wasserprobe reagierte gegen Phenolphthaleïn noch weniger alkalisch als die erste Salinenprobe. Ebenso wie diese war sie frei von salpetrigen und salpetersauren Salzen. In 1000 *g* des vom Bodensatze abgegossenen Wassers wurden 151·96 *g* Chlor, 35·93 *g* des Schwefelsäurerestes SO_4 , 0·27 *g* des Kohlensäurerestes CO_3 , 1·46 *g* Brom, 53·88 *g* Natrium, 27·86 *g* Magnesium, 3·43 *g* Calcium, 8·24 *g* Kalium und 0·0008 *g* Ammonium gefunden. Durch Summieren der Einzelbestimmungen ergeben sich 283·03 *g* Gesamtsalz. Das Gewicht des durch Abrauchen mit Schwefelsäure und durch Glühen erhaltenen Sulfatrückstandes betrug 335·49 *g* auf 1000 *g* Wasser.

¹ Das im Meerwasser gelöste Salz setzt sich — ebenfalls nach Dittmar (»Challenger«-Proben) — zusammen aus: 77·76% NaCl , 10·88% MgCl_2 , 0·22% MgBr_2 , 4·74% MgSO_4 , 2·46% K_2SO_4 , 3·60% CaSO_4 und 0·34% CaCO_3 .

Auf 100 Theile Chlor kamen somit in diesem Salinenwasser: 23·64 Theile SO_4 , 0·18 Theile CO_3 , 0·96 Theile Br, 35·46 Theile Na, 18·33 Theile Mg, 2·26 Theile Ca, 5·42 Theile K, 0·0005 Theile NH_4 , in summa 186·25 Theile Salz und 220·78 Theile Sulfatrückstand.

Wegen der im Salinentümpel stattgefundenen Abscheidung von Chlornatrium, beziehungsweise wegen der dadurch bewirkten Anhäufung von anderen Chloriden, vor Allem von Chlormagnesium im Salinenwasser war in letzterem (im Vergleiche zum Chlorgehalt) der Natriumgehalt um fast zwei Fünftel der dem Meerwasser eigenen Menge zurückgetreten. Das Brom hatte sich im Salinenwasser derart angereichert, dass, ebenfalls im Vergleiche zum Chlor, fast dreimal so viel gelöst war als im Meerwasser. Fast ebensowohl hatten sich Magnesium und Kalium in der Lösung angehäuft. Die Menge der Schwefelsäure hatte fast bis zum Doppelten des für Meerwasser charakteristischen Wertes zugenommen. Das Gewichtsverhältnis zwischen Chlor und Calcium war nahezu dasselbe wie im Meerwasser. Die Menge der in Salzform gelösten Kohlensäure war (im Vergleich zum Chlorgehalte) halb so groß als im Meerwasser.

Auf 100.000 Atome Chlor kommen in diesem Salinenwasser: 8.727 Atomgruppen SO_4 , 105 Atomgruppen CO_3 , 425 Atome Brom, 54.528 Atome Natrium, 27.087 Atome Magnesium, 1.999 Atome Calcium, 4.912 Atome Kalium, 117.612 basische und 118.089 saure Valenzen, 197.783 Atome und Atomgruppen.

In 100 Theilen des durch Addition der Einzelbestimmungen berechneten Salzes sind 53·69 Theile Chlor, 12·69 Theile des Schwefelsäurerestes SO_4 , 0·096 Theile des Kohlensäurerestes CO_3 , 0·51 Theile Brom, 19·04 Theile Natrium, 9·84 Theile Magnesium, 1·21 Theile Calcium und 2·91 Theile Kalium.

Wenn man in derselben willkürlichen Weise, wie vorhin, Säuren und Basen gruppiert, so findet man, dass das in diesem Salinenwasser gelöste Salz besteht aus: 48·32% NaCl , 32·32% MgCl_2 , 0·59% MgBr_2 , 7·96% MgSO_4 , 6·48% K_2SO_4 , 3·90% CaSO_4 und 0·16% CaCO_3 . —

Was endlich das in den Tümpeln auf der Insel Ghuleifaka gewonnene Salz betrifft, so ist dasselbe in Anbetracht der primitiven Art der Salinenanlagen als recht rein zu bezeichnen. Die mir zugekommene Salzprobe bildete dünne, kandiszuckerartige Überzüge von Zweigstücken. Letztere waren Theile der Zweige (und Luftwurzeln) von Mangrovenbüschen, welche von ab und zu diese Insel besuchenden Beduinen in einige von den Tümpeln (in solche, in welchen sich bereits der größte Theil des im Meerwasser gelösten Gypses abgeschieden hatte), zur Kochsalzgewinnung eingehängt worden waren.

Von den fast durchaus wie Chlornatrium aussehenden Salzkristallen wurden solche ohne graue und schwarze Punkte ausgesucht. Ein paar Krystallsplitter von Gyps wurden entfernt. Dann wurde zerrieben, und das Salzpulver zur möglichst vollkommenen Entfernung von etwas anhaftender Feuchtigkeit, beziehungsweise von etwas Mutterlauge zwischen Thonplatten einen Tag lang gepresst. Hiernach war das Salzpulver fast gar nicht hygroskopisch. Beim Erhitzen bis zum Glühen entwickelte sich nur ein schwacher brenzlicher Geruch und zeigte sich keine Verkohlung.

Das zwischen Thonplatten gepresste Salzpulver enthielt noch $2\cdot26\%$ bei 100° C. weggehendes Wasser und $0\cdot66\%$ erst bei 175° C. weggehendes Wasser. Das in Wasser Unlösliche betrug, nach dem Glühen gewogen, $0\cdot55\%$ und bestand aus Thon und feinem Sand. Von den Salzbestandtheilen machte das Chlor $57\cdot10$ und das Natrium $36\cdot85\%$ aus. Daneben waren noch $0\cdot88\%$ des Schwefelsäurerestes SO_4 , $0\cdot27\%$ Magnesium, $0\cdot28\%$ Calcium und $0\cdot10\%$ Kalium.

Auf 100 Theile Chlor kommen im Salinensalz $1\cdot54$ Theile SO_4 , $64\cdot52$ Theile Na, $0\cdot47$ Theile Mg, $0\cdot49$ Theile Ca, $0\cdot18$ Theile K, in summa $167\cdot20$ Theile Salz und $203\cdot35$ Theile Sulfatrückstand. Auf 100.000 Atome Chlor kommen: 569 Atomgruppen SO_4 , 99.228 Atome Natrium, 688 Atome Magnesium, 439 Atome Calcium, 165 Atome Kalium, 101.647 basische, 101.138 saure Valenzen, 201.089 Atome und Atomgruppen.

In 100 Theilen des durch Addition der Einzelbestimmungen berechneten Salzes sind 59·81 Theile Chlor, 0·92 Theile des Schwefelsäurerestes SO_4 , 38·59 Theile Natrium, 0·28 Theile Magnesium, 0·30 Theile Calcium und 0·11 Theile Kalium.

Das Salinensalz von der Insel vor der arabischen Küste bestand darnach aus 97·73% NaCl , 1·02% CaSO_4 , 0·79% MgCl_2 , 0·25% K_2SO_4 und 0·08% MgSO_4 .

Tabelle I.

Stat.- Nr.	Position		Schöpftiefe in Meter. B. = knapp über Boden, L. = aus Loth	In dem bei 17.5° C. 36.6698 g destilliertes Wasser fassenden Pyknometer waren g Meerwasser von ° C. g Meer- wasser gaben g Ab- dampfungsrück- stand (3 Stunden bei 175° C. getrocknet)	Spec. Gew. bei 17.5° C. 17.5° C.	Auf 1000 g Meerwasser		Dif- ferenz a - b	Theile a auf 100 Theile b
	östliche Länge v. Gr.	Nordbreite					a = Abdampfungs- rückstand bei 17.5° C.	b = Gesamt- salsz.		
288	37° 28'	21° 0' 7"	100	37.7144 21	20.515 0.8444	1.03039	41.12	39.81	1.31	103.29
288	37 28	21 0' 7"	635 B.	37.7328 21.6	20.558 0.8647	1.03104	42.02	40.66	1.36	103.34
291	38 24.5	20 2	2030 L.	37.7373 19	20.505 0.8639	1.03054	42.09	40.01	2.08	105.20
298	39 5.4	18 51.9	100	37.6976 21.9	20.506 0.8463	1.03015	41.23	39.50	1.73	104.38
298	39 5.4	18 51.9	690 B.	37.7577 19	20.535 0.8589	1.03109	41.78	40.73	1.05	102.59
298	39 5.4	18 51.9	690 L.	37.7167 20.1	20.508 0.8261	1.03025	40.24	39.63	0.61	101.54
308	39 42.3	17 42.2	100	37.7105 21.6	20.521 0.8432	1.03044	41.05	39.88	1.17	102.93
308	39 42.3	17 42.2	341 B.	37.7421 20.5	20.531 0.8553	1.03103	41.62	40.65	0.97	102.38
308	39 42.3	17 42.2	341 L.	37.7182 20.9	20.509 0.8336	1.03047	40.60	39.92	0.68	101.71
319	40 38.7	16 56.3	100	37.6907 19.7	20.492 0.8172	1.02943	39.84	38.55	1.29	103.34
319	40 38.7	16 56.3	928 B.	37.6761 20.5	20.475 0.8124	1.02921	39.64	38.27	1.37	103.57
323	Vor Anker bei J. Kameran		0	37.6922 19.1	20.497 0.8295	1.02934	40.43	38.44	1.99	105.17
326	» » J. Schumma		0	37.7054 17.7	20.429 0.8154	1.02937	39.87	38.47	1.40	103.65

326	»	»	»	»	»	10 B.	37·6906	19·9	20·472	0·8173	1·02947	39·88	38·61	1·27	103·29
329	39° 42' 7	15° 42'	100 B.	37·7119	18·8	20·472	0·8271	1·02978	40·36	39·01	1·35	103·46			
329	39 42·7	15 42	100 L.	37·6860	21·7	20·483	0·8098	1·02980	39·49	39·04	0·45	101·16			
339	43 15·9	12 41·3	0	37·6414	19	20·457	0·7747	1·02792	37·83	36·58	1·25	103·42			
339	43 15·9	12 41·3	180 B.	37·7575	16·1	20·533	0·8359	1·03040	40·67	39·82	0·85	102·13			
339	43 15·9	12 41·3	180 L.	37·6840	21	20·460	0·8054	1·02955	39·32	38·71	0·61	101·59			
342	44 8	12 26	0	37·6451	19·1	20·448	0·7723	1·02804	37·73	36·73	1·00	102·72			
343	Vor Anker bei Aden				0	37·6532	17·8	20·456	0·7899	1·02794	38·57	36·60	1·97	105·40	
343	»	»	»	»	»	7·5 B.	37·6446	19·1	20·473	0·7834	1·02803	38·23	36·72	1·51	104·10
345	43° 24' 5	12° 41' 7	0	37·6434	18	20·443	0·7703	1·02774	37·64	36·34	1·30	103·58			
345	43 24·5	12 41·7	11 B.	37·6358	18·5	20·457	0·7624	1·02765	37·23	36·22	1·01	102·79			
347	Rhede von Mokka				0	37·6617	17·3	20·496	0·7836	1·02806	38·19	36·76	1·43	103·90	
347	»	»	»	»	»	8 B.	37·6531	18·5	20·488	0·7772	1·02812	37·90	36·84	1·06	102·87
347	»	»	»	»	»	8 L.	37·6279	21·8	20·449	0·7699	1·02818	37·61	36·92	0·69	101·87
348	43° 4'	13° 35' 2	0	37·6433	19·2	20·490	0·7822	1·02802	38·14	36·71	1·43	103·88			
348	43 4	13 35·2	38 B.	37·6191	21·2	20·500	0·7717	1·02782	37·61	36·44	1·17	103·20			
349	Vor Anker bei J. Zukur				0	37·6807	16·3	20·433	0·7794	1·02833	38·11	37·11	1·00	102·68	
349	»	»	»	»	»	17 B.	37·6682	17	20·489	0·7803	1·02817	38·04	36·90	1·14	103·10
352	»	»	»	»	»	0	37·6698	18·5	20·482	0·7942	1·02858	38·74	37·44	1·30	103·46
352	»	»	»	»	»	21 B.	37·6759	17·5	20·487	0·7991	1·02850	38·97	37·34	1·63	104·35
357	41° 29'	16° 55'	0	37·6869	18·3	20·447	0·8051	1·02898	39·33	37·96	1·37	103·62			
357	41 29	16 55	37 B.	37·6671	21	20·446	0·8096	1·02910	39·56	38·12	1·44	103·77			
357	41 29	16 55	37 L.	37·6784	21·6	20·477	0·8082	1·02955	39·43	38·71	0·72	101·86			

Tabelle II.

Stat.- Nr.	Nach dem Schlämmen der Lothprobeng der Grundprobe entwickelteng CO ₂ und gaben aus der salzsauren Lösungg CaO undg Mg ₂ P ₂ O ₇							Gewichtsprocente der lufttrockenen Grund- proben. In heißer, verdünnter Salzsäure löslich:					Auf 100 Mol. CaCO ₃ .	
		CaO	MgO	CO ₂	CaCO ₃	MgCO ₃	MgO als Silicat	Mol. MgO (ge- sammt)	Mol. MgCO ₃	MgO als Silicat	MgCO ₃	Mol. MgCO ₃	Mol. MgO (ge- sammt)	Mol. MgCO ₃	Mol. MgO (ge- sammt)
291	Feinstes	0.5329	0.1375	0.1588	0.0434	29.80	2.93	25.80	53.21	4.56	0.76	10	14		
291	Sandartiges	0.5502	0.2156	0.2662	0.0188	48.38	1.23	39.19	86.39	2.25	0.16	3	4		
298	Feinstes	0.7977	0.0893	0.1130	0.0593	14.16	2.68	11.19	25.28	0.13	2.62	1	26		
298	Sandartiges	0.5229	0.1599	0.1960	0.0157	37.48	1.08	30.58	66.92	2.18	0.04	4	4		
308	Feinstes	0.5234	0.1024	0.1260	0.0353	24.07	2.43	19.56	42.98	1.24	1.84	4	14		
308	Sandartiges	0.8137	0.3065	0.3786	0.0417	46.53	1.85	37.67	83.08	2.14	0.83	3	6		
329	Feinstes	0.7650	0.1292	0.1576	0.0799	20.60	3.76	16.89	36.78	1.36	3.11	4	26		
329	Sandartiges	0.4242	0.1176	0.1354	0.0369	31.92	3.13	27.72	56.99	5.06	0.72	11	14		
347	Sandartiges	0.9655	0.1364	0.1557	0.0389	16.13	1.45	14.13	28.80	2.79	0.12	12	13		
357	Feinstes	0.5354	0.2011	0.2437	0.0381	45.52	2.56	37.56	81.28	3.44	0.92	5	8		
357	Sandartiges	0.5890	0.2280	0.2724	0.0407	46.25	2.49	38.71	82.58	4.54	0.33	7	8		