



6. (48.9) 1/6 2  
at



Library

Bought at  
A.M.N.H.  
1907





5.06 (489) 1/2  
24

DET KONGELIGE DANSKE

# VIDENSKABERNES SELSKABS SKRIFTER.

SJETTE RÆKKE.

NATURVIDENSKABELIG OG MATHEMATISK AFDELING.

---

TOLVTE BIND.

---

MED 3 TAVLER OG 1 KORT.

---

KØBENHAVN.

BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI.

1904.



# INDHOLD.

---

	Side
Fortegnelse over Selskabets Medlemmer Januar 1904 .....	V.
1. <b>Forch, Carl, Martin Knudsen</b> und <b>S. P. L. Sørensen</b> : Berichte über die Konstantenbestimmungen zur Aufstellung der hydrographischen Tabellen, gesammelt von <b>Martin Knudsen</b> .....	1.
2. The Danish Expedition to Siam. I. <b>Bergh, R.</b> : Gasteropoda opisthobranchiata. With 3 plates and a map .....	153.
3. De danske Farvandes Plankton i Aarene 1898—1901. I. Af <b>C. G. Joh. Petersen</b> . II. Af <b>Søren Jensen, A. C. Johansen</b> og <b>J. Chr. L. Leviussen</b> .....	219.
4. <b>Christensen, A.</b> Om Chinaalkaloidernes Dibromadditionsprodukter og om Forbindelser af Alkaloidernes Chlorhydrater med højere Metalchlorider .....	327.

---





**FORTEGNELSE**

**OVER**

**DET KONGELIGE DANSKE VIDENSKABERNES SELSKABS MEDLEMMER.**

---

**Januar 1904.**

Protector:  
Hans Majestæt Kongen.

---

Præsident:  
*H. P. J. Jul. Thomsen.*

---

Formand for den hist.-filos. Klasse: *J. L. Ussing.*  
Formand for den naturv.-math. Klasse: *S. M. Jørgensen.*

---

Sekretær: *H. G. Zeuthen.*  
Redaktør: *J. L. Heiberg.*  
Kasserer: *Fr. V. A. Meinert.*

---

Kasse-Kommissionen.  
*J. L. Ussing. P. E. Holm. T. N. Thiele. J. P. Gram.*

Revisorer.  
*H. F. A. Topsoe. P. C. Jul. Petersen.*

Ordbogs-Kommissionen.  
*Vilh. L. P. Thomsen. L. F. A. Wimmer.*

Kommissionen for Udgivelsen af et dansk Diplomatarium og  
Regesta diplomatica.  
*P. E. Holm. H. F. Rørdam. Joh. C. H. R. Steenstrup.*

Udvalg for den internationale Katalog over naturvidenskabelige Arbejder.  
*H. G. Zeuthen. S. M. Jørgensen. C. Christiansen.*  
*Fr. V. A. Meinert. Chr. Bohr. L. Kolderup Rosenvinge.*

Medlemmer af det staaende Udvalg for den internationale Association af Akademier.  
*H. G. Zeuthen. J. L. Heiberg.*

## Æresmedlem:

Hans kongelige Højhed Kronprins Frederik.

---

## Indenlandske Medlemmer.

*Ussing, Johan Louis*, Dr. phil., LL. D., fh. Professor i klassisk Filologi og Arkæologi ved Københavns Universitet, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand, Kommandør af St. Olafsordenen, Officer af den græske Frelserorden, Formand i Selskabets historisk-filosofiske Klasse.

*Thomsen, Hans Peter Jürgen Julius*, Dr. med. & phil., Gehejme-Konferensraad, fh. Professor i Kemi ved Københavns Universitet og Direktør for den polytekniske Lærestanstalt, Storkors af Danebrog og Danebrogsmand, dekoreret med Majestæternes Guldbryllups-Erindringstegn, Selskabets Præsident.

*Mehren, August Michael Ferdinand van*, Dr. phil., fh. Professor i semitisk-orientalsk Filologi ved Københavns Universitet, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand, Kommandør af den russiske St. Stanislausorden, Ridder af Nordstjernen.

*Holm, Peter Edvard*, Dr. phil., fh. Professor i Historie ved Københavns Universitet, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand, Kommandør af St. Olafsordenen.

*Rørdam, Holger Frederik*, Dr. phil., Sognepræst i Lyngby, Ridder af Danebrog og Danebrogsmand.

*Zeuthen, Hieronymus Georg*, Dr. phil. & math., Professor i Matematik ved Københavns Universitet og den polytekniske Lærestanstalt, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand, Ridder af Nordstjernen, Selskabets Sekretær.

*Jørgensen, Sofus Mads*, Dr. phil., Professor i Kemi ved Københavns Universitet og den polytekniske Lærestanstalt, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand, Formand i Selskabets naturvidenskabelig-mathematiske Klasse.

- Christiansen, Christian*, Professor i Fysik ved Københavns Universitet og den polytekniske Læreanstalt. Ridder af Danebrog og Danebrogsmand.
- Fausbøll, Michael Viggo*, Dr. phil., fh. Professor i indisk-orientalsk Filologi ved Københavns Universitet, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand.
- Thorkeleson, Jón*, Dr. phil., fh. Rektor ved Reykjaviks lærde Skole. Ridder af Danebrog og Danebrogsmand.
- Krabbe, Harald*, Dr. med., th. Professor i Anatomi ved den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Ridder af Danebrog og Danebrogsmand, Ridder af St. Olafsordenen.
- Thomsen, Vilhelm Ludvig Peter*, Dr. phil., Professor i sammenlignende Sprogvidenskab ved Københavns Universitet, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand, dekoreret med Fortjenstmedaillen i Guld.
- Wimmer, Ludvig Frands Adalbert*, Dr. phil., Professor i de nordiske Sprog ved Københavns Universitet, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand.
- Topsoe, Haldor Frederik Axel*, Dr. phil., Direktør for Arbejds- og Fabriktilsynet. Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand. dekoreret med Fortjenstmedaillen i Guld.
- Warming, Johannes Eugenius Bülow*, Dr. phil., Professor i Botanik ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog og Danebrogsmand, Ridder af den brasilianske Roseorden.
- Petersen, Peter Christian Julius*, Dr. phil., Professor i Matematik ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog og Danebrogsmand.
- Thiele, Thorvald Nikolai*, Dr. phil., Professor i Astronomi ved Københavns Universitet.
- Meinert, Frederik Vilhelm August*, Dr. phil., 1ste Inspektør ved Universitetets zoologiske Museum, Ridder af Danebrog, Selskabets Kasserer.
- Goss, August Herman Ferdinand Carl*, Dr. jur., Gehejme-Etatsraad, extraord. Assessor i Højesteret. Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand, dekoreret med Majestæternes Guldbryllups-Erindringsstegn. Storkors af den belgiske Leopoldsorden, Kommandør af den russiske St. Annaorden, Nordstjernen og den italienske Kroneorden.
- Rostrup, Frederik Georg Emil*, Dr. phil., Professor i Plantepathologi ved den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Ridder af Danebrog og Danebrogsmand, Ridder af Vasaordenen.
- Stenstrup, Johannes Christopher Hagemann Reinhardt*, Dr. jur. & phil., Professor Rostgardianus i nordisk Historie og Antikviteter ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog og Danebrogsmand, Ridder af Æreslegionen.

- Gertz, Martin Clarentius*, Dr. phil., Professor i klassisk Filologi ved Københavns Universitet, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand.
- Nellemann, Johannes Magnus Valdemar*, Dr. juris., kgl. Direktør i Nationalbanken, extraord. Assessor i Højesteret, Direktør ved det Classenske Fideikommis, Ridder af Elefantordenen, Storkors af Danebrog og Danebrogsmand, dekoreret med Majestæternes Guldbryllups-Erindringstegn, Storkors af Nordstjernen og den belgiske Leopoldsorden.
- Heiberg, Johan Ludvig*, Dr. phil., Professor i klassisk Filologi ved Københavns Universitet, Selskabets Redaktør.
- Høffding, Harald*, Dr. phil. & jur., Professor i Filosofi ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog.
- Kroman, Kristian Frederik Vilhelm*, Dr. phil., Professor i Filosofi ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog.
- Müller, Peter Erasmus*, Dr. phil., Kammerherre, Højjægermester, Overførster for anden Inspektion, Overinspektør for Sorø Akademis Skove, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand, dekoreret med Majestæternes Guldbryllups-Erindringstegn, Kommandør af St. Olafsordenen og af den russiske St. Annaorden, af den spanske Carl III's Orden og den græske Frelserorden.
- Bohr, Christian Harald Lauritz Peter Emil*, Dr. med., Professor i Fysiologi ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog.
- Gram, Jørgen Pedersen*, Dr. phil., Direktør ved Forsikringsselskaberne «Skjold» og «Hafnia» i København, Ridder af St. Olafsordenen.
- Paulsen, Adam Frederik Wivet*, Direktør for det danske meteorologiske Institut, Ridder af Danebrog og Danebrogsmand.
- Valentiner, Herman*, Dr. phil., Direktør for Forsikringsselskabet «Dan» i København.
- Erslev, Kristian Sofus August*, Dr. phil., Professor i Historie ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog.
- Fridericia, Julius Albert*, Dr. phil., Professor i Historie ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog.
- Christensen, Odin Tidemand*, Dr. phil., Professor i Kemi ved den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Ridder af Danebrog og St. Olafsordenen.
- Hansen, Emil Christian*, Dr. phil., Professor, Forstander for Carlsberg-Laboratoriets fysiologiske Afdeling, Ridder af Danebrog, Ridder af St. Olafsordenen og den italienske Kroneorden.

- Boas, Johan Erik Vesti*, Dr. phil., Professor i Zoologi ved den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.
- Petersen, Otto Georg*, Dr. phil., Professor i Botanik ved den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.
- Prytz, Peter Kristian*, Professor i Fysik ved den polytekniske Læreanstalt, Ridder af Danebrog.
- Salomonsen, Carl Julius*, Dr. med., Professor i Pathologi ved Københavns Universitet, Direktør for Statens Serum-Institut. Ridder af Danebrog og Danebrogsmand. Kommandør af den preussiske Kroneorden, Ridder af Nordstjernen og af St. Olafsordenen.
- Sørensen, William*, Dr. phil., Privatlærer.
- Møller, Hermann*, Dr. phil., Professor i germansk Filologi ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog.
- Pechüle, Carl Frederik*, Observator ved Universitetets astronomiske Observatorium. Ridder af den russiske St. Annaorden.
- Zachariae, Georg Karl Christian v.*, Generaløjtnant og kommanderende General i første Generalkommandodistrikt, Direktør for Gradmaalingen, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand, Ridder af den preussiske Røde Ørns Orden, Kommandør af den Bayerske militære Fortjenesteorden og af Æreslegionen.
- Jónsson, Finnur*, Dr. phil., Professor extraordinarius i nordisk Filologi ved Københavns Universitet.
- Müller, Sophus Otto*, Dr. phil., Direktør for Nationalmuseets første Afdeling. Ridder af Danebrog og Danebrogsmand, Ridder af Æreslegionen.
- Bergh, Rudolph Sophus*, Dr. phil., fh. Docent i Histologi ved Københavns Universitet.
- Johannsen, Wilhelm Ludvig*, Professor i Plantefysiologi ved den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole ved København.
- Jespersen, Jens Otto Harry*, Dr. phil., Professor i engelsk Sprog og Litteratur ved Københavns Universitet. Ridder af Danebrog.
- Nyrop, Kristoffer*, Dr. phil., Professor i romansk Sprog og Litteratur ved Københavns Universitet. Ridder af Danebrog, Officier de l'instruction publique, Ridder af den italienske Kroneorden og af Æreslegionen, dekoreret med rumænsk Fortjenstmedaille i Guld.
- Bang, Bernhard Laurits Frederik*, Dr. med., Veterinærfysikus, Professor i Veterinær-Lægevidenskab ved den kgl. Veterinær og Landbohøjskole ved København, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand, Kommandør af Nordstjernen, Kommandør af St. Olafsordenen.

- Juel, Christian Sophus*, Dr. phil., konst. Lærer i Mathematik ved den polytekniske Læreanstalt i København.
- Buhl, Frantz Peter William*, Dr. theol. & phil., Professor i semitisk-orientalsk Filologi ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog, af Nordstjernen og af Kongeriget Sachsens Civil Fortjeneste Orden.
- Kålund, Peter Erasmus Kristian*, Dr. phil., Bibliotekar ved den Arnemagnæanske Haandskriftsamling paa Universitetsbiblioteket i København.
- Petersen, Christian Ulrik Emil*, Dr. phil., Professor i Kemi ved Københavns Universitet.
- Rosenvinge, Janus Laurits Kolderup*, Dr. phil., Docent i Botanik ved Københavns Universitet.
- Troels-Lund, Frederik*, Dr. phil., Professor, Ordens-Historiograf, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand, Ridder af den græske Frelserorden.
- Dreyer, Johan Ludvig Emil*, Dr. phil., Director of the Armagh Observatory, Irland, Ridder af Danebrog.
- Jungersen, Hector Frederik Estrup*, Dr. phil., Professor i Zoologi ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog.
- Levinsen, Georg Marius Reinald*, Inspektor ved det zoologiske Museum i København.
- Lehmann, Alfred Georg Ludvig*, Dr. phil., Docent i experimental Psykologi ved Københavns Universitet.
- Rubin, Marcus*, Generaltolddirektor, konstitueret Chef for Skattevæsenet, Historiker, Ridder af Danebrog og Danebrogsmand, Kommandør af den russiske St. Stanilausorden.
- Raunkjær, Christen*, Mag. sc., Assistent ved Københavns Universitets planteanatomiske Laboratorium.
- Steenstrup, Knud Johannes Vogelius*, Dr. phil., Geolog, Ridder af Danebrog.
- Drachmann, Anders Bjørn*, Dr. phil., Docent i klassisk Filologi ved Københavns Universitet.
- Hude, Karl*, Dr. phil., Rektor ved Frederiksborg lærde Skole.
- Christensen, Anders Christian*, Professor i Kemi ved den farmaceutiske Læreanstalt i København.
- Henriques, Valdemar*, Dr. med., Professor i Dyrefysiologi ved den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.
- Jensen, Carl Oluf*, Professor i almindelig Pathologi og pathologisk Anatomi ved den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.
- Ussing, Niels Viggo*, Dr. phil., Professor i Mineralogi ved Københavns Universitet.

## Udenlandske Medlemmer.

- Styffe, Carl Gustaf*, Dr. phil., fh. Bibliothekar ved Universitetsbibliotheket i Upsala.
- Hooker, Sir Joseph Dalton*, M. D., D. C. L., LL. D., fh. Direktør for den Kongelige Botaniske Have i Kew, The Camp, Sunningdale, Berkshire.
- Böhtlingk, Otto*, Dr. phil., kejserlig russisk virkelig Gehejmeraad, Medlem af det Kejs. Videnskaberne's Akademi i St. Petersburg, i Leipzig.
- Bugge, Elseus Sophus*, Dr. phil., LL. D., Professor i sammenlignende indoeuropæisk Sprogforskning og Oldnorsk ved Universitetet i Kristiania.
- Lord *Avebury, John Lubbock*, D. C. L., LL. D., Vicekansler for Universitetet i London, High Elms Down, Kent.
- Huggins, Sir William*, K. C. B., D. C. L., LL. D., fysisk Astronom, Præsident for Royal Society i London.
- Salmon, Rev. George*, D. D., D. C. L., LL. D., Provost of Trinity-College i Dublin.
- Delisle, Léopold-Victor*, Medlem af det franske Institut, Direktør for Bibliothèque Nationale i Paris, Kommandør af Dannebrog.
- Struve, Otto Wilhelm*, Dr. phil., fhv. Direktør for Observatoriet i Pulkova, Karlsruhe.
- Lord *Kelvin, William Thomson*, Dr. med., D. C. L., LL. D., fh. Professor i Fysik ved Universitetet i Glasgow.
- Malmström, Carl Gustaf*, Dr. phil., fh. kgl. svensk Rigsarkivar, Stockholm.
- Cleve, Per Theodor*, Dr. phil., LL. D., Professor i Kemi ved Universitetet i Upsala, Ridder af Dannebrog.
- Berthelot, Pierre-Eugène-Marcellin*, Senator, Medlem af det franske Akademi, livsvarig Sekretær ved Académie des Sciences, fh. Professor i Kemi ved Collège de France i Paris.
- Retzius, Magnus Gustav*, Dr. med. & phil., fh. Professor i Histologi ved det Karolinske mediko-kirurgiske Institut i Stockholm.



- Boissier, M.-L.-Gaston*, livsvarig Sekretær ved det franske Akademi, Professor i latinsk Poesi ved Collège de France, Paris.
- Conze, Alexander Christian Leopold*, Dr. phil., Generalsekretær ved Direktionen for det tyske arkæologiske Institut, Berlin.
- Areschoug, Frederik Vilhelm Christian*, Dr. phil., fh. Professor i Botanik ved Universitetet og Direktør for den botaniske Have i Lund.
- Kölliker, Albert von*, Dr. med., Professor i Anatomi ved Universitetet i Würzburg.
- Leydig, Franz von*, Dr. med., fh. Professor i Zoologi ved Universitetet i Bonn, Würzburg.
- Odhner, Clas Teodor*, Dr. phil., fh. kgl. svensk Rigsarkivar, Stockholm.
- Heinzel, Richard*, Dr. phil., Professor i germansk Filologi ved Universitetet i Wien.
- Meyer, Marie-Paul-Hyacinthe*, Medlem af det franske Institut, Direktør for École des Chartes, Professor i sydeuropæiske Sprog og Litteraturer ved Collège de France, Paris.
- Sievers, Eduard*, Dr. phil., Professor i germansk Filologi ved Universitetet i Leipzig.
- Wundt, Wilhelm*, Dr. phil., Professor i Filosofi ved Universitetet i Leipzig.
- Zeller, Eduard*, Dr. phil., fh. Professor i Filosofi ved Universitetet i Berlin.
- Leffler, Gösta Mittag-*, Dr. phil., Professor i Matematik ved Højskolen i Stockholm, Kommandør af Danebrog.
- Lilljeborg, Vilhelm*, Dr. med. & phil., fh. Professor i Zoologi ved Universitetet i Upsala.
- Nathorst, Alfred Gabriel*, Dr. phil., Professor, Intendant ved Riksmuseets botanisk-palæontologiske Afdeling i Stockholm.
- Mendeleef, Dimitrij J.*, Dr., Professor i Kemi ved Universitetet i St. Petersburg.
- Darboux, Gaston*, livsvarig Sekretær ved Académie des Sciences, Dekan og Professor i Matematik ved Faculté des sciences i Paris.
- Sars, Georg Ossian*, Professor i Zoologi ved Universitetet i Kristiania.
- Agassiz, Alexander*, Professor, Curator ved the Museum of Comparative Zoölogy, Harvard College, Cambridge, Mass.
- Tieghem, Philippe van*, Medlem af det franske Institut, Professor i Botanik ved Muséum d'histoire naturelle i Paris.
- Ascoli, Graziadio Isaia*, Senator, Professor i sammenlignende Sprogvidenskab ved det kongelige Institut i Milano.
- Bücheler, Franz*, Dr. phil., Professor i klassisk Filologi ved Universitetet i Bonn.
- d'Ancona, Alessandro*, Professor i italiensk Litteratur ved Universitetet i Pisa.

- Aufrecht, Theodor*, Dr. phil., fh. Professor i indisk Sprog og Litteratur ved Universitetet i Bonn.
- Benndorf, Otto*, Dr. phil., Professor ved Universitetet og Direktør for det k. k. østerrigske arkæologiske Institut i Wien.
- Bréal, Michel-Jules-Alfred*, Medlem af det franske Institut, Professor i sammenlignende Sprogvidenskab ved Collège de France, Paris.
- Brefeld, Oscar*, Dr. phil., Professor i Botanik, Direktør for det botaniske Institut i Breslau.
- Tegnér, Esaias Henrik Vilhelm*, Dr. phil. & theol., Professor i østerlandske Sprog ved Universitetet i Lund.
- Brøgger, Valdemar Christoffer*, Professor i Mineralogi og Geologi ved Universitetet i Kristiania, Ridder af Dannebrog.
- Hammarsten, Olof*, Dr. med. & phil., Professor i medicinsk og fysiologisk Kemi ved Universitetet i Upsala.
- Klein, Felix*, Dr. phil., Professor i Matematik ved Universitetet i Göttingen.
- Schwartz, Carl Hermann Amandus*, Dr. phil., Professor i Matematik ved Universitetet i Berlin.
- Storm, Johan Frederik Breda*, LL.D., Professor i romansk og engelsk Filologi ved Universitetet i Kristiania.
- Comparetti, Domenico*, fhv. Professor i Græsk, Firenze.
- Sorel, Albert*, Medlem af det franske Akademi, Professor ved l'École des Sciences politiques i Paris.
- Boltzmann, Ludvig*, Dr. phil., Professor i Fysik ved Universitetet i München.
- His, Wilhelm*, Dr. med., Professor i Anatomi ved Universitetet i Leipzig.
- Schwendener, Simon*, Dr. phil., Professor i Botanik ved Universitetet i Berlin.
- Söderwall, Knut Frederik*, Dr. phil., Professor i nordiske Sprog ved Universitetet i Lund.
- Dörpfeld, Wilhelm*, Professor, Dr. phil., første Sekretær ved det tyske arkæologiske Institut i Athen.
- Goeje, Michael Johan de*, Dr. phil., Professor i de østerlandske Sprog ved Universitetet i Leiden.
- Pfeffer, Wilhelm*, Dr. phil., Professor i Botanik ved Universitetet i Leipzig.
- Sickel, Theodor v.*, Dr. phil., Direktør for Istituto Austriaco di studi storici i Rom.
- Fries, Theodor Magnus*, Dr. phil., fh. Professor i Botanik ved Universitetet og Direktør for dets botaniske Have i Upsala.

- Wittrock, Veit Brecher*, Dr. phil., Professor Bergianus og Intendant ved Rigmuseet i Stockholm.
- Bäcklund, Albert Victor*, Dr. phil., Professor i Fysik ved Universitetet i Lund.
- Hittorf, Wilhelm*, Dr. phil., Professor i Fysik ved Universitetet i Münster.
- Lord *Rayleigh, John William Strutt*, Dr. phil., D. C. L., Professor i Fysik ved Royal Institution, London.
- Wilamowitz-Moellendorff, Ulrich von*, Dr. phil., Professor i klassisk Filologi ved Universitetet i Berlin.
- Collett, Robert*, Professor i Zoologi ved Universitetet i Kristiania.
- Dunér, Nils Christoffer*, Dr. phil., Professor i Astronomi ved Universitetet i Upsala.
- Schmoller, Gustav*, Dr. phil., Historiker, Professor i Statsvidenskaberne ved Universitetet i Berlin.
- Hertwig, Oscar*, Dr. med., Professor i sammenlignende Anatomi og Direktør for det 2det anatomisk-biologiske Institut ved Universitetet i Berlin.
- Moissan, Henri*, Medlem af det franske Institut, Professor ved l'Ecole de Pharmacie i Paris.
- Strasburger, Eduard*, Dr. phil., Professor i Botanik ved Universitetet i Bonn.
- Fouillée, Alfred*, Medlem af det franske Institut, fh. Professor i Filosofi, Frankrig.
- Dastre, Albert-Jules-Frank*, Professor i Fysiologi ved la Faculté des Sciences, Paris.
- Picard, Charles-Émile*, Medlem af det franske Institut, Professor i Matematik ved la Faculté des Sciences, Paris.
- Poincaré, Henri*, Medlem af det franske Institut, Professor i Matematik ved la Faculté des Sciences, Paris.
- Beneden, Édouard van*, Professor i Zoologi ved Universitetet i Liège.
- Dohrn, Anton*, Dr. phil., Direktør for den zoologiske Station i Neapel.
- Ehrlich, Paul*, Dr. med., Direktør for det kgl. preussiske Institut for experimentel Therapi i Frankfurt a. M., Kommandør af Danebrog.
- Engelmann, Theodor Wilhelm*, Dr. phil., Professor i Fysiologi ved Universitetet og Direktør for det fysiologiske Institut i Berlin.
- Flemming, Walther*, Dr. med., Professor i Anatomi ved Universitetet i Kiel.
- Helmert, Friedrich Robert*, Dr. phil., Professor ved Universitetet i Berlin, Direktør for det geodætiske Institut og den internationale Gradmaalings Bureau i Potsdam, Kommandør af Danebrog.
- Henry, Louis*, Professor i Kemi ved Universitetet i Louvain.
- Treub, Melchior*, Dr. phil., Bestyrer af den botaniske Have i Buitenzorg ved Batavia.

- Usener, Hermann*, Dr. phil., fh. Professor i klassisk Filologi ved Universitetet i Bonn.
- Vries, Hugo de*. Dr. phil., Professor i Botanik ved Universitetet i Amsterdam.
- Pettersson, Otto*, Dr. phil.. Professor i Kemi ved Stockholms Højskole.
- Bragmann, Friedrich Karl*, Dr. phil.. Professor i indo-germansk Filologi ved Universitetet i Leipzig.
- Engler, Adolph*, Dr. phil., Professor i Botanik ved Universitetet i Berlin.
- Goebel, Karl*, Dr. phil., Professor i Botanik ved Universitetet i München.
- Hoff, Jacob Heinrich van't*, Dr. phil.. Professor i Kemi ved Universitetet i Berlin.
- Ramsay, Sir William*, Professor i Kemi ved University College i London.
- Tannery, Paul*, Direktør for den franske Stats Tobaksfabriker i Pantin.
- Hasselberg, Klas Bernhard*, Professor. Fysiker ved Vetenskapsakademien i Stockholm.
- Diels, Hermann*, Dr. phil., Professor i klassisk Filologi ved Universitetet i Berlin.
- Gomperz, Theodor*. Dr. phil.. fh. Professor i klassisk Filologi ved Universitetet i Wien.
- Michaelis, Adolph*, Professor i klassisk Arkæologi ved Universitetet i Strassburg.
- Mohn, H.*, Professor i Meteorologi ved Universitetet i Kristiania.
- Pavlov, Ivan Petrovitch*. Professor i Fysiologi ved det kejserlige militærmedicinske Akademi i St. Petersburg.
- Rhys Davids, T. W.*, Professor i Pali og buddhistisk Litteratur ved University College i London.
- Sanderson, Sir John Burdon*, Professor i Fysiologi ved Universitetet i Oxford.
- Sweet, Henry*, Dr. phil., Oxford.
- Arrhenius, Svante*, Dr. phil.. Professor i Fysik ved Højskolen i Stockholm.
- Ångström, Knut Johan*, Dr. phil., Professor i Fysik ved Universitetet i Upsala.
- Kock, Axel*, Dr. phil.. fh. Professor i nordiske Sprog ved Højskolen i Göteborg, Lund.
- Noreen, Adolf Gotthardt*, Dr. phil.. Professor i de nordiske Sprog ved Universitetet i Upsala.
- Torp, Alf*, Dr. phil.. Professor i Sanskrit og sammenlignende Sprogvidenskab ved Universitetet i Kristiania.
- James, William*, Professor i Filosofi ved Harvard University, Cambridge, Mass.
-

N. Y. Ad

1902

# Berichte

über die

# Konstantenbestimmungen zur Aufstellung der hydrographischen Tabellen

von

Carl Forch, Martin Knudsen und S. P. L. Sørensen.

Gesammelt von

Martin Knudsen.

---

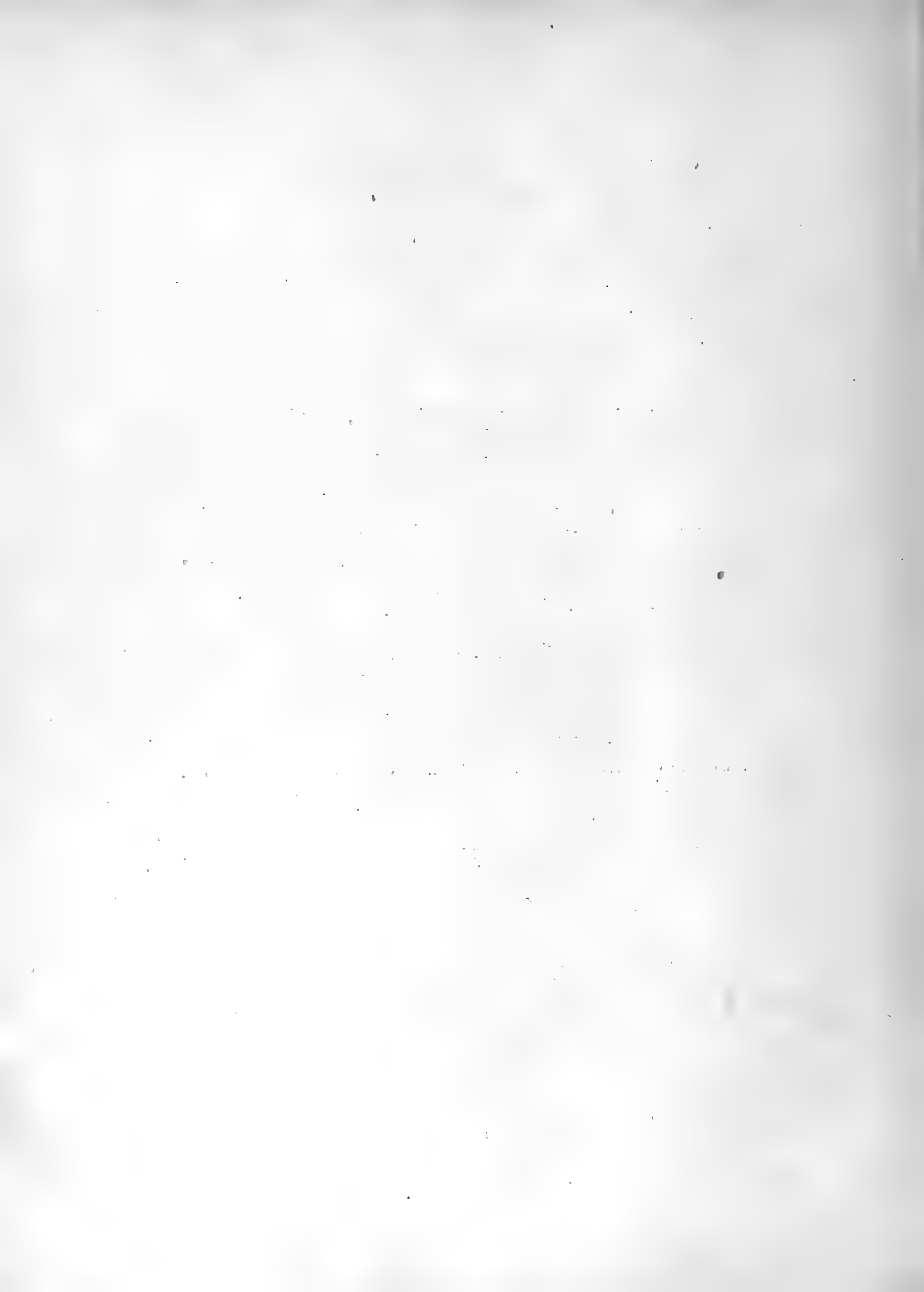
D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, 6. Række, naturvidensk. og mathem. Afd. XII. 1.



København.

Bianco Lunos Bogtrykkeri.

1902.



# Inhalt.

---

	Seite
Einleitung.....	5.
I. Einsammeln und Aufbewahren der Wasserproben. Von MARTIN KNUDSEN .....	15.
II. Bestimmung des spezifischen Gewichtes. Von MARTIN KNUDSEN.....	29.
III. Chlor- und Salzbestimmung. Von S. P. L. SØRENSEN .....	93.
IV. Volumausdehnung des Seewassers. Von CARL FORCH .....	139.

---





## Einleitung.

---

Die hydrographischen Konstantenbestimmungen, über die hier berichtet werden soll, wurden durch eine Resolution veranlasst, die auf der 1899 in Stockholm abgehaltenen Konferenz für internationale Meeresuntersuchungen gefasst wurde. Die Resolution lautet<sup>1)</sup>:

Die Beziehungen zwischen Halogengehalt und Dichtigkeit des Seewassers sollen alsbald durch sorgsamste experimentelle Prüfung der von KNUDSEN (Ingolfexpedition Bd. II, 37) berechneten Tafeln bestimmt werden. Ebenso dringend nötig ist die Revision der von MAKAROFF, KRÜMMEL u. A. gegebenen Tafeln zur Reduktion des spezifischen Gewichts und eine definitive Feststellung des Verhältnisses zwischen Dichtigkeit und Salzgehalt.

Es wird vorgeschlagen die Revision der betreffenden Tafeln in der technischen Hochschule zu Kopenhagen ausführen zu lassen, die Überwachung der Arbeiten einer Kommission, bestehend aus den Herren SIR JOHN MURRAY, KNUDSEN, PETERSSON, NANSEN, KRÜMMEL, H. N. DICKSON, MAKAROFF, zu übertragen, und die hierfür erforderlichen Geldmittel von den Akademien der Wissenschaften und anderen gelehrten Gesellschaften der beteiligten Staaten zu erbitten.

Die von der Stockholmer Konferenz bestellte Kommission übertrug mir die Leitung der mit der Revision verbundenen Arbeiten und beauftragte mich einen Entwurf zur Ausführung derselben vorzulegen. Ich arbeitete dann nachstehenden Vorschlag aus, der im October 1899 den Mitgliedern der Kommission zugeschickt wurde.

---

<sup>1)</sup> Conférence internationale pour l'Exploration de la mer, réunie à Stockholm 1899. Pag. 16. F.

Vorschlag zu der experimentellen Revision der Tabellen, die das Verhältnis zwischen dem spezifischen Gewichte, der Dichtigkeit, der Halogenmenge und dem Salzgehalt des Meerwassers angeben.

Die Bestimmung der obengenannten 4 Grössen wird an einer Reihe von natürlichen Meerwasserproben mit den Salzgehalten 39, 38, 37, 36, 35, 34, 33, 32, 30, 26, 22, 18, 14, 10, 7,5, 5, 3 ‰, an wenigen Proben von Polarwasser, z. B. 34 ‰ aus dem Ostisländischen Polarstrome, und endlich an wenigen Proben, welche durch Verdünnung des Meerwassers mit destillirtem Wasser hergestellt werden, unternommen. Die Proben hohen Salzgehalts werden aus dem Roten Meere, dem Indischen Meere, dem Mittelmeere und dem Atlantischen Meere beschafft, alle übrigen Proben aus verschiedenen Tiefen derjenigen Meere, welche Skandinavien umgeben, da die hydrographischen Veränderungen in diesen Meeren von so grosser Bedeutung sind.

Sobald die Proben geschöpft sind, werden sie durch ausgewaschenes Filtrirpapier in Flaschen filtrirt, die sich nicht von Meerwasser angreifen lassen. Um dies thun zu können und um durch Aräometermessungen sich eine passende Wahl von Proben zu sichern, dürfen diese nur von Leuten geschöpft werden, die an eine solche Arbeit gewöhnt sind. Für jede Wasserprobe wird eine Planktonprobe genommen, die näheren Umstände, z. B. die geographische Länge und Breite, die Temperatur des Wassers und der Luft, die Richtung und Stärke des Windes und der See und endlich der Zustand des Wetters werden notirt.

#### Die Ausführung der Messungen und Analysen.

**Das spez. Gewicht** wird durch einfaches Wägen mittels einer Art Sprengel'schen Pyknometers bestimmt, bei dem besondere Vorrichtung getroffen ist, um das Verdampfen zu verhindern, während das Pyknometer im Wasserbade steht oder auf der Wage angebracht ist. Für jede Wasserprobe wird das spez. Gewicht bei 0° und bei einer Temperatur von etwa 17°,5 bestimmt. Alle Temperaturbestimmungen werden auf das Wasserstoffthermometer reduziert.

**Die thermische Ausdehnung** wird durch Wägung eines ins Meerwasser gesenkten Metallkörpers oder möglicherweise durch die Anwendung eines Dilatometers bestimmt. Wie die Ausdehnung auch bestimmt wird, müssen die genauesten Bestimmungen der Ausdehnung des destillirten Wassers derselben zu Grunde gelegt werden, und es muss Sorge dafür getragen werden, dass die Temperatur von  $\div 3^{\circ}$  bis  $\div 35^{\circ}$  variirt werden kann. In dem Raume, in welchem das spez. Gewicht und die thermische Ausdehnung bestimmt werden, ist die Temperatur automatisch konstant nahe bei 17°,5 zu halten. Spezielle automatisch wirkende Apparate werden, in Verbindung mit Dewarschen

Gefäßen, bei der Bestimmung der thermischen Ausdehnung verwendet, um die Temperatur der Bäder konstant zu halten, wenn die Temperatur den gewünschten Wert erreicht hat.

**Die Halogenmenge** wird durch gewöhnliche Gewichtsanalyse bestimmt.

**Der totale Salzgehalt** wird so direkt wie möglich bestimmt, dadurch dass man eine gewogene Wassermenge unter Zusatz reiner Salzsäure abdampft, dann glüht und wägt und endlich die notwendigen Korrekturen hinzufügt, indem die totale Salzmenge als die Menge gelöster, fester Bestandteile des Meerwassers definiert wird.

Alle Wägungen werden auf den luftleeren Raum reduziert.

#### Beihilfe und Apparate.

Zur Ausführung der obengenannten Untersuchungen wird ausser meiner eigenen Arbeit auch diejenige 4 völlig ausgebildeter Assistenten in ca. einem halben Jahre erforderlich sein, 2 Assistenten an der physikalischen und 2 an der chemischen Arbeit. Es wird notwendig sein, eine besonders feine Wage für die Pyknometerbestimmungen, eine feine Wage für hydrostatische Wägungen, Thermometer, Thermoregulatoren etc. anzuschaffen. Andere notwendige Apparate werde ich aus den physikalischen Sammlungen der Universität und der polytechnischen Hochschule leihweise bekommen können.

Auf Grundlage der Messungen und der Analysen werden Tafeln gezeichnet und Tabellen berechnet mit verschiedenen Argumenten, so dass die bei praktisch hydrographischen Arbeiten vorkommenden Reduktionen ohne Rechnen ausgeführt werden können. Tafeln und Tabellen werden in einer Auflage von 1000 Exemplaren, 500 mit deutschem und 500 mit englischem Texte, gedruckt und sollen vor dem 1sten Mai 1901 fertig vorliegen.

#### Kosten:

Einsammeln von Wasserproben .....	Mark	500
Wagen, Thermometer, Thermoregulatoren u. s. w. ....	"	2200
Chemikalien und Materialien .....	"	600
Beihilfe .....	"	3400
Honorar für den Laborantiendiener .....	"	100
Berechner .....	"	400
Schreiber und Übersetzer .....	"	400
Druck der Tabellen und Tafeln .....	"	2400

im Ganzen... Mark 10000

Die Wagen und Thermometer gehen später ins zentrale Laboratorium über.

Polytechnische Hochschule zu Kopenhagen, d. 14. October 1899.

(gez.) *Martin Knudsen.*

Diesem Vorschlage stimmten alle Mitglieder der Kommission bei, nur hoben mehrere derselben hervor, dass die Anzahl der Wasserproben zu beschränken sei, dass aber die vorzunehmenden Bestimmungen mit um so grösserer Sorgfalt ausgeführt werden müssten. Von deutscher Seite wurde die Forderung gestellt, dass ein deutscher Gelehrter an der Arbeit teilnehmen und dieser dafür die tausend Mark betragende Hälfte des deutschen Beitrags als Honorar erhalten sollte, während ich über die andere Hälfte nach Belieben verfügen durfte.

Zur Bestreitung der mit den Arbeiten verbundenen Ausgaben habe ich bis jetzt folgende Beiträge erhalten:

Am 16. Januar 1900 von dem Carlsberg Fond (Dänemark) .....	Kr. 900·00
— 20. — 1900 von British Association for the Advancement of Science (Great Britain) .....	— 1827·17
— 20. Februar 1900 von dem russischen Ministerium des Inneren ...	— 1910·04
— 14. März 1900 vom deutschen Reichsamt des Inneren durch Herrn Professor KRÜMMEL .....	— 1781·00
— 4. Juli 1900 aus Norwegen durch Herrn Professor NANSEN .....	— 1016·00
— 8. Juli 1900 von der Vetenskapsakademie, Stockholm .....	— 450·00
— 8. Juni 1901 von der Kgl. Vetenskaps- och Vitterhetssamhället, Göteborg .....	— 449·55
	Summa...Kr. 8333·76

Die gesamten Untersuchungskosten betragen Kr. 19288·66; das Defizit von Kr. 10954·90 wurde einstweilen aus dem Carlsberg Fond gedeckt.

Die Ausdehnungsbestimmungen wurden dem deutschen Mitarbeiter, Dr. CARL FORCH, übertragen. Nachdem ich einzelne Vorarbeiten gemacht und die für diese Bestimmungen notwendigsten Apparate angeschafft hatte, traf Anfang März 1900 Dr. FORCH ein, vollführte die Vorarbeiten und begann die eigentlichen Bestimmungen, die bis Anfang Mai desselben Jahres fortgesetzt wurden. Da wegen der Verdampfung des Wassers während des Versuches die angewandte Methode mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft war, musste Dr. Forch die Vorarbeiten längere Zeit fortsetzen, sodass die eigentlichen Bestimmungen vor seiner Abreise nicht beendet werden konnten. Im Laufe von September 1900, zu welcher Zeit Dr. FORCH sich in Kopenhagen wieder aufhielt, führte er dann die rückständigen Bestimmungen aus. Im ganzen wurden 14 Wasserproben untersucht, indem das spez. Gew. bei 7 verschiedenen Temperaturen bestimmt wurde und zwar nahe bei 0°, 5°, 10°, 15°, 20°, 25° und 30°. Für jede einzelne dieser 14 Wasserproben berechnete darauf Dr. FORCH nach der Methode der kleinsten Quadrate das Volum als eine Funktion dritten

Grades der Temperatur. Bezüglich der hierher gehörenden Einzelheiten verweise ich auf Dr. FORCH's Abhandlung im vorliegenden Berichte.

Im August 1899 richtete ich an Dr. S. P. L. SÖRENSEN (z. Zt. Vorsteher der chemischen Abteilung des Carlsberg Laboratoriums) die Anfrage, ob er die mit den Konstantenbestimmungen verbundenen chemischen Arbeiten unter eventueller Beihilfe ausführen wolle. Dr. SÖRENSEN erbot sich hierzu und arbeitete einen Entwurf zur Ausführung der Arbeit aus, welcher im grossen Ganzen befolgt wurde. Im September 1899 wurde Cand. BJÖRN-ANDERSEN zu den chemischen Untersuchungen und Messungen herangezogen, derselbe war bis März 1901 ausschliesslich damit beschäftigt. Den grössten Teil der zur Ausführung der chemischen Bestimmungen verfügbaren Zeit nahmen die Vorarbeiten in Anspruch, weil sich sehr oft unerwartete Schwierigkeiten ergaben. Nachdem die Methoden ausgearbeitet waren, stellte sich heraus, dass jede einzelne Chlorbestimmung so viel Zeit in Anspruch nahm, dass Dr. SÖRENSEN mit Cand. BJÖRN-ANDERSEN allein diese für die Wasserproben, deren spezifische Gewichte inzwischen ermittelt worden waren, unmöglich durchführen konnte. Dr. SÖRENSEN arbeitete deshalb eine schnellere wenn auch nicht so genaue Methode aus, nach welcher Cand. A. WÖHLK die Chlormenge der noch nicht untersuchten Wasserproben bestimmte.

Die Bestimmung des totalen Salzgehaltes sowie die Vorarbeiten hierzu wurden von Dr. SÖRENSEN ohne weitere Beihilfe als die, welche er bei den zur Salzbestimmung gehörigen Chlorbestimmungen gehabt hat, durchgeführt, während die Herren H. J. HANSEN und H. GOLDMANN die zu den Bestimmungen der Chlormenge und des totalen Salzgehaltes erforderlichen Berechnungen ausführten. Bezüglich der die Messungen selbst sowie die Vorarbeiten betreffenden Einzelheiten verweise ich auf die Abhandlung Dr. SÖRENSENS in diesem Bericht.

Gleich nach Schluss der Stockholmer Konferenz im Juni 1899 begann ich mit dem Einsammeln der zu den Untersuchungen zu benutzenden Wasserproben und bestellte die für die Bestimmungen des spez. Gew. notwendigsten Apparate. Die Vorarbeiten hierzu, wobei mir Cand. J. P. JACOBSEN behilflich war, begann ich im Juli 1899 und setzte sie bis Juli 1900 fast ununterbrochen fort, bis zu welchem Zeitpunkt die Methode endgültig ausgearbeitet war. Von Ende Februar bis Juli 1900 assistirten mir bei den mit den Vorarbeiten verbundenen Messungen der Norweger Herr HELLAND-HANSEN sowie die Herren H. J. HANSEN und J. N. NIELSEN. Herr HELLAND-HANSEN verliess indessen bald Kopenhagen, um an der norwegischen hydrographischen Arbeit teilzunehmen. Im Juli 1900 wurde mit den endgültigen Bestimmungen des spez. Gew. begonnen, bei denen die Herren J. P. JACOBSEN, H. J. HANSEN und J. N. NIELSEN mir behilflich waren; diese Arbeit wurde Ende Dezember 1900 abgeschlossen. Die mit den Untersuchungen verbundenen Luftanalysen führten Herr J. N. NIELSEN und Fräulein B. TROLLE aus, während die Berechnungen für die Tabellen, die

Anfang Januar 1901 begonnen wurden, von mir selbst mit den Herren J. P. JACOBSEN, H. J. HANSEN, J. N. NIELSEN, M. RASMUSSEN und S. THOMSEN übernommen wurden. Ausserdem hatte Dr. FORCH eine Berechnung der Ausdehnung des Meerwassers als Funktion der Temperatur angestellt: diese Berechnung wurde aber auf seinen eigenen Wunsch nur als Vorarbeit und Hilfsmittel bei der endgiltigen Berechnung verwendet. Bezüglich der näheren Einzelheiten bei dem Einsammeln der Wasserproben und den Bestimmungen des spez. Gew. verweise ich auf meine Abhandlung im vorliegenden Berichte.

Eine Arbeit, die sich an die Konstantenbestimmungen anschliesst, und die zunächst unter die Vorarbeiten zu rechnen ist, wurde erst nach Berechnung der Tabellen von Cand. J. P. JACOBSEN ausgeführt, nämlich die Bestimmung der durch die Luftabsorption hervorgerufenen Volumänderung des Meerwassers. Die Drucklegung dieser Arbeit wird später erfolgen.

Der Bericht über die Berechnung der Tabellen aus den gewonnenen Ergebnissen wird von der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel herausgegeben.

Die mit den Konstantenbestimmungen und den hydrographischen Tabellen verbundenen Arbeiten sind in der polytechnischen Lehranstalt zu Kopenhagen ausgeführt worden. Einige der physikalischen Untersuchungen wurden in dem mir zur Verfügung stehenden Zimmer angestellt. Da dieses indessen bei weitem nicht ausreichte, wandte ich mich an Herrn Professor C. CHRISTIANSEN mit der Bitte um Gewährung eines Arbeitsraumes, und dieser stellte mir dann auch bereitwilligst und unter grosser persönlicher Einschränkung zwei andere Zimmer zur Disposition. Das eine derselben, ein grosser Raum, wurde für die sp. Gewichts- und Ausdehnungsbestimmungen, das andere, ein kleiner dunkler Raum, für die in der Dunkelheit oder bei rotem Licht auszuführenden chemischen Arbeiten eingerichtet. Die übrigen chemischen Arbeiten wurden in dem chemischen Laboratorium der polytechnischen Lehranstalt ausgeführt, woselbst Herr Professor S. M. JØRGENSEN in liebenswürdigster Weise ein Lokal zur Verfügung stellte und gleichzeitig erlaubte, auch die anderen Laboratoriumsräume zu benutzen trotz der bedeutenden Störung, die solche umfassende Untersuchungen für andere Arbeiten selbstverständlich mit sich führen mussten.

Ende April 1901 waren die Tabellen fertig gedruckt und wurden dann im Mai desselben Jahres der zweiten Konferenz für internationale Meeresuntersuchungen in Christiania vorgelegt und von derselben durch folgende Resolution zum künftigen Gebrauch autorisirt<sup>1)</sup>:

<sup>1)</sup> 2. Conférence internationale pour l'Exploration de la mer réunie à Kristiania 1901. Première partie pag. 4 § 6.

Zur ersten Orientirung über den vorhandenen Salzgehalt können rasch arbeitende Instrumente an Bord benutzt werden, während die genauere Bestimmung des Salzgehaltes und der Dichtigkeit der Wasserproben später an Land in besonders dafür eingerichteten Laboratorien erfolgt. Für die Beziehungen zwischen Salzgehalt, Dichtigkeit und Chlormenge sind die hydrographischen Tabellen von Dr. Martin Knudsen massgebend, und der Salzgehalt ist mit Hilfe dieser Tabellen aus den Bestimmungen des Chlorgehaltes oder des spezifischen Gewichts zu berechnen.

Über die allgemeinen hydrographischen Ergebnisse, die sich aus den ausgeführten Berechnungen ziehen lassen, sollen an dieser Stelle einige Bemerkungen angeführt werden.

Im grossen Ganzen schwankt das Verhältnis zwischen den verschiedenen im Meerwasser enthaltenen Salzen unbedeutend, was schon aus den Untersuchungen von FORCHHAMMER hervorging. Hieraus folgt, dass die totale Salzmenge sich aus der Chlormenge oder der Dichtigkeit durch Multiplikation mit Konstanten, dem sogenannten Chlorkoeffizienten und Dichtigkeitskoeffizienten, ermitteln lässt. Hierbei wird jedoch nur ein angenäherter Wert für die Salzmenge gefunden; denn man braucht nicht die Analysen mit besonderer Genauigkeit auszuführen, um mit Sicherheit nachzuweisen, dass der Chlor- und der Dichtigkeitskoeffizient keine Konstanten, sondern von der Konzentration der Wasserprobe abhängig sind. In den letzten Jahren wurden deshalb beim Berechnen des totalen Salzgehaltes Koeffizienten benutzt, die mit der Konzentration variierten. Die Frage, inwiefern die Konzentration allein für die Grösse der Koeffizienten bestimmend sei, ist indessen bisher unbeantwortet geblieben, und man hat daher angenommen, dass die Koeffizienten für Wasserproben mit gleichem Salzgehalt gleich waren, wenn auch die Wasserproben aus verschiedenen Meeresgebieten entnommen waren. Soll man Tabellen über die Beziehung zwischen Chlormenge und Dichtigkeit aufstellen, so ist eine solche Annahme fast eine Notwendigkeit; die Frage ist dann nur, wie ungenau sie ist. Darüber kann man sich aus den hier ausgeführten Konstantenbestimmungen ein Urteil bilden. Man wird hierbei finden, dass die aus dem Roten Meere herrührende Wasserprobe (Nr. 23) im Verhältnis zu der ganzen Salzmenge weniger Chlor enthält als die übrigen Proben, und dieses ergibt sich auch aus der Beziehung zwischen Dichtigkeit und Chlormenge. Aus diesem Grunde in Verbindung mit dem Umstand, dass die Chlormenge und die Dichtigkeit mit grösserer prozentischer Genauigkeit sich bestimmen lassen als die Salzmenge, wird es nötig sein, sich einer recht komplizirten Funktion — des dritten Grades — zu bedienen, um das spez. Gew. durch die Chlormenge auszudrücken; selbst dann ist diese Formel keine völlig richtige, indem man annehmen kann, dass selbst Wasserproben, die von nahe bei einander liegenden Orten herrühren, eine so verschiedene Zusammensetzung haben können, dass diese durch das Verhältnis zwischen Chlormenge und Dichtigkeit zum Ausdruck kommt,

wenn die Bestimmungen mit der hier angewandten Genauigkeit ausgeführt werden. So sieht man, dass die auf dem Schultz's Grund geschöpfte Wasserprobe sich nur schlecht in das System einfügen lässt, da das Verhältnis zwischen Chlormenge und Dichtigkeit kleiner ist als für die übrigen Wasserproben mit annähernd gleicher Konzentration.

Ganz anders verhält es sich dagegen mit den Ausdehnungskoeffizienten, bei denen es nicht möglich gewesen ist, reelle Differenzen zwischen Wasserproben aus den verschiedensten Gegenden nachzuweisen. Der Ausdehnungskoeffizient lässt sich mit anderen Worten als eine Funktion der Temperatur und des Salzgehaltes ausdrücken ohne Rücksicht darauf, aus welchem Meeresgebiet die Probe entnommen ist. Hierbei ist jedoch nicht zu vergessen, dass diese Schlussfolgerung durch Induktion aus verhältnismässig wenigen untersuchten Wasserproben gebildet ist, sodass die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, dass sie in Zukunft, wenn mehr Proben aus anderen Gegenden einer Untersuchung unterzogen worden sind, sich als unzutreffend zeigen wird. Um zu einem solchen Resultat zu gelangen, erachte ich es jedoch für nötig, dass genauere Methoden als die von uns angewandten benutzt werden müssen, wenn es sich um Wasserproben handelt, die aus den offenen Meeren entnommen sind.

Zum Schluss sei es mir noch gestattet allen denen meinen besten Dank auszusprechen, die sich um das Zustandekommen dieser Arbeit verdient gemacht haben. Insbesondere danke ich jedem einzelnen Mitglied der Kommission dafür, dass mir die Leitung einer nach meiner Stellung und meinen wissenschaftlichen Leistungen so bedeutenden Arbeit anvertraut wurde, und dass sie mir auch immer das grösste Entgegenkommen erwiesen haben. Ebenso danke ich den verschiedenen Regierungen und Institutionen, die zu der Arbeit pekuniäre Beiträge gespendet haben, sowie insbesondere dem Carlsberg Fond, der mir bereitwillig die weiteren Geldmittel gewährt hat, als sich die von den verschiedenen Nationen eingegangenen Beiträge als unzureichend erwiesen hatten und auch meine eigenen Geldmittel zur Fertigstellung der Arbeit nicht hinreichend waren. Weiterhin danke ich den Herren Professor C. CHRISTIANSEN und Professor S. M. JÖRGENSEN dafür, dass sie mir die Räumlichkeiten, in denen die Untersuchungen angestellt wurden, zur Verfügung gestellt haben, sowie denjenigen, welche die Wasserproben entnommen haben. Ebenfalls danke ich allen denen, die sich an den täglichen Arbeiten beteiligt haben: Herrn Dr. FORCH für die Energie und Tüchtigkeit, mit der er seine Arbeit vorbereitet und ausgeführt hat; Herrn Dr. SÖRENSEN für das Interesse, das er für die Sache gehegt hat, und für die Umsicht, mit der er seine Methoden wählte, infolgedessen die chemischen Bestimmungen wirkliche Präzisionsbestimmungen wurden; Herrn Cand. J. P. JACOBSEN für seine Tüchtigkeit und Entschlossenheit während der Vorarbeiten und für seinen Fleiss und seine Sorgfalt bei den Messungen sowohl als auch bei den Bestimmungen der durch Luftabsorption erzeugten



Volumänderungen des Meerwassers. Endlich fühle ich mich noch zu Dank verpflichtet allen denen, die bei den verschiedenen Arbeiten behilflich gewesen sind: den Herren Cand. BJÖRN-ANDERSEN, HELLAND-HANSEN, H. J. HANSEN, J. N. NIELSEN, Cand. M. RASMUSSEN, Cand. S. THOMSEN und Fräulein B. TROLLE. Infolge der kurz bemessenen Zeit sind an die Mitarbeiter und Assistenten oft bedeutende Anforderungen gestellt worden, und ich danke ihnen allen dafür, dass sie sich mit so grosser Aufopferung dieser Arbeit unterzogen haben.

Kopenhagen, im Juni 1901.

Martin Knudsen.



I.

**Einsammeln und Aufbewahren  
der Wasserproben.**

Von

**Martin Knudsen.**



## Einsammeln der Wasserproben.

---

Mit Ausnahme einer Wasserprobe, welche Herr Professor O. PETERSSON vom Skagerak verschaffte, und einer Probe, die Herr Professor KRÜMMEL freundlichst aus dem Mittelmeere schöpfen liess, wurden alle Wasserproben in sechsliterhaltige Flaschen aufgenommen.

Ein jeder, der die Güte hatte, sich an dem Einsammeln zu beteiligen, wurde mit einer schriftlichen Instruktion versehen, welche für jedes Fahrwasser natürlich eine andere sein musste. Als Beispiel einer solchen Instruktion führe ich diejenige an, welche Herrn Premierlieutenant AMDRUP auf seinen Grönlandsreisen mitgegeben wurde:

«Die grossen sechsliterhaltigen Flaschen müssen mit Polarstromwasser in einer besonderen Weise gefüllt werden. Die 5 Proben werden aus dem Oberflächenwasser in dem Eise und in der Nähe desselben geschöpft, sodass die spezifischen Gewichte der 5 Proben eine Reihe bilden mit ungefähr gleichen Differenzen. Das höchste spez. Gewicht soll zwischen 1,025 und 1,026 sein (mutmasslich östlich von Jan Mayen), das niedrigste so klein, wie es nur möglich ist, wenn man die Probe hart an dem Rande einer Eisscholle nimmt. Von dieser Eisscholle wird eine Probe genommen, welche durch Stehen in einem sorgfältig gereinigten Gefässe geschmolzen und dann in die sechste Flasche gefüllt wird.

Die grossen Flaschen werden mit den Wasserproben in der Weise gefüllt, dass ein Filter in den Trichter hineingesetzt und etwas von der Probe in die Flasche hinunterfiltrirt wird. Mit diesem Wasser wird die Flasche gut ausgespült, indem der Trichter herausgenommen, der Kork hineingesetzt, und die Flasche gründlich geschüttelt wird. Das Spülwasser wird weggegossen, und dieses Verfahren wird dreimal wiederholt, worauf die Flasche fast ganz mit Meerwasser gefüllt wird, welches in die Flasche hinunterfiltrirt wird, indem man sorgfältigst dafür sorgt, das kein Wasser ausserhalb des Filters in die Flasche läuft. Die Flasche wird zugekorkt und in ihrem Kasten wieder abgestützt. Für jede Probe wird eine genaue Beschreibung der näheren Umstände der Aufnahme abgegeben, z. B. der Ort, meteorologische Daten, der Abstand von der Eisscholle, ob viel Eis in der Nähe ist

u. s. w. Wo eine Wasserprobe geschöpft wird, wird auch eine Planktonprobe geschöpft, und angenäherte Auskünfte zur Feststellung der Planktonmenge werden gegeben. Die eingesammelten Proben mit den dazu gehörenden Bemerkungen werden mit der ersten Schiffsgelegenheit nach Hause geschickt.»

Eine jede Probe wurde mit einer laufenden Nummer versehen, durch welche die Proben in den folgenden Abhandlungen kurz bezeichnet werden.

Das Plankton wurde mittels eines kleinen Handnetzes eingefangen, dessen Öffnung einen Durchmesser von ca. 40 cm. hatte. Es wurde von Herrn Museumsinspektor C. H. OSTENFELD untersucht, welcher die bei jeder einzelnen Probe beigefügten Angaben über das Plankton mitgeteilt hat. Die Proben waren grösstenteils durch Fäden und Fibern von Leinen verunreinigt, sodass nur ein kleiner Rest übrig blieb, wenn dieselben entfernt waren. Die Quantität der Planktonproben konnte deshalb nicht durch Messung festgestellt werden, und so ist nur angegeben worden, ob das Plankton reich war oder nicht.

Die Proben mit den Nrn. 1—5 wurden von Herrn Steuermann BIERING-PETERSEN auf dem Dampfschiffe «Laura» während einer Reise nach den Färöer und Island geschöpft (Flasche Nr. 6 wurde zerschlagen). Wo nichts über die Tiefe angeführt wird, aus welcher die Probe geschöpft ist, stammt die Probe aus der Oberfläche.

**Probe Nr. 1** unter  $57^{\circ} 39' N.$ ,  $8^{\circ} 25' O.$ , am 14. April 1900 geschöpft, um 12 h. Mitt. bei  $4^{\circ} 5$  Luft- und  $7^{\circ}$  Wassertemperatur, 752,5 Luftdruck, Wind N. W., Windstärke 6 (Beaufort), Salzgehalt ca. 33,7 ‰. Keine Planktonprobe.

**Probe Nr. 2** unter  $57^{\circ} 05' N.$ ,  $3^{\circ} 00' O.$ , am 15. April 1900 geschöpft, um 12 h. Mitt., bei  $9^{\circ} 8$  Luft- und  $6^{\circ} 2$  Wassertemperatur, 751,5 Luftdruck, Wind S. W., Stärke 4, Salzgehalt ca. 35,2 ‰. Keine Planktonprobe.

**Probe Nr. 3 und 4** unter  $60^{\circ} 30' N.$   $4^{\circ} 30' W.$ , am 19. April 1900 geschöpft, um 6 h. a. m. bei  $10^{\circ} 5$  Luft- und  $8^{\circ} 2$  Wassertemperatur, 765,0 Luftdruck, Wind W., Stärke 5, Salzgehalt ca. 35,4 ‰. Keine Planktonprobe.

**Probe Nr. 5** unter  $62^{\circ} 40' N.$ ,  $13^{\circ} 10' W.$  geschöpft, bei  $3^{\circ}$  Lufttemperatur, 766,0 Luftdruck, Wind S. W., Stärke 3, Regen. Salzgehalt ca. 35,4 ‰. Keine Planktonprobe.

Die Proben mit den Nrn. 7—12 wurden von Herrn Cand. J. P. JACOBSEN von den Dampfschiffen «Falken» und «C. F. Grove» aus dem Kattegat und den Belten geschöpft. Das Ackerbau- und das Marineministerium hatten gefälligst erlaubt, dass Herr Cand. JACOBSEN mit diesen Schiffen segelte, um Wasserproben zu nehmen, selbst wenn die Fahrt oft dadurch aufgehalten wurde. Da der Salzgehalt der dänischen Fahrwasser so verschieden ist, musste man durch häufige Aräometermessungen dafür sorgen, dass die Salzgehalte der genommenen Wasserproben passende Differenzen erhielten.

**Probe Nr. 7** unter  $56^{\circ} 15' N.$   $12^{\circ} 26' O.$ , am 19. April 1900 um 12 h. Mitt. geschöpft, bei  $7^{\circ} 0$

Luft- und 5°5 Wassertemperatur, Wind W., Stärke 5, Strom N. (schwach), Salzgehalt 18,3‰. Das Planktonnetz wurde 40 mal gefüllt. Reiches Diatomeenplankton mit vereinzelt Copepoden und fast ohne Peridineen. Die charakterisierenden Diatomeen sind: *Rhizosolenia semispina* (cc = vorherrschend), *Chaetoceras balticum* (+ = häufig), *boreale* (+), *contortum* (+), *decipiens* (+) und *pseudocritum* (+), sowie *Thalassiothrix Fraunfeldii* (+).

**Probe Nr. 8** unter 56° 30'5 N., 12° 09' O., am 19. April 1900 um 2 h. p. m. geschöpft, bei 7°5 Luft- und 4°3 Wassertemperatur, Wind W. 1/2 N., Stärke 4, Strom N. (schwach), Salzgehalt ca. 19,7‰.

Das Planktonnetz wurde 20 mal gefüllt. Reiches Diatomeenplankton mit vereinzelt Copepoden und fast ohne Peridineen. Die charakterisierenden Diatomeen sind: *Rhizosolenia semispina* (cc), *Chaetoceras balticum* (+), *boreale* (+), *contortum* (+), *decipiens* (+) und *pseudocritum*, sowie *Thalassiothrix Fraunfeldii* (c = allgemein).

**Probe Nr. 9** unter 55° 52' N., 10° 52' O., am 23. April 1900 um 6 h. p. m. geschöpft, bei 6°5 Luft- und 6°5 Wassertemperatur, Wind N. N. O., Stärke 1, Strom S (schwach), Salzgehalt ca. 18,9‰.

Das Planktonnetz wurde 30 mal gefüllt. Reiches Diatomeenplankton mit vereinzelt Copepoden und fast ohne Peridineen. Die charakterisierenden Diatomeen sind: *Rhizosolenia semispina* (cc), *Chaetoceras balticum* (+), *contortum* (+), *decipiens* und *pseudocritum* (+), sowie *Thalassiothrix Fraunfeldii* (c).

**Probe Nr. 10** unter 56° 53' N., 11° 07' O., am 26. April 1900 um 6 h. 15 m. p. m. geschöpft, bei 4°5 Luft- und 6°2 Wassertemperatur, Wind N. N. W. (schwach), Strom 0, Salzgehalt ca. 23,3‰. Das Planktonnetz wurde 60 mal gefüllt. Reiches Diatomeenplankton mit einigen Copepoden und fast ohne Peridineen. Die charakterisierenden Diatomeen sind: *Rhizosolenia semispina* (cc), *Chaetoceras boreale* (+), *contortum* (c), *decipiens* (+), *pseudocritum* (+) und *scolopendra* (+), ferner wurde *Dinobryon pellucidum* (+) gefunden.

**Probe Nr. 11** wurde bei dem Leuchtschiffe auf «Schultz's Grund» (56° 08'9 N., 11° 11'2 O.) aus einer Tiefe von 27,3 Meter geschöpft am 23. April 1900, um 8 h. 30 m. p. m. bei 4°6 Wassertemperatur, Salzgehalt ca. 32,3‰.

**Probe Nr. 12** unter 57° 04' N., 10° 49' O., am 26. April 1900 um 8 h. p. m. geschöpft, bei 4°5 Luft- und 6°0 Wassertemperatur, Wind N. W., Stärke 3, Strom 0, Salzgehalt ca. 25,8‰. Das Planktonnetz 150 mal gefüllt. Reiches Diatomeenplankton mit vereinzelt Copepoden und fast ohne Peridineen. Die charakterisierenden Diatomeen sind: *Rhizosolenia semispina* (cc), *Chaetoceras boreale* (+), *contortum* (+), *decipiens* (+) und *scolopendra* (+).

Die Flaschen mit den Nummern 13—18 wurden Herrn Premierlieutenant ANDRUP mitgegeben, leider wurden sie mit Ausnahme von Nr. 16 leer zurückgebracht.

**Probe Nr. 16** unter  $71^{\circ} 36' N.$ ,  $10^{\circ} 50' W.$ , am 29. Juni 1900 um 8 h. p. m. geschöpft, bei  $0,9^{\circ}$  Luft- und  $0,7^{\circ}$  Wassertemperatur, 763,2 Luftdruck, Wind N. N. W., Stärke 1. Die Wasserprobe wurde aus einer kleineren Öffnung in dem Eis geschöpft. Entfernung von der nächsten Eisscholle ca. 35 Meter. Abstand von dem Eisrande ca. 40 Seemeilen. Salzgehalt ca. 32,8 ‰. Keine Planktonprobe.

Die Proben Nr. 19—24 wurden von Herrn H. P. BERG, Kapitän des Dampfschiffes «Annam» der ostasiatischen Compagnie, geschöpft.

**Probe Nr. 19** aus dem Biscayischen Meere geschöpft unter  $45^{\circ} 50' N.$ ,  $7^{\circ} 49' W.$ , am 16. Juni 1900 um 7 h. a. m. bei  $19^{\circ}$  Luft- und  $17^{\circ} 5$  Wassertemperatur, Wind S. W., Stärke 4, Salzgehalt ca. 35,7 ‰. Das Plankton sehr arm an Spezies und Individuen, aus vereinzeltten Copepoden und Peridineen. [*Gonyaulax spinifera* (rr = sehr selten), *Goniodoma acuminatum* (rr)] sowie vereinzeltten Tintinniden [*Dictyocysta elegans*] bestehend.

**Probe Nr. 20.** Westlich von Gibraltar, unter  $37^{\circ} 00' N.$ ,  $8^{\circ} W.$  geschöpft, am 17. Oktober 1900 um 9 h. a. m. bei  $20^{\circ}$  Luft- und  $19^{\circ} 5$  Wassertemperatur, Wind N., Stärke 3, Salzgehalt ca. 36,6 ‰. Das Planktonnetz wurde 20 mal gefüllt. Das Plankton reich an Spezies, arm an Individuen, aus Peridineen, Tintinniden, Rhizopoden und Copepoden bestehend. [*Ceratocorys horrida* (+) *Ceratium candelabrum* (r = selten), *flagelliferum* (r), *Goniodoma acuminatum* (r) nebst mehreren Arten; *Cyttarocylis Hebe* (rr), *reticulata* (rr) und *Tintinnus Fraknoi* (rr)].

**Probe Nr. 21** aus dem Mittelmeere geschöpft unter  $36^{\circ} 46' N.$ ,  $2^{\circ} 25' O.$ , am 20. Juni 1900 um 2 h. p. m. bei  $27^{\circ} 0$  Luft- und  $23^{\circ} 0$  Wassertemperatur, Wind 0, Salzgehalt ca. 36,9 ‰. Das Planktonnetz wurde 20 mal gefüllt. Peridineenplankton, reich an Spezies und ziemlich reich an Individuen, mit einigen Tintinniden und vereinzeltten Rhizopoden und Copepoden sowie Pteropoden [*Ceratium tripos* v. *gracilis* Schröder (c), v. *arcuatum* Gourr. (r), *flagelliferum* Cl (= *inflexum* Gourr. & *undulata* Schröder) (c), *Goniodoma acuminatum* (+), *Dinophysis homunculus* (+), *Peridinium divergens* (+), *depressum* (+) nebst mehreren Arten, *Tintinnus Fraknoi* (+), *Cyttarocylis spiralis* (rr) und ausserdem noch andere Arten.

**Probe Nr. 22** aus dem Mittelmeere geschöpft unter  $32^{\circ} 32' N.$ ,  $28^{\circ} 05' O.$ , am 25. Juni 1900 um 2 h. p. m. bei  $28^{\circ} 0$  Luft- und  $25^{\circ} 5$  Wassertemperatur, Wind W. S. W., Stärke 3, Salzgehalt ca. 38,7 ‰. Das Planktonnetz wurde 20 mal gefüllt. Das Plankton sehr arm an Individuen, aus einigen tropischen Peridineenspezies und vereinzeltten Rhizo-



poden bestehend [*Ceratium* v. *arcuatum*, *candelabrum*, *volans*, *gracilis*, *Ceratocorrys*, *Pyrophacus* u. s. w. (alle rr)].

**Probe Nr. 23** aus dem Roten Meere geschöpft unter 26° N., 35° 06' O., am 29. Juni 1900 um 11 h. a. m. bei 31° Luft- und 27° Wassertemperatur, Wind N. W. z. N., Stärke 2, Salzgehalt ca. 40,2 ‰. Das Planktonnetz wurde 16 mal gefüllt. Ein ziemlich armes Plankton, eine Mischung von Cyanophyceen, Rhizopoden und Copepoden mit vereinzelt Peridineen und Tintinniden. [*Trichodesmium* (+), *Heliostrichum* (+), Radiolaren (+), Copepoden (+), *Ceratocorrys* (r), Ceratien (r)].

**Probe Nr. 24** aus dem Indischen Ozean geschöpft, unter 6° N., 90° 50' O., am 15. Juli 1900 um 8 h. 30 m. a. m., bei 24° Luft- und 28° Wassertemperatur, Wind S. S. W., Stärke 5, Salzgehalt ca. 33,8 ‰. Das Planktonnetz wurde 35 mal gefüllt. Das Plankton reich an  $\frac{1}{2}$ Spezies, arm an Individuen, aus Diatomeen, Rhizopoden und Copepoden sammt einigen Peridineen bestehend [Copepoden (+), *Acanthometra* u. a. Radiolaren (+), *Rhizosolenia alata* f. *indica* (r) nebst anderen Arten (r), *Bacteriastrium varians* (r)<sup>1</sup>, *Corethron* (rr), *Lauderia annulata* (rr), *Thalassiothrix longissima*, *Peridinium elegans* (rr), *divergens* (rr), *Amphisolenia bidentata* (rr), *Ceratocorrys*, Ceratien (rr) u. s. w.].

Die Proben Nr. 25, 28, 29 u. 30 wurden wie Nr. 7—12 von Herrn Cand. JACOBSEN geschöpft.

**Probe Nr. 25** aus dem Kattegat geschöpft, unter 57° 38' N., 10° 46' O., am 27. April 1900 um 9 h. a. m. bei 5°5 Luft- und 5°8 Wassertemperatur, Wind O. S. O., Stärke 1, Strom 0, Salzgehalt ca. 29,0 ‰. Das Planktonnetz wurde 50 mal gefüllt. Reiches Diatomeenplankton mit vereinzelt Copepoden und Peridineen. Die charakterisirenden Diatomeen sind: *Rhizosolenia semispina* (cc), *Chaetoceras contortum* (cc), *boreale* (+), *decipiens* (+) und *Coscinodiscus concinnus* (c).

**Probe Nr. 28** aus der Ostsee geschöpft unter 54° 40' N., 11° 58' O., am 7. Mai 1900 um 2 h. p. m. bei 12°0 Luft- und 9°3 Wassertemperatur, Wind S. O., Stärke 2, Salzgehalt ca. 10,6 ‰. Das Plankton arm an Spezies und Individuen, aus vereinzelt Copepoden und Cyanophyceen sowie Diatomeen bestehend [Copepoden (+), *Nodularia spumigena* (rr), *Aphanizomenon flos aquae* (r), *Chaetoceras bottnicum* (r)].

**Probe Nr. 29** aus der Ostsee geschöpft, unter 54° 39,5' N., 12° 17,3' O., am 7. Mai 1900 um 8 h. a. m. bei 10° Luft- und 6°8 Wassertemperatur, Wind S. O. z. O., Stärke 2, Strom 0, Salzgehalt ca. 8,4 ‰. Das Plankton sehr arm an Spezies und Individuen aus einigen Diatomeen und ganz vereinzelt Copepoden bestehend [*Thalassiosira baltica* (+), *Chaetoceras bottnicum* (r) und *danicum* (rr)].

**Probe Nr. 30** aus dem «Grossen Belt» geschöpft unter 55° 42,2' N., 10° 43,7' O., am 8. Mai

<sup>1</sup>) *Chaetoceras Lorenzianum* (+) *Neapolitanum* (r) u. a. Spezies.

1900 um 2 h. 10 m. a. m. bei  $15^{\circ}$  Luft- und  $10^{\circ}4$  Wassertemperatur, Wind O., Stärke 1, Strom S., Salzgehalt ca.  $14,0$  ‰. Ziemlich reiches Diatomeenplankton mit ganz vereinzelt Copepoden und Peridineen. Die charakterisirenden Diatomeen sind: *Rhizosolenia semispina* (c), *Chaetoceras contortum* und *decipiens* (+).

Die Proben Nr. 32 und 33 liess Hrr. Professor HOMÉN auf einer finnischen hydrographischen Expedition freundlichst schöpfen.

**Probe Nr. 32** in dem Finnischen Busen geschöpft unter  $60^{\circ}07'N.$ ,  $28^{\circ}33,5'O.$ , am 19. Juli 1900 um 8 h. 50 m. p. m. bei  $17^{\circ}6$  Wassertemperatur, Wind S. W. z. W., Stärke  $1\frac{1}{2}$ , Salzgehalt ca.  $2,7$  ‰.

**Probe Nr. 33** in dem Bottnischen Busen geschöpft, unter  $62^{\circ}07'N.$ ,  $20^{\circ}02'O.$ , am 24. Juli 1900 um 3 h. p. m. bei  $12^{\circ}6$  Wassertemperatur, Wind O. N. O., Stärke 3, Salzgehalt ca.  $5,3$  ‰.

Von Herrn Professor O. PETERSSON erhielt ich zwei Wasserproben in Porzellanflaschen. Nach einiger Zeit zeigte es sich, dass die eine Flasche einen Riss hatte, weshalb das darin enthaltene Wasser nicht benutzt wurde. Über die Wasserprobe der anderen Flasche (in dem folgenden wird diese Probe durch «schwedisch» bezeichnet) teilt Professor O. PETERSSON folgendes mit:

Filtrirtes Wasser, von  $S_1$  ausserhalb Vinga  $57^{\circ}44'N.$ ,  $11^{\circ}22'O.$ , am 21. März 1900. Tiefe 72 Meter, Wassertemperatur  $4^{\circ}91$ .

Auf Veranlassung von Professor O. KRÜMMEL in Kiel wurde eine Wasserprobe von einem deutschen Kriegsschiffe im Mittelmeere geschöpft. Diese Probe wurde in einer grossen Flasche von blauem Glas aufbewahrt, deren Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung des Wassers nicht untersucht worden ist. Von dieser Probe, welche durch «deutsch» kurz bezeichnet wird, wird folgendes mitgeteilt:

Wasser aus dem Mittelmeer, südlich von Kreta geschöpft, am 26—9—99 um 10 h. p. m., unter  $33^{\circ}20'N.$ ,  $25^{\circ}10'O.$ , bei  $762,6$  Luftdruck,  $24,8^{\circ}C.$  Luft- und  $24,2^{\circ}C.$  Wassertemperatur.

### Aufbewahren der Wasserproben.

Es war natürlich von der grössten Bedeutung, dass sich das Wasser von dem Zeitpunkte an, da es geschöpft wurde, bis zu der Zeit, wo es untersucht werden sollte, wenig veränderte. Um notwendig eintretende Veränderungen möglichst zu verringern traf ich nach Beratung mit Dr. SÖRENSEN folgende Veranstaltungen.

Das Filtrirpapier war von C. SCHLEICHER & SCHÜLL und mit Nr. 589 *Charta filtratoria acido hydrochlorico et fluorico extracta* bezeichnet (in Stücke von je 27 cm. Durchmesser zerschnitten).

Die Stöpsel wurden von der besten Sorte Kork gemacht und konisch zugeschnitten, sodass die Korkfüßern senkrecht zur Konusachse standen. Die Korke wurden mehrmals in destillirtem Wasser ausgekocht, bis das Wasser sich nicht mehr durch Kochen mit den Korken färbte. Nachdem die Korke dann getrocknet waren (doch nicht durch hohe Temperatur gänzlich gedarrt), waren sie fertig zum Gebrauche.

Um darüber klar zu werden, welches Material man am besten zu den Flaschen anwenden sollte, bat ich Dr. SÖRENSEN einige Messungsversuche anzustellen über die Löslichkeit in destillirtem Wasser für gewöhnliches weisses Flaschenglas, gewöhnliches grünes hartes Flaschenglas, Porzellan wie dasjenige, in welchem die schwedischen Proben geschickt wurden, und glasierte Steingutfaschen aus Schottland. Von dem harten grünen Glase wurden einige Flaschen zu der Löslichkeitsprüfung von der Glashütte verschafft, damit man sicher sein konnte, die Flaschen genau aus demselben Glase gefertigt zu bekommen. Über die Löslichkeitsprüfung gibt Dr. Sörensen folgendes an:

«Die zur Einsammlung und Aufbewahrung der Wasserproben angewendeten Flaschen waren sechsliterhaltige Flaschen aus gewöhnlichem grünem Flaschenglase, von Kastrup Glashütte bei Kopenhagen geliefert. Die Glasmasse hatte nach einer Analyse von V. Stein's analytisch-chemischem Laboratorium folgende Zusammensetzung:

Kiselsäure . . . . .	66,14 %
Eisenoxyd . . . . .	3,02 —
Thonerde . . . . .	4,79 —
Kalk . . . . .	14,87 —
Magnesia . . . . .	0,54 —
Kali . . . . .	1,87 —
Natron . . . . .	8,77 —
	<hr/>
	100,00 %

und ausserdem einen sehr geringen Mangengehalt.

Um zu untersuchen, ob diese grünen Flaschen für den hier besprochenen Gebrauch geeignet waren, und um abschätzen zu können, einen wie grossen Fehler in der Salzbestimmung eine etwaige Auflösung der Glasmasse in dem Meerwasser geben würde, wurde von cand. mag. BJÖRN-ANDERSEN eine Reihe von Versuchen zur Aufklärung dieser Verhältnisse angestellt. Einige Flaschen wurden fast gänzlich mit destillirtem Wasser gefüllt, mit einem gut ausgewaschenen Korke geschlossen, und dann auf den Dampfkessel in dem Keller der polytechnischen Lehranstalt gestellt. Die Flaschen wurden mit Papier gut zugedeckt gehalten, und die Temperatur variierte zwischen 40° und 50° C.

Nach Verlauf einer Woche wurde ein abgemessenes Quantum (gewöhnlich 1/2 Liter) des Wassers in einem vorher geglühten und mit der grössten Genauigkeit gewogenen Tiegel, der nach einem erneuerten schwachen Glühen wieder in derselben

Weise gewogen wurde, bis zur Trockne abgedampft. Es stellte sich dann heraus, dass eine ungebrauchte Flasche, d. h. eine Flasche, wie wir sie von der Glashütte empfangen, und dann zuerst mit Leitungswasser und hierauf sorgfältig mit destillirtem Wasser gespült und gereinigt hatten, durch diese Behandlung während einer Woche mit destillirtem Wasser bei 40—50° C. 1—2 Milligramm für jeden Liter abgab. Wurde indessen dieselbe Flasche zum zweiten Male in derselben Weise bei 40—50° C. eine Woche hingestellt, so zeigte sich das gelöste Quantum weit kleiner, gewöhnlich unter <sup>1</sup>/<sub>2</sub> Milligramm für jeden angewendeten Liter Wasser, und wurde der Versuch zum 3ten oder 4ten Male wiederholt, so konnte das Quantum bis auf 0,1—0,2 Milligramm für jeden angewendeten Liter hinuntergebracht werden.

Selbstverständlich wurde bei diesen Versuchen auf den kleinen Rest, den das destillirte Wasser selbst beim Eindampfen gab, Rücksicht genommen. Diesen Erfahrungen gemäss wurden alle für die Wassereinsammlung bestimmten Flaschen folgendermassen behandelt. Die Flaschen wurden sorgfältig mit gewöhnlichem und dann mit destillirtem Wasser gereinigt und ausgespült und dann mit destillirtem Wasser gefüllt.

Die Öffnung des Flaschenhalses wurde mit einer Glasplatte zugedeckt, und dann wurden die Flaschen dicht nebeneinander auf den Dampfkessel in dem Keller der polytechnischen Lehranstalt gestellt, und das ganze mit Papier sorgfältig zugedeckt. Nachdem sie eine Woche gestanden, wurden die Flaschen geleert, noch einmal mit destillirtem Wasser ausgespült, dann aufs neue mit frischem destillirtem Wasser gefüllt, und wiederum eine Woche hingestellt: diese Behandlung wurde im ganzen 5 mal wiederholt.

Es ist wohl unmöglich, nach den hier vorliegenden Daten zu sagen, wie viel eine so behandelte Flasche abgeben wird, wenn sie mit Meerwasser bei mittlerer Temperatur mehrere Monate steht. Geht man aber davon aus, dass Meerwasser nicht grössere Mengen als destillirtes Wasser löst, und erinnert man sich, wie weit grösser die Einwirkung bei 40—50° C. als bei Zimmer-Temperatur ist<sup>1)</sup>, so glaube ich behaupten zu können, dass, selbst wenn das Meerwasser Monate lang gestanden hat, es nicht 1 Milligramm Glasmasse für jeden Liter Meerwasser gelöst haben wird, und wahrscheinlich weit weniger. Der Fehler, der davon herrühren kann, ist deshalb namentlich bei der Salzbestimmung von Meerwasser mit ziemlich reichem Salzgehalt ganz bedeutungslos.\*

Endlich soll noch angeführt werden, dass einige Versuche, in ähnlicher Weise mit anderen Flaschensorten sowie mit Porzellan und Steingutflaschen ausgeführt, zeigten, dass

<sup>1)</sup> Milius und Foerster (Fres.-Zeitschrift 31 p. 272, 1892, haben z. B. eine 30—40 mal so grosse Einwirkung bei 42° als bei 18° C. gefunden.

die hier angewendeten Flaschen zu den für den besprochenen Zweck am besten geeigneten gehörten, während dagegen gewöhnliche weisse Flaschen bei übrigens gleichen Bedingungen ungefähr 10 mal so stark wie die grünen Flaschen beeinflusst wurden.

Durch die Löslichkeitsprüfung ergab sich, dass das Porzellan und das harte grüne Glas ungefähr dieselbe Widerstandsfähigkeit besaßen, und dass sie dem weissen Glase und den glasirten Steingutflaschen weit vorzuziehen waren. Es war dann natürlich, das grüne Glas zu wählen, sowohl weil es bedeutend billiger als das Porzellan ist, als auch, weil die Flaschen aus diesem Glase grösser angefertigt werden konnten, und endlich, was das wesentlichste war, weil das Glas durchsichtig ist. Die zu den Wasserproben angewendeten Flaschen hielten 6 Liter; ausserdem wurden einige zehnliterhaltige Flaschen aus demselben Glase zum Aufbewahren von destillirtem Wasser und Lösungen angeschafft.

Sobald die Flaschen von der Glashütte geliefert waren, wurden sie in der angeführten Weise zur Anwendung präparirt und standen mit destillirtem Wasser gefüllt, bis sie mit den Schiffen ausgeschickt werden sollten. Das destillirte Wasser wurde dann weggegossen, die Flaschen aber nicht getrocknet, damit die präparirten Glasoberflächen nicht dadurch gestört werden sollten. Was die Flaschen an destillirtem Wasser enthielten, wurde vor der Füllung an Bord mit Meerwasser ausgespült, und übrigens konnten die Konstanten nicht merkbar verändert werden, wenn auch etwas destillirtes Wasser mit dem Meerwasser gemischt wurde.

Sobald die Flaschen mit Meerwasser gefüllt zurückgekommen waren, wurde die Zukorkung untersucht und in allen Fällen genügend gefunden, und die Flaschen wurden dann in ein Lokal gestellt, wo die Temperatur wenig variierte. Es war nun die Absicht, Wasserproben zu den chemischen und physikalischen Bestimmungen so gleichzeitig wie nur möglich abzuwägen, damit sich die Konzentration während der Zeit zwischen den Wägungen nicht verändern sollte. Da einige Analysen und Bestimmungen des spezifischen Gewichtes wiederholt werden mussten, stellte es sich jedoch bald (nach der ersten Reihe von Bestimmungen des spezifischen Gewichtes) heraus, dass es notwendig war, die Wasserproben eine längere Zeit aufbewahren und zu jeder beliebigen Zeit ohne Konzentrationsveränderungen Wasser von ihnen nehmen zu können. Da man zugleich etwas von der in dem Wasser aufgelösten Luft wegschaffen musste, damit sie sich während der Dichtigkeitsbestimmungen bei hoher Temperatur nicht ausschiede, ging man folgendermassen vor.

Zwei Glasröhren wurden durch den Kork, wie in einer Spritzflasche, eingesetzt; die eine ging fast an den Boden der Flasche, während die andere nur wenig durch den Kork reichte. Auf diese Röhren wurden schwarze, ausgewaschene Kautschukschläuche gesetzt, welche mit Quetschhähnen geschlossen wurden. Mit einer Wasserluftpumpe wurde die Luft

aus einem grossen Glasbehälter ausgepumpt; wenn dieser fast luftleer war, wurde er nur durch einen Druck auf einen Quetschhahn einen Augenblick mit dem Luftraume der das Meerwasser enthaltenden Flasche in Verbindung gesetzt. Hierdurch wurde über dem Meerwasser ein luftleerer Raum zu Wege gebracht, ohne dass etwas merkbares vom Wasser zu verdampfen Zeit hatte. Der Kork mit den Glasröhren wurde dann mit geschmolzenem Kitt (einer Mischung von Wachs, Colophonium und Eisenoxyd) übergossen, welcher wegen der Luftverdünnung in der Flasche vollständig luftdicht schloss. Die Flasche wurde nun im Laufe einer halben Stunde mehrmals geschüttelt, sodass ein bedeutender Teil der absorbirten Luft an den luftverdünnten Raum abgegeben wurde, und dann erst enthielt die Flasche diejenige Wasserprobe, welche der Gegenstand einer physikalischen und chemischen Untersuchung sein sollte. Sollte etwas von dem Wasser aus der Flasche gebracht werden, so wurde mittelst eines kleinen Kautschukgebläses über dem Wasser Luftverdichtung hervorgerufen, sodass man nur durch den Quetschhahn der an den Boden reichenden Röhre einen Druck auszuüben brauchte, um das Wasser hinauszubebern. Um das Wasser in das Gefäss einzubringen, wo man es haben wollte, wurde niemals Saugung angewendet, da dadurch eine schädliche Verdampfung leicht entstehen konnte.

Die ersten Bestimmungen, welche an einer Wasserprobe stattfanden, waren immer die Bestimmungen des spezifischen Gewichtes, sodass der Luftgehalt des Wassers danach keine besondere Bedeutung hatte. Sobald deshalb die Proben zu der Dichtigkeitsbestimmung aus der Flasche genommen waren, wurde die Flasche bei einem ganz kleinen Überdruck hingestellt. Wenn der Quetschhahn das nächste Mal geöffnet wurde, musste also, wenn sich der Druck gehalten hatte, etwas Wasser hinausströmen. Dieses war immer der Fall, sodass man daraus schliessen konnte, dass Kork, Quetschhähne und Schläuche vollständig dicht waren. Durch direkte Dichtigkeitsbestimmung nach einem längeren Stehen zeigte es sich auch, dass diese Methode befriedigend war, während die Versuche feststellten, dass die weniger sorgfältige Methode der Aufbewahrung, welche zuerst angewendet wurde, ganz ungenügend war. Wenn etwas von dem Wasser nach einem längeren Stehen zur Analyse aus der Flasche gebracht werden sollte, liess man immer etwas Wasser ausströmen, ehe man dasjenige nahm, welches man benutzen wollte. Diese Massregel wurde getroffen, theils um die Salzkristalle wegzuspülen, welche sich in dem äusseren Ende des Schlauches festgesetzt hatten, theils um nicht dasjenige Wasser zu benutzen, welches in dem Kautschukschlauche und der Glasröhre enthalten gewesen war und Bestandteile derselben gelöst hatte. Damit sich dieses Wasser mit dem Wasser in der Flasche nicht mischte, war es auch von Bedeutung, dass der Druck in der Flasche (nach der Evakuirung) immer ein wenig höher als der atmosphärische war.

Bei den Chlorbestimmungen, welche von Cand. Wóntk ausgeführt wurden, wurde die Stärke der Silberlösung durch Titration der Wasserproben bestimmt, in welchen die Chlormenge früher genauer bestimmt worden war. Da die Wasserproben Nr. 3, 2, 1, 25 während der Zeit von der ersten Chlorbestimmung bis zur Festkittung des Korkes Konzentrationsveränderungen erlitten hatten, musste die Chlormenge deshalb durch die Dichtigkeitsbestimmung korrigirt werden. Ähnliche Korrekturen mussten bei den in denselben Wasserproben bestimmten Salzmengen angewendet werden.





II.

Bestimmung des spezifischen Gewichtes.

Von

Martin Knudsen.



## Inhalt.

---

	Seite
Einleitung .....	33
1. Arbeitslokal, Temperaturregulierung .....	35
2. Pyknometer .....	38
3. Thermometer und Temperaturbestimmung .....	43
4. Wage und Wägungen .....	45
5. Bäder zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes .....	55
6. Arbeitsmethode bei den vorläufigen Bestimmungen des spezifischen Gewichtes. Korrekturen und Rechnungen .....	60
7. Resultate der Bestimmungen der spezifischen Gewichte. Berechnung der definitiven Werte .....	69
8. Verdünnungsversuche .....	86
9. Luftanalysen .....	89

---



## Einleitung.

---

Von den verschiedenen Methoden zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes einer Flüssigkeit konnte man, wenn von Meerwasser die Rede ist, zwischen der Pyknometermethode, der Wägung eines ins Wasser versenkten Körpers von bekanntem Rauminhalte und Gewicht, der Aräometermethode und der Methode der communizirenden Röhren wählen.

Diese letzte Methode, die mit so vorzüglichem Erfolg bei den neueren Bestimmungen der Ausdehnung destillirten Wassers angewandt worden ist, würde nach meinem Dafürhalten eine komplizierte Aufstellung und schwierige Messungen fordern, um die gewünschte Genauigkeit zu geben, und wurde deshalb nicht angewandt.

Die Benutzung der gewöhnlichen Stielaräometer ist wegen der variablen Oberflächenspannung des Wassers ausgeschlossen. Man würde dann vielleicht die Schwebemethode anwenden können, d. h. Bestimmung der Temperatur, bei der ein Körper bekannten Rauminhaltes und Gewichtes sich im Wasser schwebend erhält. Es ist indessen eine allgemeine Erfahrung, dass gerade die Temperaturbestimmung das schwierigste bei einer genauen Bestimmung des spezifischen Gewichtes ist, und es leuchtet ein, dass sie schwieriger wird, wenn die Temperatur schnell variirt, als wenn sie langsam variirt. Soll man deshalb die grösstmögliche Genauigkeit erreichen, so muss man wo möglich suchen, die Temperatur konstant zu erhalten, und somit wird es unvorteilhaft sein, die Schwebemethode anzuwenden. Seit einiger Zeit ist diese Methode bei schnellen Bestimmungen des spezifischen Gewichtes des Meerwassers vom Professor Nansen angewandt worden, und die Methode scheint bedeutende Vorteile darzubieten, wenn man nicht die grösstmögliche Genauigkeit bezweckt.

Gegen die Methode, bei der man einen ins Meerwasser versenkten Körper bekannten Rauminhaltes und Gewichtes wägt, kann man einwenden, dass eine freie Oberfläche des Meerwassers zur Passage des Aufhängefadens notwendigerweise erforderlich ist, und durch diese Oberfläche wird das Meerwasser während einer Bestimmung seine Konzentration leicht verändern können. Nennt man das spezifische Gewicht des Meerwassers  $s$  und benutzt man bei der Bestimmung einen Rauminhalt  $v$  ccm. mit einem Gewichte  $p$  gr., so hat

man  $s = \frac{\rho}{v}$ . Verändert man nun den Rauminhalt und das Gewicht dadurch, dass  $dv$  ccm. destillirten Wassers hinzugesetzt wird, so wird die Veränderung des spezifischen Gewichtes  $ds$ :

$$ds = \frac{vdp - pdv}{v^2}$$

oder, indem wir annähernd  $dv = dp$  haben,

$$ds = \frac{v-p}{v^2} dv = - (s-1) \frac{dv}{v}.$$

Hat man Meerwasser mit einem spezifischen Gewichte 1.03 und wird bei der Bestimmung 1 Liter benutzt, so sieht man also, dass man, um eine Vergrößerung des spezifischen Gewichtes von  $10^{-6}$  zu erhalten,  $dv = \div \frac{1}{1000(s-1)} = \div \frac{1}{30}$  ccm. haben wird, und eine so geringe Veränderung wird man schwerlich vermeiden können, wenn das Meerwasser eine Zeitlang mit einer freien Oberfläche stehen soll, die sich nicht sehr klein machen lässt.

Die oben angeführten Gründe waren die wichtigsten, weshalb die Pyknometermethode bei den Bestimmungen des spezifischen Gewichtes gewählt wurde. Da sich die Bestimmung des spezifischen Gewichtes am leichtesten bei  $0^\circ$  ausführen lässt, und da man bei dieser Temperatur, indem man sich vom Thermometer unabhängig macht, die grösste Genauigkeit erhalten kann, wurde das spezifische Gewicht aller Wasserproben bei  $0^\circ$  bestimmt.

Es war gefordert, dass die Ausdehnung des Meerwassers durch Wägung eines ins Wasser versenkten Körpers bestimmt werden sollte. Aus obenstehender Berechnung wird es indessen klar sein, dass sich bei dieser Methode Fehler leicht einschleichen können, wenn man mit Meerwasser von bedeutendem Salzgehalte arbeitet. Es war deshalb zu wünschen, durch zwei Bestimmungen des spezifischen Gewichtes bei verschiedenen Temperaturen die Ausdehnungsbestimmungen kontrolliren zu können. Ausser  $0^\circ$  wurde als eine Temperatur, welche in der Hydrographie vielfach angewandt wird,  $17^\circ,5$  zu diesem Zwecke gewählt. Es ergab sich indessen, dass es unmöglich war, diese Temperatur zu benutzen, da mehrere Bestimmungen im Sommer ausgeführt werden sollten und man natürlich eine Temperatur wählen musste, welche auch dem Arbeitszimmer gegeben werden konnte. Die Temperatur musste folglich höher genommen werden, und es wurde  $25^\circ$  gewählt. Die Kontrolle der Ausdehnungsbestimmungen wurde hierdurch etwas schärfer, und es zeigte sich, dass die Temperatur des Zimmers nur ein einziges Mal im Laufe des Sommers höher als gewünscht wurde.

## 1. Arbeitslokal, Temperaturregulierung.

Die Bestimmungen des spezifischen Gewichtes wurden in einem Raum, im Erdgeschoss der polytechnischen Lehranstalt gelegen, von  $7\frac{1}{2} \times 4\frac{1}{2}$  Meter Bodenfläche und  $4\frac{1}{2}$  hoch, vorgenommen. Von einem Raum, der bei genauen Bestimmungen des spezifischen Gewichtes gebraucht werden soll, muss man fordern, dass es möglich ist, die Temperatur des Raumes konstant zu erhalten, und dass die Wage, die benutzt wird, nur in geringem Grade Erschütterungen ausgesetzt ist. In diesen Beziehungen war das benutzte Zimmer durchaus nicht tadellos; es war aber kein besseres aufzutreiben.

Um die Wage fest aufstellen zu können, wurden die Dielenbretter gerade über einem Pfeiler im Keller weggenommen, und der Tisch der Wage wurde auf diesen Pfeiler gestellt, welcher mit Beton bis zur Höhe des Fussbodens aufgebaut wurde.

Sowohl aus Rücksicht auf die Wägungen als auf das Bestreben, die Temperatur des Wasserbades konstant zu erhalten, musste man im Zimmer einen Thermoregulator einrichten. Zur Erwärmung wurden Gasöfen benutzt, und wenn die Temperatur einen gewissen Wert, ca.  $25^\circ$ , erreichte, liess ein Thermometer die Zuleitung des Gases zum Teil aufhören, sodass die Temperatur wieder sinken konnte, bis das Thermometer aufs neue das Gas zuströmen liess, wenn die Temperatur auf den gewählten Wert hinabgesunken war. Da das Zimmer nach Süden gelegen war, musste man mittels Marquisen vor den Fenstern das Eindringen der direkten Sonnenstrahlen verhindern.

Das Thermometer zur Regulierung der Zimmertemperatur wurde dicht an der Wage und dicht an dem Wasserbade des Pyknometers aufgestellt. Es wurde folgendermassen eingerichtet. Die Glasröhre *AE* auf Fig. 1 wurde wie ein Barometer mit Quecksilber gefüllt und ausgekocht. In dem obersten ca. 1 cm. weiten, 45 cm. langen Teile der Röhre sind die Platindrähte *A*, *B*, *C* und *D* eingeschmolzen. Unten an *E* ist die Röhre umgebogen und erweitert sich in die 4 cm. weite Kugel *F*, von wo die ca. 8 mm. weite Glasröhre *G* aufwärts geht. Die Seitenröhre *H*, welche mit einem Hahn versehen ist, verlängert sich aufwärts in eine 65 cm. lange, ca. 1 cm. weite Glasröhre. Der ganze Apparat ist ca. 150 cm. hoch und an ein hölzernes Stativ befestigt. Die Röhre *G*, welche oben verschlossen ist, ist der eigentliche Thermometerbehälter und deshalb aus dünnwandigem Glase gemacht. Über dem Quecksilber in *G* ist etwas Chloräthyl angebracht, wenigstens so viel, dass es imstande

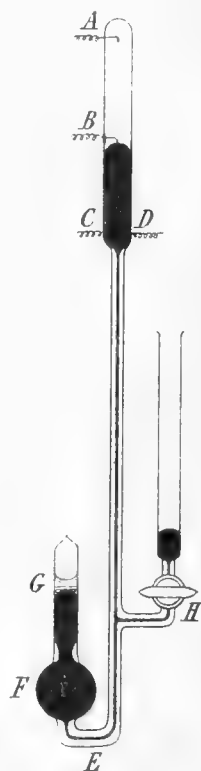


Fig. 1.

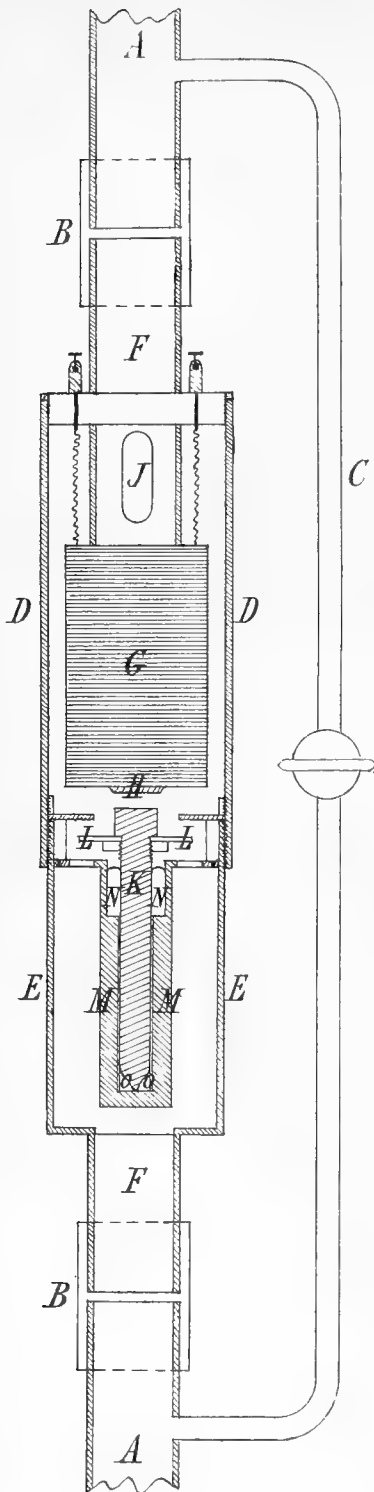


Fig. 2.

ist, *G* ganz mit gesättigtem Dampfe zu füllen; die atmosphärische Luft ist aus *G* vollständig ausgekocht. Auf das Quecksilber in *G* wird folglich der Druck wirken, welchen gesättigter Chloräthyl Dampf bei der vorhandenen Temperatur ausübt; und dieser Druck ändert sich stark mit der Temperatur, ca. 40 mm. Quecksilberdruck pro 1 Grad Temperaturänderung bei 25°. Steht das Quecksilber bei einer bestimmten Temperatur, z. B. 25°, gerade unter dem Platindraht *B*, so wird es, wenn *G* erwärmt wird, über *B* hinaufsteigen und zwischen den Platindrähten *D* und *B* einen elektrischen Strom schliessen. Sinkt die Temperatur wieder, so wird der Strom unterbrochen. Mittels des Hahns *H* und der langen Glasröhre über demselben kann man leicht etwas Quecksilber in den Apparat hineinbringen oder aus demselben herausnehmen und so bewirken, dass es für eine beliebige Temperatur regulirt. Sollte der Behälter *G* aus Versehen stark erwärmt werden, so wird das Quecksilber gegen *A* hoch hinaufsteigen; dazu ist eine grosse Menge Quecksilber erforderlich, weshalb der Behälter *F* so gross gemacht ist, dass das Quecksilber nicht unter denselben hinabsinken kann, bevor es die ganze Röhre *AD* gefüllt hat. Diese Massregel wurde getroffen um zu verhindern, dass das Chloräthyl in die Torricellische Leere über dem Quecksilber in *AD* hinaufsteige. Da die Unterbrechung des Stromes im luftleeren Raume vorging, entstand kein Funke, obgleich man einen Strom von 0.05 Amp und 220 Volt und eine ziemlich bedeutende Selbstinduktion benutzte. Das Thermometer ist wie schon bemerkt sehr empfindlich und fungirte während der ganzen Arbeit zu vollkommener Zufriedenheit ohne der Besichtigung oder Reparatur zu bedürfen. Die Herstellung bot keine besonderen Schwierigkeiten dar. Nachdem der Apparat mit Quecksilber gefüllt und sorgfältig ausgekocht war, wurde er auf einen Tisch mit dem Behälter *AD* schräg aufwärts gelegt, sodass das Quecksilber *AD* ganz füllte und bis ca. 15 cm. vom obersten Ende von *G* hinaufstieg. Etwas Eis wurde um *G* herum gepackt und



eine reichliche Menge Chloräthyl aus einer Glastube in die Röhre hineingespritzt. Das Eis wurde nun auf kurze Zeit weggenommen, wodurch das Chloräthyl zu lebhaftem Sieden gebracht wurde und alle Luft austrieb; darauf wurde das Eis wieder um die Röhre herum gelegt, sodass es das Chloräthyl umschloss, und die Röhre wurde oben zugeschmolzen. Der Behälter *G* wurde nun in einem Wasserbade von  $25^{\circ}$  angebracht und die Quecksilbermenge mittels des Hahns *H* so abgepasst, dass das Quecksilber gerade bis zum Platindraht *B* hinaufreichte. Das Thermometer wird dann für diese Temperatur reguliren.

Das Gasventil ist in Fig. 2 schematisch dargestellt; es war zwischen die Gasröhren *AA* hineingeschoben an einer Stelle, wo diese senkrecht liefen, und wurde durch die Gummischläuche *BB* damit verbunden. *C* ist eine enge Metallröhre mit Hahn, wodurch das Gas um das Ventil herum passieren kann. Das Ventil selbst ist in den beiden Metallröhren *DD* und *EE* eingeschlossen, die, wie die Figur zeigt, zusammenschraubt und an deren Enden die Gasröhrenstücke *FF* befestigt sind. Ans oberste Gasröhrenstück *F* ist das Solenoid *G* mit dem Eisenkerne *H* befestigt. Das Loch *I* in der Gasröhre bildet die Passage für das Gas. Wenn das Thermometer den elektrischen Strom durch das Solenoid schliesst, wird das Eisenstück *K*, auf welchem die Platte *L* angebracht ist, gehoben, und diese bewirkt dann, wie es aus der Figur leicht hervorgehen wird, dass das Ventil das Durchströmen des Gases völlig verhindert, das jetzt nur durch die Röhre *C* gehen kann. Der unterste Teil des *K* ist cylindrisch abgedreht und passt in die unten verschlossene Messingröhre *M* hinein, in welche Vaselineöl gegossen ist. Wenn der Elektromagnet *K* aufwärts zieht, wird dieses sich ganz langsam bewegen, indem das Vaselineöl durch die enge Passage zwischen *K* und der Messingröhre *M* von *NN* bis *OO* hinabströmen muss. Dieses Dämpfen der Schnelligkeit des Ventildeckels zeigte sich durchaus notwendig, denn ohne diese Vorrichtung würde sich *K*, wenn der Strom geschlossen wird, mit grosser Schnelligkeit aufwärts bewegen und dadurch bewirken, dass die Flammen aller Öfen erlöschten, statt mit schwacher Flamme zu brennen wegen der Gaszuleitung durch die Seitenröhre *C*.

**Die Gasöfen.** Von dem Ventile verlängerten sich die Gasröhren bis zum Fussboden des Zimmers hinab und liefen, auf dem Fussboden liegend, an den Wänden entlang. Die Gasöfen waren aus Eisenblech gemachte Kasten, 80 cm. hoch,  $45 \times 17$  cm. breit. Es wurden vier benutzt, möglichst weit von einander angebracht. Der Kasten aus Eisenblech hatte des Zuges wegen, und damit man das Gas anzünden konnte, einen Ausschnitt unten. Der Ofen wurde quer über der Gasröhre an dem Fussboden befestigt. Die Gasröhre wurde mit einer kurzen Röhre versehen, welche in den Ofen hineinführte, und auf dieser wurde wieder eine horizontale, an beiden Enden verschlossene, mit 8 kleinen Löchern versehene Röhre angebracht. Durch diese strömte das Gas aus und wurde angezündet.

Um den Flammen eine passende Höhe zu geben, wenn das Ventil offen war, wurde über dem Ventile der Hauptröhre ein Hahn angebracht, mit welchem die Gaszuleitung je nach der Jahreszeit regulirt wurde. Des Sommers, wenn nur eine unbedeutende Wärmezufuhr erforderlich war, wurden nur der eine oder zwei der Öfen benutzt. Um die Verbrennungsprodukte wegzuschaffen wurde über alle Öfen eine Ofenröhre gelegt, welche in den Schornstein mündete. Die ganze Aufstellung war natürlich sehr provisorisch, wirkte aber doch zu vollkommener Zufriedenheit. Der Sicherheit wegen wurde so lange die Öfen brannten im Lokal Wache gehalten, wenn nicht gearbeitet wurde. Die Wache musste dann zugleich die Maschine bedienen, welche das Umrühren des Wasserbades besorgte; dieses wird später genauer besprochen werden.

## 2. Pyknometer.

Zu den Bestimmungen des spezifischen Gewichtes bei  $0^{\circ}$  wurde ein Pyknometer der Form benutzt, welche Fig. 3 zeigt, vom Thermometerfabrikanten Richter in Berlin hergestellt.

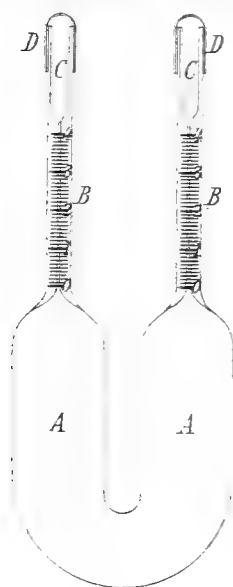


Fig. 3.

Die benutzte Glassorte war Jenaer Normalglas 59<sup>III</sup>. Der Pyknometerbehälter *A* war eine U-förmige Röhre, die ca. 60 ccm. fasste. Die Röhrenstücke *B B* hatten einen inneren Querschnitt von ca. 0,5 mm.<sup>2</sup> und waren ca. 8 cm. lang. Oben dehnte sich der innere Querschnitt aus und bildete die beiden Behälter *C C*, die mit den Kappen *D D* verschlossen werden konnten. Obgleich die Kappen gut zugeschliffen waren, fand es sich bei den Proben, dass sie nicht dicht genug schlossen. Sie wurden deshalb mit Pariser Rot nachgeschliffen, bis die Schleifflächen ganz polirt waren und man rund umher die Farben der dünnen Lamellen sehen konnte, wenn die Kappen trocken aufgesetzt wurden. Dieses Pyknometer wurde mit Nummer 3, die Schenkel und die dazu gehörigen Kappen wurden mit Nummer 5 und 6 bezeichnet. An den Schenkeln wurde, wie die Fig. zeigt, eine sehr feine Millimetertheilung angebracht. An der Rückseite jedes einzelnen Schenkels wurde ein feiner Strich zur Benutzung bei den Parallaxebestimmungen angebracht. Zu den Bestimmungen des spezifischen Gewichtes bei Zimmertemperatur ca.  $25^{\circ}$  wurde Pyknometer Nummer

4, mit den Schenkeln und den dazu gehörigen Kappen Nr. 7 und 8 bezeichnet, benutzt. Es unterschied sich von Pyknometer Nr. 3 nur dadurch, dass die Erweiterungen *C C* fehlten, und dass die Theilungen der Kapillarröhre in Folge dessen von 0 bis 5 cm. gehen konnten, während sie in Pyknometer 3 nur von 0 bis 4 cm. gingen.

Um die Pyknometer zu den Bestimmungen des spezifischen Gewichtes zu benutzen, wie es später näher erklärt werden soll, musste man finden: das Gewicht des leeren Pyknometers mit den Kappen, den Rauminhalt der Glasmasse, den Rauminhalt des Pyknometerbehälters bis zu den beiden Nullstrichen hinauf, die Rauminhalte von den Nullstrichen bis zu jedem Teilstrich an den Schenkeln, den Kompressibilitätskoeffizienten der Glasmasse, die Veränderungen des Rauminhaltes des Pyknometerbehälters bei äusserem und innerem Druck, die Lage der Parallaxestriche an der Rückseite der Schenkel und endlich, was Pyknometer Nr. 4 betrifft, zugleich den thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Glasmasse.

**Die Wägung der leeren Pyknometer** geschah auf die unten beschriebene Weise.

**Der Rauminhalt der Glasmasse** wurde mittels einer hydrostatischen Wage bestimmt, indem das Pyknometer mit den dazu gehörigen Kappen in destillirtem Wasser gewogen wurde. Die gewöhnlichen Korrekturen wurden so angewandt, dass der Rauminhalt mit einem Fehler, der kleiner als 1 mm.<sup>3</sup> ist, bestimmt wurde.

Der Rauminhalt der Glasmasse des Pyknometers 3 war 15·8805 ccm.<sup>3</sup>

- - - - - 4 - 15·5473 ccm.<sup>3</sup>

**Der Rauminhalt des Pyknometerbehälters bis zum Nullstriche** wurde durch eine Reihe von Wägungen mit destillirtem Wasser bestimmt. Da man bei jeder einzelnen Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Meerwassers diesen Wert mittels Wägungen mit destillirtem Wasser korrigirte, war es nicht vonnöten, diese Bestimmung mit grosser Genauigkeit auszuführen. Dass dies dennoch geschehen ist, hat den Zweck die Korrekturen so klein als möglich zu machen.

Wenn die Temperatur der Glasmasse 0° ist, so ist der innere Rauminhalt  $V_0$  bis zu den Nullstrichen beim Gewichte  $p$  von destillirtem Wasser, von welchem bei 0°  $a$  mm.<sup>3</sup> über den Nullstrichen stehen, durch die Formel

$$V_0 = \frac{p - ad_0}{d_0}$$

bestimmt, wobei  $d_0$  das spezifische Gewicht destillirten Wassers bei 0° ist. Für Pyknometer Nr. 3 wurde bei allen Bestimmungen des spezifischen Gewichtes für  $V_0$  ein Wert benutzt, welcher als Mittelwert sämtlicher Wägungen destillirten Wassers bestimmt worden war, die vom 18. Juni bis zum 1. Juli 1900 ausgeführt wurden. Dieser Wert war für Pyknometer Nr. 3  $V_0 = 59·745461$  ccm.<sup>3</sup>.

Ist die Temperatur der Glasmasse z. B. 25°7, so ist der innere Rauminhalt  $V_{25·7}$  des Pyknometerbehälters bis zu den Nullstrichen durch folgende Formel bestimmt, wobei  $p$  das Gewicht destillirten Wassers, von welchem  $a$  mm.<sup>3</sup> über den Nullstrichen bei der Temperatur  $t$  stehen, und  $v_{25·7}$  den Rauminhalt von 1 gr. destillirten Wassers bei 25,°7

bedeutet, während  $\gamma$  der Unterschied zwischen dem Ausdehnungskoeffizient des Wassers und dem des Glases ist

$$V_{25.7} = p[v_{25.7} + \gamma(t - 25.7)] - a.$$

Da  $t - 25.7$  nur eine kleine Grösse ist, wird man aus dieser Formel mit hinlänglicher Genauigkeit  $V_{25.7}$  finden können. Auf ähnliche Weise werden  $V_{24.6}$  und  $V_{24.4}$  gefunden. Es ist so benutzt worden

für Pyknometer Nr. 4	$V_{25.7} = 60.448486$	ccm. <sup>3</sup>	vom 18. Juni bis zum	1. Juli 1900
- - -	$V_{24.4} = 60.447137$	- - -	10. Aug. - -	13. Sept. -
- - -	$V_{24.6} = 60.445708$	- - -	11. Okt. - -	14. Dec. -

Während  $V_{25.7}$  und  $V_{24.4}$  aus denselben Beobachtungen berechnet sind, liegen andere Beobachtungen dem  $V_{24.6}$  zu Grunde.

**Die Rauminhalte  $\alpha$  von den Nullstrichen zu jedem der anderen Teilstriche** an den Pyknometerschenkeln wurden folgendermassen bestimmt. Zuerst wurden mittels einer Mikrometerschraube und des Mikroskops die Teilungsfehler der einzelnen Teilungen bestimmt, dann wurden die Röhren mittels eines ca. 1 cm. langen Quecksilberfadens kalibriert und endlich wurde der absolute Wert des Rauminhaltes zwischen zwei weit von einander liegenden Teilstrichen durch Wägung der dazwischen befindlichen Menge Quecksilber bestimmt. Bei dieser Berechnung des Rauminhaltes wurde auf den Meniscus des Quecksilberfadens, welcher durch eine besondere Ausmessung bestimmt wurde, und auf die Temperatur, bei der die Ausmessungen erfolgten, gebührende Rücksicht genommen. Für Pyknometer Nr. 3 wurde nun für jeden einzelnen Schenkel eine Tabelle berechnet, welche den Rauminhalt  $\alpha$  vom Nullstriche bis zu jedem der Millimeterstriche hinauf, also im ganzen für jeden Schenkel 40 Werte, angibt. Diese Rauminhalte sind unter der Voraussetzung berechnet, dass die Temperatur der Glasmasse  $0^\circ$  war. Für Pyknometer 4 wurden ähnliche Tabellen über  $\alpha$  mit im ganzen 50 Werten für jeden Schenkel in der Voraussetzung berechnet, dass die Temperatur der Glasmasse  $25^\circ$  war. Bei den Bestimmungen des spezifischen Gewichtes wurden an den Pyknometerschenkeln Hundertstel von Millimetern abgelesen, und da der Querschnitt der Schenkel ca.  $\frac{1}{2}$  mm.<sup>2</sup> war, musste man die Werte des  $\alpha$  in den Tabellen und bei den Interpolationen mit Tausendsteln von Kubikmillimetern ausdrücken.

**Die Zusammendrückbarkeit der Glasmasse** wurde nach Landolt und Börnstein zu  $2 \times 10^{-6}$  für eine Atmosphäre gesetzt.

**Die Veränderungen des Rauminhaltes der Pyknometerbehälter bei äusserem und innerem Druck.** Unter der Voraussetzung, dass diese Grössen gleich sind, wurde die Ausdehnung des Glases bei innerem Druck folgendermassen bestimmt. Das Pyknometer wurde bis in die Schenkel hinauf mit destillirtem Wasser gefüllt. Die beiden Schenkel wurden durch Kautschukschläuche und eine T-förmige Röhre mit einem kleinen Kautschukgebläse und

einem Quecksilbermanometer verbunden. Mittels des Kautschukgebläses wurde der Druck auf das Wasser des Pyknometers um ca. 300 mm. Quecksilber vergrössert, und das entsprechende Sinken der Wasseroberflächen in den Schenkeln wurde abgelesen. Indem man nun von der so bestimmten Veränderung des Gesamtvolums die Veränderung des Rauminhaltes subtrahirt, welche durch die Zusammendrückbarkeit des destillirten Wassers bei der vorhandenen Temperatur allein verursacht wird, hat man Daten zur Berechnung der Verminderung des Rauminhaltes, welche in den beiden Schenkeln zusammen entsteht, wenn sich das Glas bei einem innerem Druck von 1 cm. Wasser ausdehnt. Sie war

	für Pyknometer Nr. 3	0·002 mm. <sup>3</sup>
-	—	-
	für Pyknometer Nr. 4	0·003 mm. <sup>3</sup>

**Die Lage der Parallaxestriche** an der Rückseite der Schenkel. Die Ablesungen des Wassers in den Pyknometern und des Standes des Quecksilbers im Thermometer wurden mittels eines Fernrohrs vorgenommen, welches so aufgestellt wurde, dass die Entfernung zwischen Objektiv und Gegenstand ca. 80 cm. war. Das Fernrohr war mit Okularmikrometer mit Fäden wie nebenstehende Fig. 4 versehen. Das liegende Fadenkreuz und die beiden parallelen Fäden dicht neben einander werden von der Mikrometerschraube bewegt. Die Brennweite des Objektivs war 21 cm. Das Okular vergrösserte ca. 10 mal. Ein kleiner Spiegel, 1 cm. lang und 0·6 cm. breit und ohne andere Belegung an der Rückseite als die Versilberung selbst, wurde mittels eines Kautschukrings an der Vorderseite des Pyknometerschenkels angebracht; quer über das Objektiv des Fernrohrs wurde ein dicker, weisser Zwirnsfaden ausgespannt, welcher von einer Glühlampe beleuchtet wurde. Das Fernrohr wurde nun so eingestellt, dass man den festen, horizontalen Faden des Okularmikrometers mit dem Spiegelbilde des Zwirnsfadens im kleinen Spiegel zusammenfallen sah. Die Achse des Fernrohrs wird dann zur Spiegelfläche und dadurch mit hinlänglicher Genauigkeit zum Pyknometerschenkel senkrecht sein. Sodann wurde das Fernrohr auf den Pyknometerschenkel selbst eingestellt und die Lage des Parallaxestriches bestimmt. Für Pyknometer Nr. 3, Schenkel 5, liegt der Parallaxestrich an der Teilung: 2·023, Schenkel 6: 2·029. Für Pyknometer Nr. 4, Schenkel 7: 2·521, Schenkel 8: 2·520. Bei jeder Ablesung des Standes des Wassers im Pyknometerschenkel wird zugleich die Lage des Parallaxestriches abgelesen. Ist die Achse des Fernrohrs nicht senkrecht zum Schenkel, und findet man, dass der Parallaxestrich  $X$  mm. zu hoch gelegen ist, muss man von der Ablesung des Standes des Wassers  $\frac{X}{2}$  abziehen.

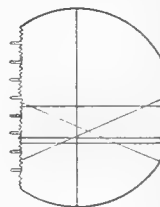


Fig. 4.

Die Mikrometertrommel war in 100 Teile geteilt, und eine Ablesung wurde nun auf die Weise vorgenommen, dass man mittels des Fernrohrs den Stand des Wassers ablas, indem man Zehntel von Millimetern z. B. 1·63 schätzte.

Darauf wurden die parallelen Fäden des Mikrometers auf den Teilstrich 1·6, sodann auf den Meniskus des Wassers und dann auf den Teilstrich 1·7 eingestellt, und die Ablesungen an der Mikrometertrommel jedesmal notirt. Dieselbe Operation wird wenigstens noch einmal wiederholt, und auf ganz ähnliche Weise wird darauf die Lage des Parallaxestriches bestimmt. Als Beispiel diene eine Bestimmung des Standes des Wassers im Schenkel 6 mit der dazu gehörigen Ausrechnung nach dem Journale:

## Schenkel 6

Ablesung nach Schätzung	Ablesungen an der Mikrometertrommel		Ablesungen an der Mikrometertrommel					
	Teilstrich 1·6	Meniskus	Teilstrich	Der Parallaxestrich	Teilstrich			
1·63	57 <sub>45</sub>	(1)02 <sub>175</sub>	59 <sub>44</sub>	(1)00 <sub>173</sub>	2·0	56 <sub>44</sub>	58 <sub>39</sub>	58 <sub>40</sub>
	Teilstrich 1·7	(2)32	(2)32	Teilstrich	2·1	(2)29	(2)29	(2)31
			<b>26</b>	<b>25</b>			<b>25</b>	<b>23</b>
Die Mikrometer- ablesung	<b>1·625</b>							
Parallaxekorr. +	<b>2</b>							
Korr. Ables.	<b>1·627</b>							

Die Zahlen mit den kleinen Typen, welche zwischen den Ablesungen an der Mikrometertrommel für den zuerst angeführten Teilstrich und den Meniskus oder den Parallaxestrich angebracht sind, sind die Differenz zwischen den dazu gehörigen Ablesungen. Die unterste Zahl mit den kleinen Typen ist die Differenz zwischen den Ablesungen für die beiden Teilstriche. Für die erste Ablesung des Meniskus hat man also den Stand  $\frac{45}{175}$  mm. = 0·26 mm.; das ist die Zahl, welche mit fetten Typen gedruckt ist. Ebenso für die übrigen Ablesungen. Die beiden Ablesungen des Meniskus haben also, statt der Ablesung nach Schätzung 1·63, 1·626 und 1·625 gegeben, während die drei Ablesungen des Parallaxestrichs 2·025, 2·023 und 2·023 gegeben haben. Wird nur die erste dieser Ablesungen benutzt, so ist der Parallaxestrich, dessen Platz ohne Parallaxe 2·029 ist, also um 0·004 mm. zu niedrig abgelesen. Die Korrektion für den Meniskus ist folglich — 0·002. Wird diese Korrektion zur Meniskusablesung 1·625 addirt, so bekommt man den Stand 1·627. Werden die Parallaxestrichablesung 2·023 und die Meniskusablesung 1·626 benutzt, so bekommt man dasselbe Resultat. Eine Ablesung der beiden Schenkel eines Pyknometers dauerte auf diese Weise ca. 5 Minuten.

War die Oberflächenspannung abnorm, so wurde zugleich die Entfernung  $h$  zwischen der Tangentialebene an den Meniskus und der Kante, wo Wasser, Glas und Luft zusammenstossen, abgelesen; der Rauminhalt  $v$  des Wassers über dem untersten Punkte des Meniskus wurde aus  $v = \frac{\pi}{2} h (\rho^2 - \frac{1}{3} h^2)$  berechnet, wo  $\rho$  der Radius der Röhre ist. Bei vollständiger Benetzung ( $h = \rho$ ) ist  $v = 0·067$  mm.<sup>3</sup>; bei unvollständiger Benetzung ist eine

Korrektion anzuwenden, welche einer Tabelle, aus der  $\text{Korr.} = -\left(0.067 - \frac{\pi}{2}h(\rho^2 - \frac{1}{3}h^2)\right)$  berechnet, entnommen wird.

Die thermische Ausdehnung der Glasmasse für Pyknometer 4 wurde durch direkte Beobachtung mit destillirtem Wasser bestimmt, indem das Steigen in den Pyknometerschenkeln für eine gewisse Temperatursteigerung gemessen wurde. Es fand sich, dass der Ausdehnungskoeffizient innerhalb der Versuchsfehler mit dem von M. THIESEN, K. SCHEEL und L. SELL (Zeitschrift für Instrumentenkunde 16 pag. 49, 1896) für Jenaer Glas 59<sup>III</sup> gefundenen übereinstimmte, und er wurde gleich  $17.17 \times 10^{-6}$  gesetzt.

### 3. Thermometer und Temperaturbestimmung.

Bei den Bestimmungen des spezifischen Gewichtes bei Zimmertemperatur wurde das Pyknometer in ein Wasserbad getaucht, welches später genauer beschrieben wird. Die Temperatur des Wasserbades wurde so konstant, wie nur möglich, gehalten und bei jeder Ablesung des Pyknometerstandes bestimmt. Bei dieser Temperaturbestimmung wurde ein mit Nr. 54 bezeichnetes Stabthermometer benutzt, welches, wie die Pyknometer, von Thermometerfabrikant Richter in Berlin aus Jenaer Normalglas 59<sup>III</sup> gefertigt war. Der Behälter desselben hatte eine Länge von 8 cm., einen äusseren Durchmesser von 5.5 mm. Der Abstand von dem oberen Teile des Behälters bis zum Anfang der Skala betrug 15 cm. Die Skalenteile waren  $\frac{1}{10}$  Grade, gingen von  $\div 5^\circ$  bis zu  $42^\circ$  und erstreckten sich über 38 cm. Jeder Grad hatte also eine Länge von ca. 0,8 cm. Die Thermometer-röhre hatte einen kreisförmigen Querschnitt. Zu den Ausdehnungsbestimmungen wurden Thermometer ähnlicher Art bestellt. Um den wahren Wert der Einteilungen zu finden, wurde ein ähnliches Thermometer mit Skala von  $0^\circ$ — $50^\circ$ , über der Skala mit einer Erweiterung versehen, und dann mit Skala von  $98^\circ$ — $102^\circ$  bestellt. Dieses Thermometer sollte auf der physikalisch-technischen Reichsanstalt vollständig untersucht werden, konnte aber leider vor Abschluss der Arbeit nicht geliefert werden. Als Normalthermometer wurde deshalb ein altes, aber sehr gutes Thermometer, mit Nr. 4547 bezeichnet, angewendet, welches der physikalischen Sammlung der polytechnischen Lehranstalt gehört. Dieses Thermometer ist von Tonnelot gefertigt, die Glasmasse ist »verre dur«. Die Skala hat  $\frac{1}{10}$  Grade und geht von  $0^\circ$ — $100^\circ$ . Die Länge eines jeden  $\frac{1}{10}$  Grades ist ca. 0,6 mm. Das Thermometer ist auf dem »Bureau international des poids et mesures« untersucht und mit einer vollständigen Korrektionstabelle versehen.

Um die Korrekturen des Thermometers Nr. 54 zu bestimmen, wurden zuerst die Teilungsfehler durch Ausmessung auf einer Teilmaschine bestimmt. Dann wurde die Röhre mittels eines Quecksilberfadens von  $1^\circ$  Länge von  $17^\circ$ — $30^\circ$  kalibriert und dann Thermometer Nr. 54 bei  $18^\circ$ ,  $21^\circ$ ,  $24^\circ$ ,  $27^\circ$ ,  $30^\circ$  mit dem Normalthermometer 4547 verglichen, worauf die Nullpunkte für beide Thermometer bestimmt wurden. Die Vergleichung wurde in der Weise unternommen, dass beide Thermometer in ein grosses cylindrisches Dewar'sches Gefäss, welches Wasser enthielt, gesenkt wurden. Mittels des Regulatorthermometers und der Gasöfen wurde die Temperatur des Zimmers regulirt, sodass sie genau diejenige wurde, bei welcher jede einzelne Vergleichung stattfinden sollte. Die Ablesung fand mit

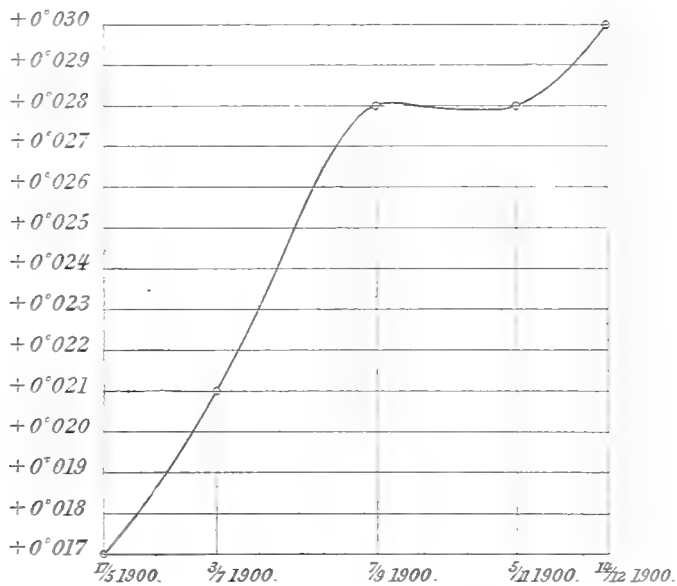


Fig. 5.

dem Seite 41 beschriebenen Fernrohre statt, Parallaxenfehler wurden in der an derselben Stelle erwähnten Weise vermieden, indem kleine Spiegel an derjenigen Stelle der Thermometerröhre befestigt wurden, wo die Ablesung unternommen werden sollte. Diese Methode wurde sicherer und namentlich leichter anwendbar gefunden, als das gewöhnliche Verfahren, wo man das Thermometer um seine Achse dreht und dann den Stand sowohl von der Vorderseite als auch von der Rückseite abliest. Wurde die Vergleichung bei  $18^\circ$  und  $30^\circ$  zu Grunde gelegt, so fand man, dass der Fehler der Differenz dieser beiden Punkte verschwindend war. Mittels der Ergebnisse des Kalibrierens, der Korrekturen des Wasserstoffthermometers u. s. w. wurde jetzt eine Tabelle über die jedem einzelnen Zehntelgradstrich entsprechende Temperatur berechnet, wie auch über diejenigen Temperaturen, welche



dem am Thermometer 54 bei den Vergleichen bei 21°, 24° und 27° abgelesenen Stande entsprechen. Da diese Temperaturen dieselben wie die durch das Normalthermometer bestimmten waren, hatte man eine Kontrolle der Sicherheit der Korrekionsbestimmungen. In der Tabelle über die einem jeden Skalenteile entsprechenden Temperaturen sind Teilungsfehler und Kaliberfehler aufgenommen, und ferner der Fehler für den inneren Druck, indem das Thermometer immer in vertikaler Stellung benutzt wurde. Die Angaben müssen dann beim Gebrauche durch den Nullpunktfehler und die Korrektion für äusseren Druck korrigiert werden. Der Nullpunkt des Thermometers wurde 5 mal während der Versuchsreihen bestimmt, und die Veränderungen wurden wie in Fig. 5 graphisch dargestellt, wo die Angaben des Thermometers bei Temperatur 0° als Ordinaten, die Zeit als Abszisse eingezeichnet sind. Aus dieser Kurve wurde die Nullpunktkorrektion für jeden einzelnen Tag während der Versuche bestimmt.

Bei den täglichen Temperaturbestimmungen wurde das Thermometer ebenfalls mittels Ablesefernrohrs abgelesen. Eine elektrische Glühlampe wurde zwischen dem Fernrohre und dem Thermometer ein wenig ausserhalb der Fernrohrachse angebracht; dadurch wurde ein Stück weisses Papier beleuchtet, welches dicht hinter das Thermometer gestellt wurde und so den Hintergrund für die Ablesung des Quecksilbermeniskus und des sich am nächsten oberhalb des Quecksilbers befindenden Teilstriches bildete. Der sich am nächsten unter der Oberfläche des Quecksilbers befindende Teilstrich wurde deutlich vor dem erleuchteten Quecksilber als Hintergrund gesehen. Die Fernrohrachse wurde bei jeder Ablesung senkrecht zum Thermometer gestellt, indem der erwähnte kleine Spiegel auf der Thermometerröhre unmittelbar oberhalb oder unterhalb der Oberfläche des Quecksilbers angebracht wurde.

---

#### 4. Wage und Wägungen.

---

Zur Bestimmung des Gewichtes des Pyknometers wurde eine Wage von Paul Bunge in Hamburg benutzt. Diese Wage ist in der Preisliste der Firma S. 21 abgebildet und genauer beschrieben. Hier soll nur angeführt werden, dass die Schalen umgetauscht werden konnten, ohne dass man nötig hatte den Wagekasten zu öffnen, und ferner, dass der Zeiger mit einer Skala versehen war, welche durch ein in der Vorderseite des Wagekastens fest angebrachtes, mit Fadenkreuz versehenes Mikroskop zehnfach vergrössert abgelesen werden konnte. Das Ablesen mittels des Mikroskops wurde bei jeder Wägung benutzt.

Der Umtausch der Schalen wurde mittels einer Handhabe unter der Wage, das Arretiren mittels einer Handhabe auf der linken Seite des Wagekastens ausgeführt. Für

die Anwendung dieser Handhaben gilt die Regel, dass die Handhabe unter der Wage nur bewegt werden darf, wenn die Arretirhandhabe gegen den Observator gerichtet ist, und dass die Arretirhandhabe nur bewegt werden darf, wenn die Handhabe unter der Wage in einer von ihren äusseren Stellungen steht.

Eine jede Wägung wird jetzt in der folgenden Weise unternommen. Nachdem die Arretirhandhabe gegen den Observator gestellt worden ist, wodurch die Schalen von den Gehängen gehoben werden, sodass sie umgetauscht werden können, wird die Handhabe unter der Wage so weit wie möglich nach rechts gedreht, wenn sie nicht schon so steht. Das Pyknometer oder der zu wägende Gegenstand wird auf die rechte Schale gelegt, die Handhabe nach links gedreht, und die Gewichtstücke werden auf diejenige Schale gelegt, welche jetzt rechts ist. Die Handhabe unter der Wage wird rechts gedreht und die Thür des Kastens geschlossen. Dann wartet man eine halbe Stunde, damit die Luft

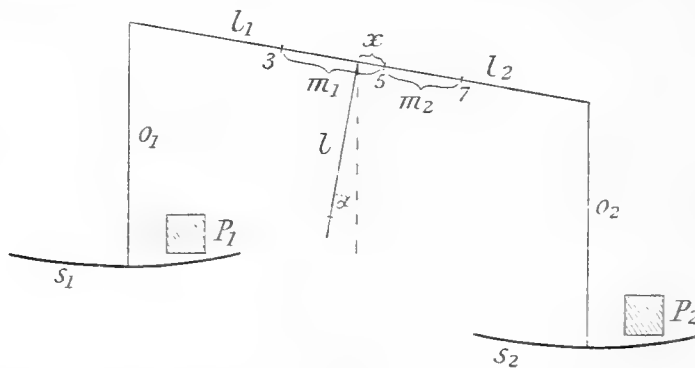


Fig. 6.

in dem Wagekasten in Ruhe versetzt und die Temperatur ausgeglichen werde u. s. w., und die Wägung selbst beginnt damit, dass die Handhabe unter der Wage links gedreht wird, die Wage wird mittels der Arretirhandhabe ausgelöst, und 7 auf einander folgende Ausschläge werden durch das Mikroskop beobachtet und aufnotirt. Die Wage wird arretirt, die Handhabe von links nach rechts gedreht und 7 auf einander folgende Ausschläge werden wiederum beobachtet und aufnotirt, indem man immer den ersten Ausschlag links nimmt. Es ist nun eine Doppelwägung ausgeführt; dieselbe wird wiederholt. Temperatur und Feuchtigkeitsgrad in dem Wagekasten werden abgelesen und der Luftdruck bestimmt. Aus den 7 Ausschlägen bei links gedrehter Handhabe wird die Gleichgewichtslage bestimmt, indem man die Ausschläge links positiv, rechts negativ rechnet. Das Mittel aus dem ersten und zweiten Ausschlage links wird gebildet, und davon zieht man den ersten Ausschlag rechts ab. Das Mittel aus dem ersten und zweiten Ausschlage rechts wird gebildet und von dem ersten Ausschlage links abgezogen. Das Mittel aus dem zweiten und dritten Ausschlage links wird gebildet, und davon wird der zweite Ausschlag rechts abgezogen

u. s. w. In dieser Weise werden 5 Differenzen gebildet, deren Mittel ausgerechnet wird und die Gleichgewichtslage bei links gedrehter Handhabe darstellt. In ähnlicher Weise wird die Gleichgewichtslage bei rechts gedrehter Handhabe ausgerechnet. Ein Milligrammgewichtstück wird auf die Schale mit den Gewichtsstücken gelegt, und die beiden neuen Gleichgewichtslagen werden durch dieselbe Mittelbildung wie vorher bestimmt.

Die Belastung wird von der Wage genommen und die Gleichgewichtslage wieder bestimmt. In Fig. 6 vertreten  $l_1$  und  $l_2$  die Längen der beiden Balkenarme,  $V$  das Gewicht des Wagebalkens,  $0_1$  und  $0_2$  das Gewicht der Gehänge,  $s_1$  und  $s_2$  das Gewicht der Schalen, welche umgetauscht werden können,  $P_1$  und  $P_2$  bedeuten die Gewichte, welche auf die Schalen gelegt sind.  $l$  ist der Abstand zwischen dem Rande der mittelsten Schneide und dem Schwerpunkt des Wagebalkens.  $a_0$  ist der Ausschlag bei unbelasteten Schalen und links gedrehter Handhabe,  $a$  der Ausschlag bei belasteter Wage;  $a'_0$  und  $a'$  sind die Ausschläge bei unbelasteter und belasteter Wage und rechts gedrehter Handhabe. Es ist dann angenähert für kleine Ausschläge bei links gedrehter Handhabe:

$$l_1 (0_1 + s_1) + Vl a_0 = l_2 (0_2 + s_2)$$

und  $l_1 (0_1 + s_1 + P_1) + Vl a = l_2 (0_2 + s_2 + P_2)$

Bei rechts gedrehter Handhabe gelten die Gleichungen:

$$l_1 (0_1 + s_2) + Vl a'_0 = l_2 (0_2 + s_1)$$

$$l_1 (0_1 + s_2 + P_2) + Vl a' = l_2 (0_2 + s_1 + P_1)$$

Aus den beiden ersten Gleichungen erhält man durch Subtraktion:

$$l_1 P_1 + Vl (a - a_0) = l_2 P_2$$

aus den beiden letzteren:

$$l_1 P_2 + Vl (a' - a'_0) = l_2 P_1$$

und aus diesen beiden Gleichungen wieder:

$$P_1 - P_2 = \frac{Vl}{l_1 + l_2} (a' - a - (a'_0 - a_0))$$

Aus diesem geht hervor, dass man bei jeder Wägung den Ausschlag, wenn die Handhabe links steht, ( $a$ ), von dem Ausschlag, wenn die Handhabe rechts steht, ( $a'$ ), abziehen muss. Diese Differenz kann als die durch Doppelwägung gefundene Gleichgewichtslage betrachtet werden.

Es sei, wie oben,  $P_2$  das Gewicht der Gewichtsstücke; dann bestimmt man die Empfindlichkeit der Wage dadurch, dass man 1 mgr. auf die Wageschale mit dem Gegenstande legt. Sind dann  $a_1$  und  $a'_1$  die Ausschläge bei links und rechts gedrehter Handhabe, so ist:

$$P_1 - P_2 + 1 = \frac{Vl}{l_1 + l_2} (a'_1 - a_1 (-a'_0 - a_0))$$

Hieraus ergibt sich:

$$P_1 = P_2 + \frac{a' - a - (a'_0 - a_0)}{a'_1 - a_1 - (a' - a)}$$

Im Anfange der Wägungen wurde die Empfindlichkeit recht oft bestimmt; da es sich indessen herausstellte, dass sie nicht konstant war und mit keiner bestimmaren Gesetzmässigkeit variierte, so zog man es vor, die Empfindlichkeit bei jeder einzelnen Wägung zu bestimmen. Um dieses bei geschlossenem Wagekasten thun zu können, wurde der Reitermechanismus benutzt, welcher bisher nicht angewendet worden war. Wie gewöhnlich auf Binges Wagen war das Reiterlineal in 100 Teile, mit fortlaufender Skala über die ganze Länge des Lineals, geteilt; die Skala ging von links nach rechts, und die Mitte des Lineals war mit 5 bezeichnet.

Nennt man den horizontalen Abstand von der Marke 5 bis zu dem Rande der mittelsten Schneide  $x$ , während die Abstand von Marke 3 bis zu Marke 5 mit  $m_1$ , und der Abstand von Marke 5 bis zu Marke 7 mit  $m_2$  bezeichnet werden, und ist das Gewicht des Reiters  $R$ , so ist, wenn die Handhabe links und

$$\begin{aligned} \text{der Reiter auf 5 steht: } & l_1 (0_1 + s_1) + Vl a_0 = l_2 (0_2 + s_2) + Rx \\ \text{der Reiter auf 7 steht: } & l_1 (0_1 + s_1) + Vl a = l_2 (0_2 + s_2) + R(m_2 + x) \end{aligned}$$

und wenn die Handhabe rechts und

$$\begin{aligned} \text{der Reiter auf 5 steht: } & l_1 (0_1 + s_2) + Vl a'_0 = l_2 (0_2 + s_1) + Rx \\ \text{der Reiter auf 3 steht: } & l_1 (0_1 + s_2) + Vl a' = l_2 (0_2 + s_1) + R(x - m_1) \end{aligned}$$

Aus diesen Gleichungen ergibt sich durch Subtraktion:

$$\begin{aligned} Vl(a - a_0) &= Rm_2 = \pi l_2 \\ \text{und } Vl(a' - a'_0) &= \div Rm_1 = \div \pi l_1 \end{aligned}$$

wo  $\pi$  das Gewicht des Gewichtstückes ist, welches auf die rechte Schale gelegt, wenn die Handhabe links steht, denselben Ausschlag gibt, wie der Reiter, auf 7 und, nach Umtausch der Schalen, auf 3 angebracht. Als Bedingung dafür, dass der Reiter in dieser Weisedurch ein Gewichtstück ersetzt werden kann, gilt die Gleichung  $\frac{m_2}{m_1} = \frac{l_2}{l_1}$ , welche erfüllt ist, da innerhalb der hier besprochenen Grenzen  $l_1 = l_2$  und  $m_1 = m_2$  ist.

$$\text{Es ist dann: } \div Vl(a' - a - (a'_0 - a_0)) = \pi(l_1 + l_2) \quad (1)$$

Wird der Reiter immer auf 5 gehalten, so ist bei einer Belastung von  $p$  mgr.,

wenn die Handhabe links steht:

$$\begin{aligned} l_1 (0_1 + s_1 + p) + Vl a_2 &= l_2 (0_2 + s_2) + Rx \\ l_1 (0_1 + s_1) + Vl a_0 &= l_2 (0_2 + s_2) + Rx \end{aligned}$$

wenn die Handhabe rechts steht:

$$\begin{aligned} l_1 (0_1 + s_2) + Vl a'_2 &= l_2 (0_2 + s_1 + p) + Rx \\ l_1 (0_1 + s_2) + Vl a'_0 &= l_2 (0_2 + s_1) + Rx \end{aligned}$$

woraus durch Subtraktion

$$Vl (a'_2 - a_2 - (a'_0 - a_0)) = p (l_1 + l_2) \quad (2)$$

Aus (1) und (2) durch Division:

$$\pi = \div p \frac{a'_2 - a_2 - (a'_0 - a_0)}{a'_2 - a_2 - (a'_0 - a_0)} \quad (3)$$

Werden nun  $p$  mgr. auf die linke Schale gelegt, und der Reiter zuerst auf 7 gesetzt und dann auf 3 hingeschoben, während gleichzeitig die Schalen umgetauscht werden, so erhält man durch ein ähnliches System von Gleichungen und dieselbe Behandlung wie vorher, mit Bezeichnungen, welche schwerlich eine Erklärung nötig haben:

$$- Vl (a'_1 - a_1 - (a'_0 - a_0)) + p (l_1 + l_2) = \pi (l_1 + l_2)$$

Durch Division mit (2) ergibt sich:

$$\pi = p \div \frac{a'_1 - a_1 - (a'_0 - a_0)}{a'_2 - a_2 - (a'_0 - a_0)} p$$

Für das Gewicht  $p$  wurde ein 1.0059 mgr. schweres Gewichtstück benutzt. Aus der letzten Gleichung ergab sich dann:

$$\pi = 1.068 \text{ mgr.}$$

während Gleichung (3)

$$\pi = 1.072 \text{ mgr. gab.}$$

Der Mittelwert dieser Bestimmungen wurde dann bei den Empfindlichkeitsbestimmungen angewendet, indem dieses Gewicht durch den Reiter vertreten wird, wenn derselbe bei einer Doppelwägung von der Marke 7 bis zur Marke 3 oder umgekehrt geschoben wird, während gleichzeitig die Schalen umgetauscht werden.

**Die Gewichtstücke.** Die bei den Wägungen angewendeten Gewichtstücke wurden von Bunge in Hamburg geliefert. Die Stücke von 1—100 gr. waren aus platinirtem Argentan, die kleineren Stücke aus Quarz. Nach der vollständigen Korrektion dieses Gewichtszettes sprang eine Ecke von einem Quarzstücke ab. Die Gewichtstücke aus Quarz wurden dann ganz und gar kassirt, und an ihrer Stelle wurde ein ganz gewöhn-

licher Gewichtsatz aus Platinblech angeschafft. Die scharfen Kanten wurden mit einer Feile von diesen Gewichtstücken weggenommen, worauf die Kanten mit einem blanken Stahle geglättet wurden.

Das Volumen der Argentangewichtstücke wurde aus dem spezifischen Gewichte des 100 gr. Gewichtstückes berechnet, welches direkt durch Wägung in destillirtem Wasser bei ca. 25° bestimmt wurde. Das Volumen der Platingewichtstücke wurde aus dem bekannten spezifischen Gewichte des Platins berechnet und in einer Tabelle verzeichnet.

Die ersten wirklich ausgeführten Wägungen wurden anlässlich einer Vergleichung der Gewichtstücke unternommen. Das Gewichtssystem war 1, 2, 2', 5, und die Vergleichung wurde nach dem folgenden Schema ausgeführt:

$$\begin{aligned} & 5 + 2 + 2' + 1 = 10 \\ & 10 + 5 + 2 + 2' + 1 = 20 \\ & 10 + 5 + 2 + 2' + 1 = 20' \\ & \qquad \qquad \qquad 20 = 20' \\ & 50 = (20 + 20' + 10) \end{aligned}$$

Wo eine Vergleichung von Gewichtstücken verschiedenen spezifischen Gewichtes stattfand, musste natürlich der Auftrieb der Luft berücksichtigt werden, weshalb Temperatur, Feuchtigkeit und Luftdruck bestimmt wurden.

Die Vergleichung wurde in der Weise ausgeführt, dass die Gleichgewichtslage bei unbelasteter Wage zuerst durch zwei Doppelwägungen bestimmt wurde; dann wurden die Gewichtstücke aufgelegt und der Wagekasten geschlossen; nach einer halben Stunde wurden zwei Doppelwägungen ausgeführt, die Gewichtstücke herausgenommen und der Wagekasten geschlossen; wiederum verging eine halbe Stunde, worauf die Gleichgewichtslage bei unbelasteter Wage bestimmt wurde u. s. w. Als Beispiel einer solchen einzelnen Vergleichung führe ich den folgenden Auszug aus dem Journale an. Die Ausschläge sollen alle mit 100 dividirt werden.

1900 <sup>23</sup> / <sub>5</sub> 3 h. 20 m. p. m. Jacobsen beob.			hum. (Feuchtigkeit) 56%, Temp. 25,°15, Luftdruck 759,2		
Bei links gestellter Handhabe			Bei rechts gestellter Handhabe		
Belastung der linken Schale . . . . . 0					
Belastung der rechten Schale . . . . . 0					
Ausschlag links	Ausschlag rechts	Mittel	Ausschlag links	Ausschlag rechts	Mittel
132			89		
	139	— 0,090		125	— 0,375
128		— 0,085	86		— 0,375
	134	— 0,085		122	— 0,380
123		— 0,090	82		— 0,385
	130	— 0,095		119	— 0,390
118			78		
	Mittel	— 0,089		Mittel	— 0,381

Ausschlag links	Ausschlag rechts	Mittel	Ausschlag links	Ausschlag rechts	Mittel
118			42		
	126	— 0,105		79	— 0,385
113		— 0,110	39		— 0,390
	122	— 0,110		77	— 0,390
109		— 0,110	37		— 0,385
	118	— 0,105		74	— 0,375
106			36		
	Mittel — 0,108			Mittel — 0,385	
Erste Wägung gibt Gleichgewichtslage			$\frac{-0,381 - (-0,089)}{2} = -0,146$		
Zweite Wägung gibt Gleichgewichtslage			$\frac{-0,385 - (-0,108)}{2} = -0,139$		
			Mittel — 0,142		

Die Bedeutung der Zahlen der folgenden Schemata ist eine den schon angeführten ganz analoge und bedarf keiner besonderen Erklärung.

1900 <sup>23</sup>/<sub>5</sub> 4 h. 00 m. p. m. Jacobsen beob. hum. 56 %, Temp. 25,° 00, Luftdruck 759,5  
 Belastung der linken Schale . . . . . 5 gr.  
 Belastung der rechten Schale . . . . . 2 + 2' + 1 gr.

Ausschlag links	Ausschlag rechts	Mittel	Ausschlag links	Ausschlag rechts	Mittel
127			92		
	133	— 0,085		128	— 0,380
122		— 0,095	88		— 0,370
	130	— 0,100		122	— 0,360
118		— 0,095	84		— 0,360
	125	— 0,095		118	— 0,360
113			82		
	Mittel — 0,094			Mittel — 0,366	
82			103		
	92	— 0,120		137	— 0,360
78		— 0,120	99		— 0,355
	88	— 0,110		132	— 0,345
76		— 0,110	96		— 0,345
	86	— 0,120		129	— 0,350
72			92		
	Mittel — 0,116			Mittel — 0,351	
Erste Wägung gibt Gleichgewichtslage			$\frac{-0,366 - (-0,094)}{2} = -0,136$		
Zweite Wägung gibt Gleichgewichtslage			$\frac{-0,351 - (-0,116)}{2} = -0,118$		
			Mittel = — 0,127		

1900 <sup>23</sup>/<sub>5</sub> 4 h. 35 m. p. m. Hansen beob. hum. 57 %, Temp. 25,° 07, Luftdruck 759,7

Belastung der linken Schale ..... 0

Belastung der rechten Schale ..... 0

Ausschlag links	Ausschlag rechts	Mittel	Ausschlag links	Ausschlag rechts	Mittel
123			109		
	129	— 0,080		149	— 0,425
119		— 0,075	104		— 0,425
	124	— 0,075		144	— 0,420
114		— 0,080	100		— 0,420
	120	— 0,080		140	— 0,410
110			98		
	Mittel — 0,078			Mittel — 0,420	
45			32		
	52	— 0,080		72	— 0,410
43		— 0,080	30		— 0,410
	50	— 0,080		70	— 0,405
41		— 0,085	29		— 0,405
	49	— 0,090		69	— 0,405
39			28		
	Mittel — 0,083			Mittel — 0,407	

Erste Wägung gibt Gleichgewichtslage  $\frac{-0,420 - (-0,078)}{2} = -0,171$

Zweite Wägung gibt Gleichgewichtslage  $\frac{-0,407 - (-0,083)}{2} = -0,162$

Mittel — 0,166

Die beiden ersten Wägungen bei unbelasteter Wage gaben — 0,142

Mittel — 0,154

Wenn man dieses von der Gleichgewichtslage — 0,127 bei belasteter Wage subtrahiert, erhält man + 0,027. Indem man vorher die Empfindlichkeit angenähert als 0,990 bestimmt hat (d. h. der Ausschlag bei 1 mgr. Belastung), so ist also

$$5 - 2 - 2' - 1 \text{ gr.} = 0,027$$

Solcher Gleichungen erhält man 5 zur Bestimmung der Gewichte der 4 Gewichtstücke. Das Gewicht des Milligrammstückes setzt man einstweilen = 1 mgr., und das Gewicht der übrigen Gewichtstücke wird dann nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet. Die Summe der Argentangewichtstücke von 1 gr.—50 gr. wurde jetzt als Einheit genommen, und eine Tabelle über das Gewicht der einzelnen Gewichtstücke wurde berechnet.

Durch Vergleichung der nach der Methode der kleinsten Quadrate berechneten Werte der Gewichtstücke und der direkt beobachteten Werte (besser: der Differenz der



Gewichte der Gewichtstücke) ergab sich, dass der mittlere Fehler für die einzelne Wägung 0,0038 mgr. war.

**Hilfsapparate bei den Wägungen.** Um die Wage gegen Strahlungswärme von Lampen, Observator u. s. w. zu schützen, wurde der Wagekasten ganz mit Karton bedeckt, welcher mit blankem metallischem Nickel überzogen war. Von einer hinter und über der Wage angebrachten Glühlampe fiel das Licht durch ein kleines Loch in dem Karton in den Wagekasten hinein, wo es von zwei kleinen Spiegeln auf die Skala des Zeigers reflektirt wurde. In dem Wagekasten wurden ein Haarhygrometer, durch welches die Feuchtigkeit bestimmt wurde, und ein Stabthermometer mit Skalenteilen von  $\frac{1}{10}$  Graden angebracht. Der Luftdruck wurde an einem Quecksilberbarometer mit verschiebbarer Messingskala abgelesen. Durch zwei kleine Mikroskope mit Fadenkreuz wurde auf das Quecksilber sowohl oben als unten eingestellt.

Es wurde also eine nicht geringe Sorgfalt auf die Bestimmung des Auftriebes der Luft bei den Wägungen angewendet; es stellte sich jedoch bald heraus, dass der Antrieb auch so nicht mit hinreichender Genauigkeit bestimmt werden konnte. Man entschied sich deshalb dafür, die Differenz des Auftriebes auf beiden Schalen und dadurch natürlich auch die Variationen des Auftriebes auf ein Minimum zu reduzieren. Dieses erreichte man, indem man Tarirkörper mit annähernd gleichem Volumen und Gewicht wie die zu wägenden Körper benutzte.

Bei den Wägungen der leeren Pyknometer, welche bisweilen wiederholt wurden, um sich zu versichern, dass das Gewicht nicht durch Auflösung, Abnutzung oder abgesprungene Glasstücke verändert war, wurde ein Tarirkörper benutzt, aus einem gläsernen Flaschenstöpsel mit einem ganz kleinen inneren Hohlraume bestehend. Dieser Stöpsel wurde in einer Glasschleiferei abgeschliffen, sodass er fast ganz dasselbe Gewicht hatte wie ein jedes der leeren Pyknometer mit den Kappen, das Volumen wurde auch annähernd richtig gefunden. Der Tarirstöpsel war abgeschliffen und polirt, sodass er keine scharfen Kanten hatte.

Bei den Wägungen der mit Wasser gefüllten Pyknometer wurde ein in der folgenden Weise gefertigter Tarirkörper benutzt. Beim Glasbläser Richter wurde ein Pyknometer von derselben Form und Grösse wie Pyknometer 3 und 4 bestellt, doch so, dass die Pyknometerröhren weder von ausgesuchtem Kaliber noch mit Kappen versehen sein sollten. Durch Aufblasen wurde dafür gesorgt, dass dieses Tarirpyknometer, nachdem die Schenkel bedeutend gekürzt waren, beinahe ganz dasselbe innere Volumen erhielt, wie die Pyknometer 3 und 4; die Schenkel wurden seitwärts gebogen, da das Tarirpyknometer sonst zu hoch gewesen sein würde um bei den Doppelwägungen unter dem Mikroskope vorbeizupassiren.

Danach wurde das Tarirpyknometer fast ganz mit Wasser und einer kleinen Menge

Quecksilber gefüllt, sodass es beinahe ganz dasselbe Gewicht wie die Pyknometer 3 und 4, mit Wasser gefüllt, erhielt. Endlich wurden beide Schenkel zugeschmolzen.

Die Gewichte des Tarirstöpsels und des Tarirpyknometers wurden durch direkte Vergleichung mit den Gewichtstücken bestimmt, indem der Auftrieb der Luft sorgfältigst berücksichtigt wurde. Diese Bestimmungen wurden vor dem Anfange der eigentlichen Bestimmungen der spezifischen Gewichte ausgeführt. Die genauen Volumen der Tarirkörper wurden durch sorgfältige Wägungen in destillirtem Wasser bestimmt. Die Resultate davon ergeben sich aus der folgenden Tabelle:

	Gewicht in gr.	Volumen in ccm.		Gewicht in gr.	Volumen in ccm.
Tarirstöpsel . . .	30,994726	12,9706	Tarirpyknom. . . .	96,935560	76,744
Pyknom. 3 leer	37,68	15,8805	Pyknom. 3 . . . .	97,4	75,8
Pyknom. 4 leer	36,87	15,5473	Pyknom. 4 . . . .	97,1	76,0

In der letzten Tabelle über Gewicht und Volumen der Pyknometer 3 und 4 sind nur die ungefähren Werte angegeben, da das Gewicht von der Höhe des Wassers in den Schenkeln abhängig ist. Die für das Gewicht angeführten Zahlen gelten für destillirtes Wasser; ist von Meerwasser die Rede, so wird das Gewicht gegen 2 gr. grösser sein können. Man wird sehen, dass der Unterschied zwischen den Volumina der Pyknometer einerseits und dem des Tarirpyknometers und der Gewichtstücke andererseits nur ein wenig über 1 cm. betragen, und der Auftrieb leicht mit hinlänglicher Genauigkeit bestimmt werden kann.

Durch die Anwendung des Tarirpyknometers werden indessen noch andere und sehr bedeutende Vorteile erreicht. Eine halbe Stunde vor der Wägung wurden nämlich Pyknometer und Tarirpyknometer in dasselbe Wasserbad getaucht und erhielten dadurch fast dieselbe Temperatur, da beide dieselbe Form haben, beide Wasser enthalten, und beide aus ungefähr gleich dickem Glase gefertigt sind. Sie werden nun in derselben Weise abgetrocknet, wodurch die Oberflächen bezüglich anhängender Luft und Wasser ziemlich gleich werden, da sie überdies aus demselben Glase gefertigt sind.

Endlich werden sie in dem Wagekasten ungefähr mit der gleichen Schnelligkeit möglichen Temperaturveränderungen folgen und demnach schädliche Luftströmungen nicht veranlassen. Diese verschiedenen Verhältnisse sind bei den Wägungen von einer so grossen Bedeutung, dass sie trotz der angewendeten Massregeln die grössten Fehler bewirken, welche bei Wägungen begangen werden, und sie müssen deshalb, wo von den einzelnen Wägungen die Rede ist, besonders besprochen werden.

Um der Wirkung schädlicher elektrischer Ladungen in der Wage vorzubeugen, wurde eine kleine Schale mit einer radioaktiven Substanz hineingestellt, und anstatt der der Wage beigegebenen Argentanshalen wurden ein paar besondere Schalen gefertigt, auf welche die Pyknometer und das Tarirpyknometer leicht gestellt werden konnten. Runde Neusilberplatten wurden auf der Drehbank gedrückt, sodass sie wie die ursprünglichen Schalen schwach gewölbt waren, und wurden mit 6 Ständern aus Neusilberdraht versehen, zwischen

welchen die Pyknometer stehen konnten, ohne dass sie umfielen. Das Gewicht der so gebildeten Gestelle wurde abgepasst, worauf sie stark vergoldet und dann polirt wurden.

Nach dem Abschluss der Bestimmungen der spezifischen Gewichte wurde eine schnelle Vergleichung der Gewichtstücke, wie auch eine Wägung des Tarirstöpsels und Tarirpyknometers ausgeführt, um sich zu versichern, dass keine größeren Veränderungen durch Abnutzung, Auflösung, Abspringen von Bruchstücken u. s. w. stattgefunden hatten. Diese Kontrollbestimmungen gaben ein durchaus befriedigendes Resultat.

### Bäder zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes.

**Das Eisbad.** Nachdem das Pyknometer Nr. 3 zu einer Dichtigkeitsbestimmung mit Wasser gefüllt worden war, wurde dasselbe in ein kleines Gefäß aus Messing  $AA$  (Fig. 7) gebracht, welches mit geschabtem und ausgewaschenem Eis aus destillirtem Wasser gefüllt wurde. Das Gefäß war 7 cm. im Durchmesser und nicht tiefer, als dass die Schenkel des Pyknometers in ihrer ganzen Ausdehnung über den Rand emporrugten. Oben war der Rand mit einem durchlöcherten, etwas abwärts geneigten, metallenen Kragen  $BB$  versehen, welcher im Ebonitring  $CC$  befestigt war. An diesem Ebonitring ist der Messingcylinder  $DD$  befestigt, welcher zur Ablesung an den Pyknometerschenkeln mit zwei einander gegenüberstehenden Öffnungen versehen ist. Dies ganze System ist mittels vier Messingstangen  $EE$  im Innern des Gefäßes  $FF_1F_1F$  befestigt. Dieses Gefäß besteht aus einem kleineren Gefäß aus dünnem Messing, das im hölzernen Kübel  $FF$  inwendig befestigt ist. Der Zwischenraum zwischen den beiden Gefäßen ist der Wärmeisolation wegen mit Asphalt vollgegossen. Unten ist das Gefäß  $F_1F_1$  mit einem Drahtnetz versehen, unter welchem eine Ebonitröhre zur Ableitung des Schmelzwassers angebracht ist. Das Gefäß  $F_1F_1$  wurde mit zerstoßenem Eis aus destillirtem Wasser gefüllt, um das Abschmelzen des das Pyknometer umgebenden Eises zu verhindern. Ohne weitere Massregeln als die hier genannten würde indessen das Eis von der Oberfläche abschmelzen können und die Pyknometerschenkel würden die niedrige Temperatur des Eises nicht annehmen. Deshalb wurde ein Messingcylinder  $GG$  hergestellt, in dessen unteres Ende der Ebonitring  $HH$  eingesetzt wurde. Inwendig in diesem Ringe wurde der durchlöcherte Metallkragen des Drahtnetzcyllinders  $JJ$  befestigt, der oben durch eine gewölbte Messingplatte verschlossen wurde. Der Cylinder  $GG$  wurde mit zerstoßenem Eis gefüllt und in den Cylinder  $DD$  gebracht und umgab somit die Pyknometerschenkel völlig mit Eis. Dadurch wurden aber die beiden Öffnungen an  $DD$  versperert, weshalb  $GG$ , wenn

eine Ablesung geschehen sollte, über die Öffnungen an  $DD$  emporgehoben und daselbst während der Ablesung mittels eines Bajonnettverschlusses befestigt wurde. Das Eis im Cylinder  $GG$  wurde wiederum durch den Cylinder  $KK_1K_1K$  geschützt, welcher auf das Gefäß  $FF_1F_1F$  aufgesetzt wurde und ebenso wie dieses aus einem Metallcylinder  $K_1K_1$  und einem hölzernen Cylinder  $KK$  bestand, zwischen welche Asphalt gegossen wurde.

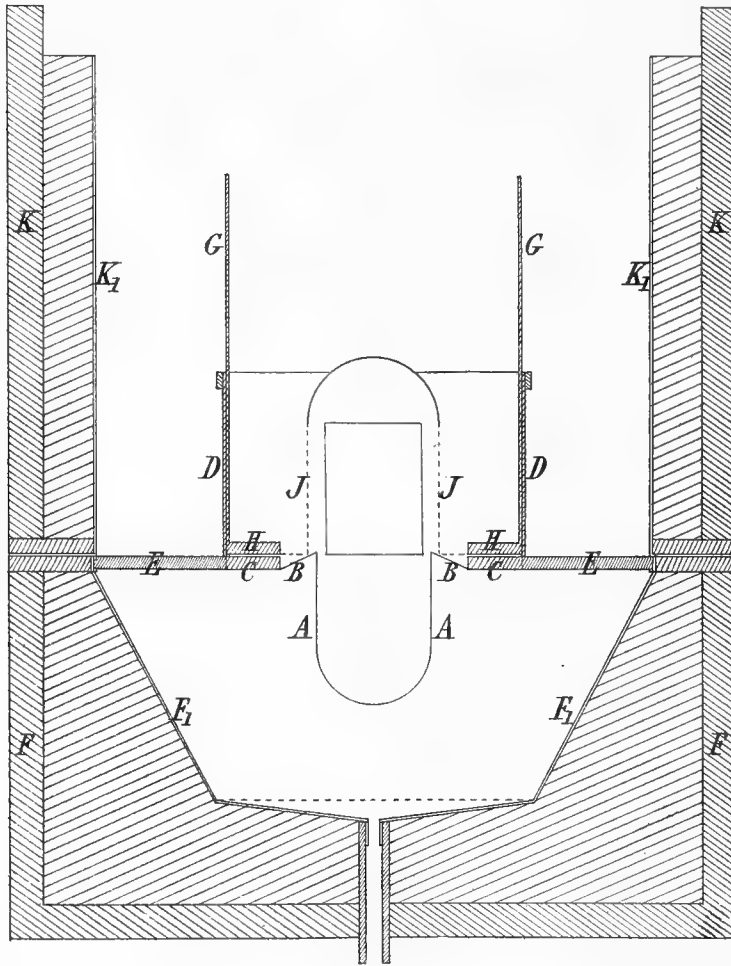


Fig. 7.

Nachdem dieser Schutzcylinder aufgesetzt war, wurde der ganze Hohlraum mit zerstoßnem Eis angefüllt, welches wegen der guten Wärmeisolation sehr langsam schmolz. Alle Messingteile des Apparats waren verzinkt. Wegen der Ebonitringe  $C$  und  $H$  waren die inneren Metallgefäße in keiner leitenden Verbindung mit den äusseren Metallwänden. Selbst wenn der Apparat 24 Stunden in einem Zimmer mit einer Temperatur von  $25^{\circ}$

gestanden hatte, war kein Schmelzen des Eises in dem das Pyknometer enthaltenden Gefäss  $AA$  zu erkennen. Um das Eis in den äusseren Räumen zu sparen, wurde das Ganze mit einem oben geschlossenen, aus blank vernickeltem Zink hergestellten Cylinder umgeben. Der Kübel  $FF$  wurde mitten auf einen quadratischen niedrigen Tisch gestellt, durch dessen Platte die Ebonitröhre in einen unter dem Tische befindlichen Eimer hinabführte. Rings um die Tischplatte war eine 15 cm. hohe Kante angebracht. In den dadurch gebildeten Kasten fiel das Eis hinab, wenn eine Ablesung stattfinden sollte, und der Cylinder  $KK_1K_1K$  entfernt wurde.

Beim Ablesen des Pyknometerstandes wurde das Fernrohr einer der beiden Öffnungen am Cylinder  $DD$  gegenüber angebracht. Vor die andere wurde eine matte Glasplatte gestellt, welche durch eine 2 Meter davon entfernte Glühlampe beleuchtet wurde, von deren Kohlenfaden ein verwischtes Bild mittels eines Hohlspiegels auf der matten Glasplatte entworfen wurde.

Bei der Ablesung bildete sich ein geringer Beschlag an den Schenkeln des Pyknometers, welche deshalb mittels eines mit einem Stiel versehenen Tampons abgetrocknet werden mussten.

**Das Bad für gewöhnliche Temperatur** ist in Fig. 8 schematisch dargestellt.  $aa$  ist eine grosse cylindrische Glasflasche von 30 cm. Durchmesser; die übrigen Maasse der Zeichnung sind von entsprechenden Proportionen. Die Flasche hat einen weiten Hals und ist mit einem festgekitteten Messingkragen versehen, der den flachen Messingring  $bb$  trägt. An diesen Ring ist ein aus den runden Stahlstangen  $cc$  und der flachen Platte  $d$  bestehender Galgen festgeschraubt, der dazu dient, die Bewegungen zu lenken, welche mit Dewar's Gefäss und dem darin befindlichen Pyknometer vorgenommen werden.  $ee$  ist ein flacher, an den Stützen  $cc$  verschiebbarer Messingring, der vermittels einer Druckschraube in beliebiger Höhe festgehalten werden kann. An den Messingring ist ein kurzer Messingcylinder befestigt, welcher genau in den Ring  $bb$  hineinpasst. In diesen Cylinder sind die vier vernickelten Stahlstangen  $ff$  festgeschraubt, welche unten ein metallenes Kreuz tragen, das mittels der Röhre  $g$  und des Stöpsels  $h$  dem Dewar'schen Gefäss  $iiii$  zur Stütze dient. Oben wird Dewar's Gefäss durch eine im Messingring  $ee$  und dem kurzen Messingcylinder angebrachten Verpackung aus Leder und Kautschuk gestützt.

$kk$  ist eine kreisförmige Messingplatte, welche wie  $ee$  an den Stützen  $cc$  verschiebbar ist und mittels der Druckschraube in jeder Stellung festgehalten werden kann. An der Mitte der Platte ist die Stahlstange  $l$  befestigt, welche durch ein Loch in der Platte hindurchgehend volle Sicherheit dafür gewährt, dass die Bewegungen der Platte  $kk$  Parallelverschiebungen werden. An der Unterseite der Platte  $kk$  ist ein Ebonitstöpsel befestigt; dieser trägt die beiden vernickelten Stahlstangen  $ll$ , welche unten mit einer Querplatte versehen sind und den Korb  $m_1m_1m_1$  tragen, in welchem das Pyknometer angebracht

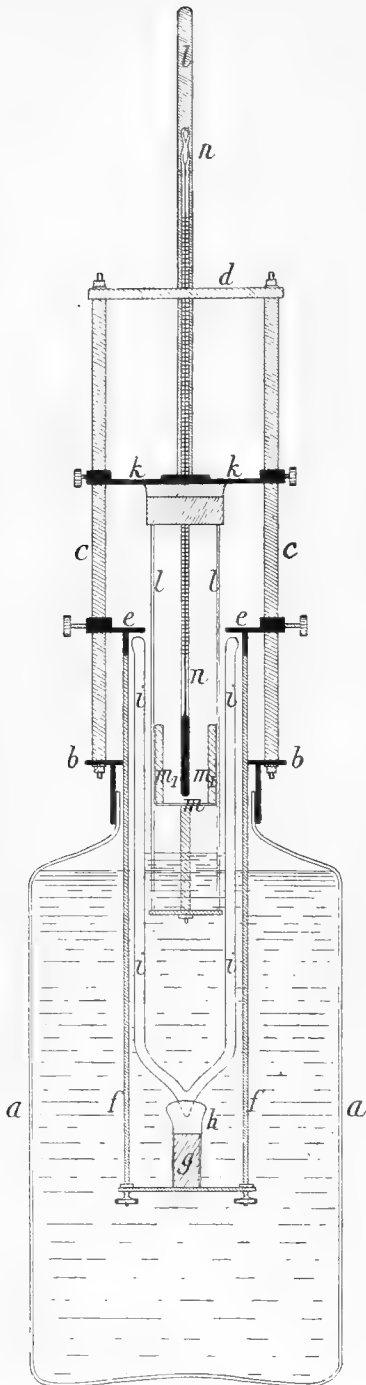


Fig. 8.

wird. Dieser Korb besteht aus einer mit Baumwolle bekleideten, wagerechten Messingplatte  $m$ , an deren Ecken die vier dünnen elfenbeinernen Platten  $m_1 m_1$  befestigt sind.

Durch ein Loch in der Platte  $k$  und dem Ebonitstöpsel wird nun das Thermometer hineingebracht, und zwar so, dass der Behälter des Thermometers sich in gleicher Höhe wie der des Pyknometers befindet. Die Stützen  $ll$  sind in Wirklichkeit nicht so angebracht, wie die Figur zeigt, sondern in einer dazu senkrechten Ebene, und an eine derselben ist das Thermometer befestigt.

Um das Wasser in Dewar's Gefäss in Bewegung zu erhalten, benutzt man einen Rührer, welcher in der Figur nicht abgebildet ist. An eine 10 cm. lange, an einer der Stützen  $l$  verschiebbare Röhre, ist eine horizontale Messingplatte befestigt, die mit derartigen Ausschnitten versehen ist, dass sie an der zweiten Röhre  $l$ , dem Behälter des Thermometers und dem Korb des Pyknometers vorbeipassieren kann. Von einer Öse an der Messingröhre geht ein ganz dünner Kupferdraht durch ein Loch im Ebonitstöpsel und der Messingplatte  $kk$  hinauf. In ähnlicher Weise wurde das Wasser in der grossen Flasche  $aa$  in Bewegung erhalten. Der Rührer bestand aus einer horizontalen Metallplatte, welche an den Stützen  $ff$  verschiebbar war und vermittelst zwei durch die Löcher der Metallplatten  $ee$  und  $kk$  hindurchgehender Kupferdrähte gehoben und gesenkt werden konnte. Diese Rührerplatte war in der Mitte mit einem Ausschnitt versehen, so dass sie Dewar's Gefäss unberührt liess, und war so gross, dass sie bis an die Wände der Flasche reichte. Sie musste deshalb in mehreren Stücken hergestellt werden, die in der Flasche zusammengesetzt wurden.

Der Rührer wurde durch einen kleinen elektrischen Motor von  $\frac{1}{4}$  Pferdekraft in Bewegung erhalten. Durch ein Vorgelege bestehend aus einer Schraube ohne Ende und verschiedenen Übersetzungen konnten die Rührer mit der gewünschten Schnelligkeit bewegt werden.

Wir wollen nun annehmen, dass das Pyknometer im Wasserbad steht, und dass die Temperatur und der Stand desselben abgelesen werden sollen. Solange das Pyknometer im Bade steht, sind die Platten *ee* und *kk* so tief wie möglich gesenkt, wodurch sowohl die grosse Flasche als Dewar's Gefäss fast vollständig verschlossen werden. In Dewar's Gefäss steht das Wasser genau bis über den Behälter des Pyknometers, welcher ungefähr in der Mitte des Gefässes angebracht ist; die grosse Flasche ist fast ganz voll Wasser. Vor Beginn der Ablesung wird der Motor angehalten, sodass die Rührerplatten sich in ihrer höchsten Stellung befinden. Sodann wird die Temperatur abgelesen. Die Druckschrauben an *kk* und *ee* werden nun gelockert, und *ee* wird emporgehoben und befestigt, wenn Dewar's Gefäss so hoch gekommen ist, dass die Schenkel des Pyknometers gerade noch über dem Ring *bb* zu sehen sind. Der Stand in den Pyknometerschenkeln wird nun vermittle des Ablesefernrohrs abgelesen. Die Beleuchtung geschieht durch eine Glühlampe und einen Hohlspiegel, welcher ein unscharfes Bild des Glühfadens gerade über dem Ring *bb* entwirft. Obgleich die Ablesung durch die beiden Glaswände von Dewar's Gefäss geschehen muss, kann sie doch mit völliger Leichtigkeit und Sicherheit geschehen. Mittels der Parallaxestriche hat man sich von eventuellen unregelmässigen Brechungen im Glase unabhängig gemacht. Ist der Stand der beiden Schenkel abgelesen, so lockert man wieder die Druckschrauben an *ee*, und Dewar's Gefäss mit seinem Inhalt sowie die beiden Platten *ee* und *kk* werden wieder in die unterste Stellung zurückgebracht, worauf die Temperatur zum zweiten Male abgelesen wird. Dann wird die Platte *kk* gehoben und in solcher Höhe befestigt, dass man das Pyknometer aus seinem Korbe herausnehmen kann.

Das Wasserbad wurde auf einem niedrigen Tische dicht bei dem die Temperatur des Zimmers regulirenden Thermometer angebracht. Die Benutzung von Dewar's Gefäss geschah in der Absicht, dass die Temperatur im Behälter des Pyknometers sich während der Ablesung nur ganz wenig verändern sollte. Wenn Dewar's Gefäss beim Ablesen aus dem Wasser der grossen Flasche gehoben wird, ist seine Aussenseite natürlich nass, und eine Abkühlung durch die Verdampfung wäre zu befürchten. Bei den ersten Versuchen wurde deshalb die grosse Flasche nicht mit Wasser sondern mit Vaselineöl gefüllt, und es zeigte sich dann, dass die Temperatur in Dewar's Gefäss während einer Ablesung stieg, und zwar deshalb, weil die Temperatur im Zimmer gegen die Decke zu stark zunahm. Um diese schädliche Erwärmung zu vermeiden, wurde ein Neusilberdraht um die grosse Flasche gewunden, und rings herum wurde eine Schicht Watte angebracht, die durch einen an der Aussenseite blank vernickelten Zinkcylinder befestigt wurde. Durch den Neusilberdraht wurde nun ein elektrischer Strom geleitet, dessen Stärke so regulirt wurde, dass die Temperatur in Dewar's Gefäss während einer Ablesung fast keinen Schwankungen mehr unterlag. Diese Methode war jedoch mit keinen geringen Schwierigkeiten verbunden, und als Dewar's Gefäss einmal zersprang und das Vaselineöl mit

Glasstaub füllte, wurde das Vaselineöl durch Wasser ersetzt. Es zeigte sich, dass die Abkühlung in Dewar's Gefäss während einer 10 Minuten dauernden Ablesung gewöhnlich  $0^{\circ},02$  bis  $0^{\circ},03$  betrug. Die untere Hälfte des zuerst benutzten Dewar'schen Gefässes war in gewöhnlicher Weise versilbert. Da dies sich als unbequem erwies, war das später benutzte Gefäss nicht versilbert.

## 6. Arbeitsmethode bei den vorläufigen Bestimmungen des spezifischen Gewichtes. Korrekturen und Rechnungen.

Die Arbeit begann Morgens um 7 Uhr mit der Ablesung der Temperatur des Wasserbades für das Pyknometer Nr. 4, um die Grösse der Temperaturänderungen in den letzten Stunden vor der Ablesung des Pyknometerstandes zu beobachten.

Das Pyknometer Nr. 3 wurde im Eisbade abgelesen und dann mit dem Tarirpyknometer in ein Glas Wasser gestellt. Gleichgewichtslage und Empfindlichkeit der Wage wurden ohne Belastung bestimmt. Nachdem das Pyknometer und das Tarirpyknometer im Wasserbade dicht bei der Wage ungefähr 3 Viertelstunden gestanden hatten, wurden dieselben auf die Wage gebracht, das Gleichgewicht durch Gewichtstücke hergestellt, der Wagekasten geschlossen, und nach Verlauf einer halben Stunde wurde zum ersten Male gewogen. Nach einer Stunde wurde zum zweiten Male gewogen, nach dem Verlauf von noch einer Stunde zum dritten Male, eine Stunde später zum vierten und letzten Male, bei welcher Gelegenheit auch noch die Empfindlichkeit bestimmt wurde. Das Pyknometer wurde nunmehr herausgenommen und war bereit, abermals gefüllt und wieder in das Eisbad gebracht zu werden. Nachdem das Pyknometer abgetrocknet war, wurde dasselbe mit dem Schlauch verbunden, welcher auf der Flasche mit der Wasserprobe angebracht war, etwas vom Wasser wurde ins Pyknometer gedrückt, das gut ausgespült wurde. Nach wiederholtem Spülen wurde das Pyknometer ganz gefüllt, die Kappen wurden ganz lose aufgesetzt und das Pyknometer in ein Glas voll Eis gestellt. Nachdem das Pyknometer ungefähr 15 Minuten im Eise gestanden hatte, wurden die Kappen abgenommen, und mittels einer Pipette von solcher Feinheit, dass sie in die Pyknometerröhre hineingehen konnte, wurde etwas Wasser ausgesogen, sodass die Oberfläche eine passende Höhe erreichte. Mit etwas Seidenpapier wurden die Erweiterungen der Schenkel inwendig abgetrocknet und die Kappen aufgesetzt unter Anbringung eines sehr dünnen Platindrahts zwischen den Kappen und den Röhren, damit die Kappen nicht zu dicht schliessen sollten während der Dauer des Eisbades, in welches das Pyknometer nunmehr, in der Regel um 3 Uhr, gebracht wurde. Das Pyknometer blieb nun im Bade bis zum



nächsten Morgen um 7 Uhr, also 16 Stunden. Sobald das Pyknometer aus dem Eisbad genommen war, wurden die Kappen recht fest aufgesetzt, nachdem die Platindrahte entfernt waren. Durch vorläufige Versuche hatte es sich gezeigt, dass man nach Verlauf von 8 Stunden keine Änderungen des Volumens mehr im Eisbade wahrnehmen konnte. Um zu untersuchen, ob es angängig sei, das Pyknometer mit lose aufgesetzten Kappen im Eisbade stehen zu lassen, wurde das Pyknometer gewogen, die Kappen wurden schnell abgenommen und die Platindrähte dazwischen angebracht, worauf das Pyknometer in das Eisbad gestellt wurde und die gewöhnliche Zeit daselbst verblieb. Es ergab sich eine Gewichtszunahme von 1.0 mgr., was höchstens einen Fehler in der Dichtigkeitsbestimmung von  $6 \times 10^{-7}$  verursachen kann. Ein ähnlicher Versuch, welcher mit dem Pyknometer Nr. 4 und bei einer Temperatur von  $25^\circ$  ausgeführt wurde, ergab einen halb so grossen Gewichtsverlust.

Ungefähr um 12 Uhr wurde die Temperatur im Wasserbade für das Pyknometer Nr. 4 abgelesen, Dewar's Gefäss wurde herausgenommen, und der Stand in den Pyknometerschenkeln wurde abgelesen, die Temperatur nochmals bestimmt, das Pyknometer herausgenommen, die Kappen wurden fest aufgesetzt und das Pyknometer nebst dem Tarirpyknometer in ein Wasserbad gebracht. Nach Verlauf einer halben Stunde wurde es, wie das Pyknometer Nr. 3, viermal in geschlossenem Wagekasten gewogen. Es wurde entleert und in derselben Weise wie das Pyknometer Nr. 3 wieder gefüllt und abermals, um 6 bis 7 Uhr, ins Wasserbad gestellt. Um diese Zeit wurde die Tagesarbeit abgeschlossen, und die Laboratoriendiener wachten abwechselnd bis zum folgenden Morgen um 7 Uhr, um das Feuer und die Maschine zu beaufsichtigen.

Um zur Klarheit darüber zu kommen, welche Fehler aus den Temperaturänderungen in Dewar's Gefäss während der Ablesung entsprangen, wurde folgender Versuch ausgeführt. Einer von den Schenkeln des Pyknometers Nr. 4 nebst der dazu gehörigen Kappe wurde ganz mit Wasser gefüllt. Man hatte also nur den Stand im andern Schenkel zu beobachten um die Änderungen des Volumens zu finden. Temperatur und Stand der Pyknometerschenkel wurden nun abwechselnd abgelesen, so schnell es sich während einer Temperaturänderung in Dewar's Gefäss thun liess. Die in den einzelnen Fällen zu findende Grösse ist der Pyknometerstand in dem Augenblicke, wo Dewar's Gefäss herausgenommen wird, oder, was bequemer sein wird, die Mitteltemperatur des Pyknometers für dasjenige Zeitintervall, in welchem die Ablesung des Pyknometers geschieht. Es ergab sich, dass die Korrektion annähernd gleich  $\frac{1}{25}$  der ganzen Temperaturerhöhung gesetzt werden konnte.

Der Temperaturwechsel, welcher im Bade stattfand von der Temperaturablesung des Morgens an bis zu dem Zeitpunkt, wo das Pyknometer herausgenommen wurde, geschah immer so langsam, dass derselbe keine Korrektion veranlassen konnte.

**Beispiel einer Bestimmung des spezifischen Gewichtes.** Um die Übersicht über die Messungen, welche alle Tage während des Verlaufs der Arbeit mit den verschiedenen Proben von Meerwasser und destillirtem Wasser unternommen wurden, zu erleichtern, sei hier beispielsweise ein Auszug aus dem Journal vom 24/11 1900, wo das spez. Gewicht des Meerwassers Nr. 22 vorläufig bestimmt wurde, angeführt.

**Auszug aus Beobachtungen und Rechnungen an einem Tage.**

	Um 7 <sup>h</sup> <sub>00</sub> a. m.		Temp. des Bades für das Pyknometer 4					
				43 <sub>99</sub>	44 <sub>01</sub>			
		Ableseung durch direkte Beobachtung	24° 77	42 <sub>28</sub>	45 <sub>29</sub>			
				71	73			
		Mikrometerablesung	24° 778	77	78			
<b>Ableseung des Pyknometers 3 mit Meervasser 22. Angef. 7<sup>h</sup><sub>25</sub>.</b>								
		47 <sub>90</sub>	47 <sub>92</sub>	48 <sub>90</sub>		54 <sub>91</sub>	58 <sub>88</sub>	56 <sub>87</sub>
Schenkel 5	2·25	37 <sub>88</sub>	39 <sub>93</sub>	38 <sub>90</sub>	Parallaxe-	45 <sub>92</sub>	46 <sub>90</sub>	47 <sub>93</sub>
		35	39	38	Strich:	48	48	48
		<b>48</b>	<b>48</b>	<b>47</b>		<b>47</b>	<b>46</b>	<b>47</b>
Mikrometerablesung	<b>2·248</b>				<b>47</b>			
		27 <sub>21</sub>	29 <sub>39</sub>	30 <sub>39</sub>		44 <sub>03</sub>	43 <sub>92</sub>	42 <sub>92</sub>
Schenkel 6	2·17	68 <sub>93</sub>	68 <sub>93</sub>	69 <sub>92</sub>	Parallaxe-	37 <sub>92</sub>	35 <sub>91</sub>	36 <sub>92</sub>
		20	22	22	Strich:	36	34	34
		<b>73</b>	<b>72</b>	<b>72</b>		<b>48</b>	<b>48</b>	<b>49</b>
Mikrometerablesung	<b>2·172</b>							
		geschloss. 7 <sup>h</sup> <sub>50</sub>			<b>49</b>			

Das Pyknometer wurde um 7<sup>h</sup><sub>55</sub> mit dem Tarirpyknometer ins Wasserbad gestellt.

Die Wägungen des Pyknometers 3 (wo sonst nichts angeführt ist, hängt der Reiter auf 5).

8<sup>h</sup><sub>35</sub>, hum. (Feuchtigkeit) 54, Temp. 24°, 95, Bar. 761·7 (abgelesen bei einer Temp. v. 25°, 2).

**Ohne Belastung:**

Handhabe links		Handhabe rechts		Handhabe links. Reiter auf 3		Handhabe rechts Reiter auf 7	
0·03	— 0·17			— 0·21		0·48	
0·80	— 0·775	0·93	— 1·110	1·57	— 1·790	0·51	— 0·040
0·02	— 0·770	— 0·19	— 1·110	— 0·13	— 1·785	0·46	— 0·040
0·78	— 0·770	0·91	— 1·110	1·54	— 1·785	0·49	— 0·085
0·00	— 0·770	— 0·21	— 1·115	— 0·26	— 1·790	0·45	— 0·030
0·76	— 0·770	0·90	— 1·115	1·52	— 1·790	0·47	— 0·030
— 0·02		— 0·22		— 0·28		0·43	
	— 0·771		— 1·112		— 1·788		— 0·035
	Gleichgewichtslage	— 0·170			Gleichgewichtslage	+ 0·876	
					Ausschlag für den Reiter	1·046	

9<sup>h</sup><sub>30</sub> a. m., hum. 55, Temp. 25°, 05, Bar. 761·8 (25°, 2).

Wägungen mit dem Pyknometer 3, Meerwasser 22 auf der linken Schale, auf der rechten Schale die Gewichte: das Tarirpyknometer + 2 gr. + 200' + 100 + 50 + 10 + 5 + 2 + 1 mgr., alles in der Voraussetzung, dass die Handhabe links steht.

	Handhabe links			Handhabe rechts	
0·13			— 0·16		
	0·98	— 0·865		1·45	— 1·625
0·10		— 0·870	— 0·19		— 1·630
	0·96	— 0·875		1·43	— 1·635
0·07		— 0·880	— 0·22		— 1·635
	0·94	— 0·880		1·40	— 1·635
0·05			— 0·25		
		— 0·874			— 1·632
		Gleichgewichtslage — 0·379			

Eine Wiederholung derselben Messungen der Ausschläge

ergab die Gleichgewichtslage ..... — 0·405

Das Mittel der Gleichgewichtslagen ..... — 0·392

10<sup>h</sup><sub>40</sub> a. m., Luft-Feuchtigkeit 55, Temp. 25°, 00, Bar. 761·9 (25°, 5).

Dieselbe Belastung wie oben gab als Mittel der Gleich-

gewichtslagen..... — 0·471

11<sup>h</sup><sub>40</sub> a. m., Luft-Feuchtigkeit 55, Temp. 25°, 05, Bar. 762·0 (25°, 4).

Dieselbe Belastung wie oben gab als Mittel der Gleich-

gewichtslagen ..... — 0·508

12<sup>h</sup><sub>50</sub> p. m., Luft-Feuchtigkeit 54, Temp. 25°, 00, Bar. 761·9 (24°, 8).

Bei derselben Belastung wie oben ergab eine einzelne

Bestimmung der Gleichgewichtslage ..... — 0·520

während die Wägung mit dem Reiter auf 3 und dem Reiter auf 7 mit Belastung

die Gleichgewichtslage ergab ..... + 0·501

Ausschlag für den Reiter also ..... 1·021

Das Pyknometer 3 wurde mit destillirtem Wasser gefüllt und um 2<sup>h</sup><sub>00</sub> p. m. in das Eisbad gestellt.

1<sup>h</sup><sub>45</sub> p. m., hum 54, Temp. 25°, 05, Bar. 761·8 (25°, 1).

Ohne Belastung ergab eine einzelne Bestimmung der Gleich-

gewichtslage..... — 0·190

während die Wägung mit dem Reiter auf 3 und dem Reiter auf 7 ohne Belastung  
 die Gleichgewichtslage ergab ..... + **0·846**  
 Ausschlag für den Reiter also ..... **1·036**

3<sup>h</sup><sub>30</sub> p. m., hum. 55, Temp. 25°, 00, Bar. 762·8 (27°, 9).

Wägungen mit dem Pyknometer 4, Meerwasser 22 auf der linken Schale, auf der rechten Schale die Gewichte: das Tarirpyknometer + 1 gr. + 500 + 200' + 200 + 20' + 20 + 2' + 2 mgr., alles in der Voraussetzung, dass die Handhabe sich links befindet, ergaben als

Mittel der Gleichgewichtslagen ..... + **0·127**

3<sup>h</sup><sub>40</sub> p. m., Luft-Feuchtigkeit 55, Temp. 25°, 00, Bar. 761·7 (25°, 2).

Dieselbe Belastung wie oben gab als Mittel der Gleichgewichtslagen ..... + **0·098**

4<sup>h</sup><sub>50</sub> p. m., Luft-Feuchtigkeit 54, Temp. 24°, 98, Bar. 761·7 (25°, 3).

Dieselbe Belastung wie oben gab als Mittel der Gleichgewichtslagen ..... + **0·070**

6<sup>h</sup><sub>00</sub> p. m., Luft-Feuchtigkeit 54, Temp. 24°, 96, Bar. 761·8 (25°, 0).

bei derselben Belastung wie oben ergab eine einzelne Bestimmung der Gleichgewichtslage ..... + **0·078**

während die Wägung mit dem Reiter auf 3 und dem Reiter auf 7 mit Belastung  
 die Gleichgewichtslage ergab ..... — **0·910**  
 Ausschlag für den Reiter also ..... **0·988**

Das Pyknometer 4 wurde mit destillirtem Wasser gefüllt und in Dewar's Gefäß um 7<sup>h</sup><sub>00</sub> p. m. eingestellt.

6<sup>h</sup><sub>40</sub> p. m., Luft-Feuchtigkeit 55, Temp. 27°, 98, Bar. 761·8 (25°, 4)

Ohne Belastung ergab eine einzelne Bestimmung der Gleichgewichtslage ..... — **0·179**

während die Wägung mit dem Reiter auf 3 und dem Reiter auf 7 ohne Belastung  
 die Gleichgewichtslage ergab ..... + **0·840**  
 Ausschlag für den Reiter also ..... **1·019**

Messung der Temperatur und des Standes vom Pyknometer 4, Meerwasser 22.

Um 12<sup>h</sup><sub>35</sub> p. m., Temperatur des Bades für das Pyknometer 4.

		84 <sub>16</sub>	84 <sub>16</sub>
direkt abgelesen	24·79	00 <sub>26</sub>	00 <sub>27</sub>
		10	11
		<b>92</b>	<b>91</b>
Mikrometerablesung	<b>24·792</b>		

Dewar's Gefäß herausgenommen 12<sup>h</sup><sub>41</sub> p. m.

Schenkel 7. 2·800	38 <sub>21</sub>	40 <sub>16</sub>	Parallaxe-	80 <sub>54</sub>	80 <sub>57</sub>	
Meniskushöhe:	59	55	Strich:	32 <sub>50</sub>	33 <sub>50</sub>	
		<b>0·12 mm.</b>		30	30	
				<b>35</b>	<b>35</b>	
				<b>35</b>		
Schenkel 8.	2·85	42 <sub>66</sub>	42 <sub>65</sub>	Parallaxe-	95 <sub>60</sub>	97 <sub>58</sub>
		08 <sub>49</sub>	07 <sub>50</sub>	Strich:	55 <sub>66</sub>	55 <sub>54</sub>
		91	92		51	51
		<b>44</b>	<b>43</b>		<b>38</b>	<b>38</b>
Mikrometerablesung	<b>2·844</b>			<b>38</b>		

Dewar's Gefäß hineingesetzt 12<sup>h</sup><sub>50</sub> p. m.

		44 <sub>92</sub>	44 <sub>91</sub>
Temperatur	24·77	36 <sub>25</sub>	35 <sub>26</sub>
		69	70
		<b>74</b>	<b>72</b>
Mikrometerablesung	<b>24·773</b>		

Pyknometer 4 mit dem Tarirpyknometer ins Wasserbad gestellt 12<sup>h</sup><sub>55</sub> p. m., worauf die oben angeführten Messungen unternommen wurden.

Aus den so erhaltenen Beobachtungen werden nun für das spezifische Gewicht vorläufige Werte in folgender Weise berechnet:

Für das Pyknometer 3 war die Ablesung für:

Schenkel 5.....	2·248	Schenkel 6.....	2·172
Parallaxekorr.....	<u>—·012</u>	Parallaxekorr.....	<u>—·010</u>
	2·236		2·162

In der Tabelle über die Volumina von den Nullstrichen der Schenkel an bis zu den übrigen Teilstrichen findet man:

Volumen in Schenkel 5:.....	10·834 mm <sup>3</sup>
Volumen in Schenkel 6:.....	10·659 mm <sup>3</sup>
Zusammen =	21·493 mm <sup>3</sup>

Indem das Wasser in den Schenkeln ca. 2·2 cm. hoch steht, und die Oberflächenspannung einen Druck von — 4 cm. Wasserdruck repräsentirt, wird der innere Druck — 1·8 cm. Wasserdruck, die Korrektion folglich — 0·004 mm.<sup>3</sup> wegen der Ausdehnung des Glases. Der korrigirte und reduzirte Barometerstand ist 759·3. Als innerer Druck ist abgelesen — 1·8 cm. Wasserdruck = — 1·3 mm. Quecksilberdruck. Der ganze das Zusammendrücken von Glas und Wasser bewirkende Druck ist 758·0 mm. Quecksilberdruck, also um 2·0 mm. von der Normale 760 verschieden. Die Korrektion wegen der Zusammendrückbarkeit von Wasser und Glas wird folglich — 0·0039 × 2·0 mm.<sup>3</sup> = — 0·008 mm.<sup>3</sup>

Wir haben also

abgelesene Schenkelvolumina	21·493 mm. <sup>3</sup>
Korr. wegen inneren Druckes	— 0·004 —
Korr. wegen Zusammendrückbarkeit	— 0·008 —
zusammen	$a = 21·481$ —
Volumen des Pyknometers	$V_0 = 59·745461$ cm. <sup>3</sup>
	$V_0 + a = 59·766942$ cm. <sup>3</sup>

Die beiden ersten Gleichgewichtsbestimmungen ohne Belastung ergaben — 0·170 und — 0·190. Zwischen diesen ist das Pyknometer gewogen worden; nur die letztere wurde aber benutzt. Die letzte Wägung des Pyknometers 3 um 12<sup>h</sup>50 p. m. ergab die Gleichgewichtslage — 0·520. Der Unterschied zwischen dieser und der Gleichgewichtslage ohne Belastung ist — 0·330, der Ausschlag für den Reiter ist 1·021, die Empfindlichkeit also  $\frac{1·121}{1·070}$ . Der Ausschlag — 0·330 repräsentirt also das Gewicht — 0·330 ×  $\frac{1·070}{1·021} = -0·346$ .

Aus der Tabelle über die Gewichte entnimmt man:

Gewicht des Tarirpyknometers	96·935560
— des Pyknometers 3, leer (negativ gerechnet)	— 37·677026
— des Gewichtstückes 2 gr.	2·0000260
— - - 200' mgr.	·1999518
— - - 100 —	·0999965
— - - 50 —	·0500043
— - - 10 —	·0099882
— - - 5 —	·0050031
— - - 2' —	·0020107
— - - 1 —	·0010059
Summe der Gewichtstücke	61·626520.

Volumen des Tarirpyknometers minus Pykn. 3 mit Wasser	0·929	cm. <sup>3</sup>
— - Gewichtstückes 2 gr.	0·2414	-
— der Platingewichtstücke 300 mgr.	0·0140	-
— - — 60 —	0·0028	-
— - — 8 —	0·0004	-

Unterschied zwischen dem Volumen der Gewichtstücke und demjenigen des Pyknometers 1·188 cm.<sup>3</sup>

Der abgelesene Barometerstand 761·9 (24<sup>o</sup>,8) wurde durch Reduktion und Korrektion auf 759·5 geändert. Der Logarithmus des spezifischen Gewichtes der Luft bei diesem Druck, der abgelesenen Temperatur und Luftfeuchtigkeit ist

$$\begin{aligned} & 0\cdot07298 - 3 \\ \log. 1\cdot188 &= 0\cdot07482 \\ \log. \text{ des Auftriebs} &= 0\cdot14780 - 3 \\ \text{Auftrieb} &= 0\cdot001406 \text{ gr.} \end{aligned}$$

Wir haben also jetzt:

Die Gewichtstücke minus das Gewicht des leeren Pyknometers 3	61·626520	gr.
Korrektion des Auftriebs	— 0·001406	-
Das Gewicht, repräsentirt durch den Ausschlag	— 0·000346	-
Das reduzirte Gewicht von Meerwasser 22 im Pykn. 3	$p = 61\cdot624768$	gr.

Wir finden nun einen vorläufigen Wert der Dichtigkeit des Meerwassers 22 bezogen auf destillirtes Wasser bei 4<sup>o</sup> aus der Formel:

$$s_0 = \frac{p}{V_0 + a} = \frac{61\cdot624768}{59\cdot766942} = 1\cdot0310845$$

oder, indem wir setzen  $\sigma_0 = 1000 (s_0 - 1)$ ,  
 $\sigma_0 = 31\cdot0845$ .

Für das Pyknometer 4 wurde gefunden:

Temperatur vor der Herausnahme aus Dewar's Gefäss	24·792
— nach der Pyknometerablesung	24·773
Abkühlung während der Ablesung also	0·019

Von diesem Werte nimmt man  $\frac{1}{25}$  zur Korrektion der ersten Ablesung, also — 0·001. Der Ablesung 24·792 entspricht gemäss der Korrektionstabelle für das Thermometer die Temperatur 24·851 ohne Nullpunktkorrektion. Letztere war am 24,11 — 0·029. Der Barometerstand war so wenig von 760 verschieden, dass die Korrektion wegen äusseren Druckes 0 ist. Wir haben also die Temperatur

$$T = 24\cdot851 - 0\cdot029 - 0\cdot001 = 24\cdot821.$$

Für das Pyknometer Nr. 4 war die Ablesung für

Schenkel 7	2·800	Schenkel 8	2·844
Parallaxekorr.	— 0·007	Parallaxekorr.	— 0·009
	<u>2·793</u>		<u>2·835</u>

In der Tabelle über die Volumina von den Nullstrichen der Schenkel an bis zu den übrigen Teilstrichen findet man:

Volumen des Schenkel 7	13·726 mm. <sup>3</sup>
— — — 8	14·491 —
Korrektion wegen inneren Druckes	— 0·004 —
Korrektion wegen der Zusammendrückbarkeit	— 0·005 —
Korrektion wegen abnormer Form der Oberfläche	— 0·037 —
	<u><math>a = 28·171 \text{ mm.}^3</math></u>
	$V_{24·6} = 60·445708 \text{ cm.}^3$
	$V_{24·6} + a = 60·473879 \text{ cm.}^3$

Hieraus findet man nun als Volumen bei der Temperatur  $T = 24·821$

$$(V_{24·6} + a) (1 + \gamma_{59}^{\text{III}} (T - 24·6)) = \mathbf{60·474111 \text{ cm.}^3},$$

wo  $\gamma_{59}^{\text{III}}$  den Ausdehnungskoeffizienten des Glases bei der Temperatur  $\frac{T + 24·6}{2}$  bedeutet.

Die letzte Wägung des Pyknometers 4 ergab die Gleichgewichtslage 0·078

Die darauf folgende Gleichgewichtslage ohne Belastung war — 0·179

Ausschlag + 0·257

Die Empfindlichkeit war  $\frac{0·988}{1·070}$ , der Wert des Ausschlags folglich  $\frac{1·070}{0·988} \times 0·257 = 0·278 \text{ mgr.}$

Gewicht des Tarirpyknometers	96·935560 gr.
— — Pyknometers 4, leer (negativ gerechnet)	— 36·870158 —
— — Gewichtstückes 1 gr.	0·9999942 —
— — — 500 mgr.	0·4999182 —
— — — 200' —	0·1999518 —
— — — 200 —	0·1999920 —
— — — 50 —	0·0500043 —
— — — 20' —	0·0200032 —
— — — 20 —	0·0199525 —
— — — 2' —	0·0020107 —
— — — 2 —	0·0019926 —
Summe der Gewichtstücke	<u>62·059221 gr.</u>



Volumen des Tarirpyknometers minus Pykn. 4 mit Wasser	0.747	cm. <sup>3</sup>
--- - Gewichtstückes 1 gr.	0.1207	-
--- der Platingewichtstücke 90 mgr.	0.0419	-
--- - " " 90 ---	0.0042	-
--- - " " 4 ---	0.0002	-

Unterschied zwischen dem Volumen der Gewichtstücke und demjenigen des Pyknometers 0.914 cm.<sup>3</sup>,

woraus der Auftrieb bei dem gegebenen Druck, der gegebenen Temperatur und Luftfeuchtigkeit 0.001081 gr.

Wir haben also jetzt:

Die Gewichtstücke minus das Gewicht des leeren Pyknom. 4	62.059221	gr.
Korrektion wegen des Auftriebs	- 0.001081	-
Das Gewicht repräsentirt durch den Ausschlag	+ 0.000278	-
Das reduzierte Gewicht des Meerwassers 22 im Pykn. 4	$p = 62.058418$	gr.

Wir finden nun einen vorläufigen Wert der Dichtigkeit  $s_T$  bei der Beobachtungstemperatur 24.821 bezogen auf destillirtes Wasser bei 4° aus der Formel

$$s_T = \frac{p}{(V_{24.6} + a)(1 + \gamma_{59}^{III}(T - 24.6))} = 1.0261981$$

oder, indem

$$\sigma_T = 1000(s_T - 1),$$

$$\sigma_T = \mathbf{26.1981.}$$

## 7. Resultate der Bestimmungen der spezifischen Gewichte.

### Berechnung der definitiven Werte.

Auf die in Abschnitt 6 beschriebene Weise wurde alle Tage eine vorläufige Bestimmung des spezifischen Gewichtes bei 0° und bei einer Temperatur in der Nähe von 25° ausgeführt. Das Gewicht des Wassers im Pyknometer wurde jedesmal bestimmt, während der Rauminhalt  $V_0$  des Pyknometers bis zu den Nullstrichen hinauf ein für allemal bestimmt ist. Indem die Pyknometer im Laufe der Zeit Raumveränderungen erfahren, werden sich dadurch in die Bestimmungen Fehler einschleichen. Diese Fehler wurden folgendermassen korrigirt. Die Pyknometer wurden mit destillirtem Wasser gefüllt, dessen

spezifisches Gewicht ganz auf dieselbe Weise wie im früheren Beispiele und durch Anwendung derselben Apparate. Methoden und Konstanten bestimmt wurde. Am zweiten Tage wurde eine Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Meerwassers vorgenommen, am dritten Tage wurde diese Bestimmung an derselben Wasserprobe wiederholt, und endlich am vierten Tage wurde wieder eine Bestimmung des spezifischen Gewichtes an destillirtem Wasser vorgenommen. Darauf zwei Bestimmungen an einer neuen Probe von Meerwasser und eine Bestimmung an destillirtem Wasser u. s. w. Die für destillirtes Wasser gefundenen Werte des spezifischen Gewichtes werden nun mit den von Karl Scheel (Zeitschrift für Instrumentenkunde 17 pag. 331, 1897) berechneten Werten verglichen, wodurch man also berechnen kann, wie sich  $V_0$  verändert, und demnach die schliesslichen Werte für das spezifische Gewicht des Meerwassers findet.

Ist  $s$  das spezifische Gewicht des Meerwassers,  $p$  das Gewicht von Meerwasser bis zu den Nullstrichen des Pyknometers hinauf, so hat man bei der Berechnung  $s_0 = \frac{p}{V_0}$ , und für destillirtes Wasser mit entsprechenden Bezeichnungen  $S_0 = \frac{P}{V_0}$ , benutzt. Hierdurch bekommt man ungenaue Werte für  $S_0$ , die, um richtig zu werden, mit  $dS_0$  korrigirt werden müssen. Ist diese Korrektion durch einen Fehler von  $dV_0$  in  $V_0$  entstanden, so hat man

$$ds_0 = -\frac{s_0}{V_0} dV_0$$

$$dS_0 = -\frac{S_0}{V_0} dV_0,$$

woraus

$$ds_0 = \frac{s_0}{S_0} dS_0.$$

Man sieht also, dass, wenn das spezifische Gewicht des destillirten Wassers, um genau ermittelt zu werden, mit  $dS_0$  zu korrigiren ist, man dann das spezifische Gewicht des Meerwassers mit  $\frac{s_0}{S_0} dS_0$  korrigiren muss. Es ist ferner ersichtlich, dass eine ganz ähnliche Betrachtung mit hinlänglicher Genauigkeit bei den Bestimmungen des spezifischen Gewichtes bei ca. 25° wird angewendet werden können. Durch Anwendung dieser Methode kann man erwarten, mehrere andere systematische Fehler, die im Laufe einiger Tage nicht viel variiren, zu korrigiren.

Bei den ersten Versuchen wurden keine Doppelbestimmungen des spezifischen Gewichtes des Meerwassers ausgeführt, weshalb jede zweite Bestimmung mit destillirtem Wasser ausgeführt wurde. Zu diesen Bestimmungen des spezifischen Gewichtes destillirten Wassers wurde ein mit besonderer Sorgfalt behandeltes Destillat benutzt, welches wie eine Probe von Meerwasser in einer grünen Flasche von 10 Lit. aufbewahrt wurde.

Diese Wasserprobe wurde durch Eindampfung untersucht und die elektrische Leitungsfähigkeit gemessen, wodurch es sich herausstellte, dass das Wasser nicht so viel vom Glase aufgelöst hatte oder sonst so verunreinigt worden war, dass das spezifische Gewicht davon merklich beeinflusst werden konnte.

In der folgenden Tabelle wird ein Verzeichnis der Bestimmungen des spezifischen Gewichtes bei 0° gegeben. Unter der Kolonne «Wasserprobe» sind die Nummern der verschiedenen Proben von Meerwasser angeführt. *D* bedeutet destillirtes Wasser. Norm. VI bedeutet eine bestimmte Probe Normalwasser, das in zugeschmolzenen Glastuben aufbewahrt wurde. 4 *F* bedeutet verschiedene Proben, durch Verdünnung der Probe Nr. 4 mit destillirtem Wasser in bekanntem Verhältnisse gebildet. Dr. Forchs Probe bezeichnet eine Verdünnungsprobe, die von Dr. Forch bei den Ausdehnungsbestimmungen benutzt wurde. In der Kolonne « $\sigma_0$ , vorläufiger Wert» sind alle Resultate der Bestimmungen des spezifischen Gewichtes, sowohl für Meerwasser als für destillirtes Wasser, in der Reihe aufgeführt, in welcher diese Bestimmungen ausgeführt sind. Ist  $s_0$  das spezifische Gewicht bei 0°, so wird  $\sigma_0$  durch

$$\sigma_0 = 1000 (s_0 - 1)$$

bestimmt sein. — Die Bedeutung der Kolonne « $\sigma_0$ , wegen Veränderung des  $V_0$  korrigirt» wird aus dem oben angeführten unmittelbar einleuchten. Es ist eine Ziffer mehr als notwendig mitgenommen, da man nicht im voraus wissen konnte, wie die Resultate ausfallen würden, und man sich ausserdem dagegen sichern musste, durch die vielen Zwischenrechnungen etwas an der Genauigkeit zu verlieren.

Für  $V_0$  ist überall der Wert 59.745461, für destillirtes Wasser  $\sigma_0 = -0.13235$  benutzt.

Monat	Datum	Wasserprobe	$\sigma_0$ vorläufiger Wert	$\sigma_0$ wegen Ver- änderung des $V_0$ korrigirt	Monat	Datum	Wasserprobe	$\sigma_0$ vorläufiger Wert	$\sigma_0$ wegen Ver- änderung des $V_0$ korrigirt
Juni 1900	18	D	— 0.12953		Juli	1	D	— 0.12938	
—	20	D	— 0.12870						
—	21	3	28.43412	28.43086	August	10	D	— 0.13249	
—	22	D	— 0.12958		—	11	9	15.11402	15.11364
—	23	1	26.99166	26.98864	—	13	9	15.11245	15.11181
—	25	D	— 0.12929		—	14	D	— 0.13177	
—	26	2	28.17008	28.16787	—	15	29	6.68374	6.68336
—	27	D	— 0.13164		—	16	29	6.68234	6.68225
—	28	25	23.25435	23.25233	—	17	D	— 0.13264	
—	29	D	— 0.13044		—	20	10	18.64330	18.64516
—	30	Norm. VI	28.14439	28.14182	—	21	D	— 0.13382	

Monat	Da- tum	Wasserprobe	$\sigma_0$ vorläufiger Wert	$\sigma_0$ wegen Ver- änderung des $V_0$ korrigirt	Monat	Da- tum	Wasserprobe	$\sigma_0$ vorläufiger Wert	$\sigma_0$ wegen Ver- änderung des $V_0$ korrigirt
August	22	10	18·64442	18·64593	Oktober	27	32	2·08309	2·09267
—	23	1	26·98895	26·99044	—	29	D	— 0·14169	
—	24	1	26·98950	26·99086	—	30	16	26·32035	26·33020
—	25	D	— 0·13350		—	31	16	26·32077	26·33064
—	26	25	23·25647	23·25737	November	1	D	— 0·14094	
—	27	25	23·25597	23·25665	—	2	33	4·21518	4·22492
—	28	D	— 0·13279		—	3	33	4·21592	4·22568
—	29	30	11·74375	11·74402	—	5	D	— 0·14172	
—	30	30	11·74497	11·74502	—	6	9	15·10141	15·11141
					—	7	10	18·63598	18·64610
					—	8	D	— 0·14182	
					—	9	Dr. Forchs Probe	2·51770	2·52777
September	1	D	— 0·13755		—	10	Dr. Forchs Probe	2·51650	2·52665
—	2	2	28·17105	28·17671	—	12	D	— 0·14290	
—	3	2	28·17268	28·17859	—	14	22	31·08339	31·09396
—	4	D	— 0·13847		—	15	D	— 0·14234	
—	5	3	28·42895	28·43523	—	16	23	32·28208	32·29272
—	6	3	28·42918	28·43561	—	19	D	— 0·14229	
—	7	3	28·42966	28·43622	—	20	12	20·74903	20·75949
—	8	D	— 0·13913		—	22	D	— 0·14296	
—	9	Norm. VI	28·13638	28·14314	—	23	33	4·21445	4·22466
—	10	D	— 0·13752		—	24	22	31·08451	31·09497
—	11	Norm. VI	28·14088	28·14783	—	26	D	— 0·14205	
—	12	Norm. VI	28·13872	28·14575	—	27	23	32·28230	32·29267
—	13	D	— 0·14002		—	28	11	25·97763	25·98792
Oktober	11	D	— 0·14216		—	29	D	— 0·14216	
—	12	4	28·42141	28·43182	—	30	19	28·69360	28·70387
—	13	4	28·41976	28·43010	Dezember	1	20	29·42914	29·43939
—	15	D	— 0·14264		—	3	D	— 0·14174	
—	16	4 F <sub>1</sub> a	15·11151	15·12148	—	4	21	29·63614	29·64636
—	17	4 F <sub>1</sub> b	14·82278	14·83266	—	5	Schwedische Prb.	27·24474	27·25493
—	18	D	— 0·14118		—	6	D	— 0·14242	
—	19	4 F <sub>2</sub> a	6·52567	6·53540	—	8	8	15·77544	15·78555
—	20	4 F <sub>2</sub> b	6·53449	6·54418	—	10	D	— 0·14481	
—	22	D	— 0·14210		—	11	28	8·45843	8·46856
—	23	4 F <sub>3</sub> a	2·07813	2·08772	—	12	Schwedische Prb.	27·24393	27·25425
—	24	4 F <sub>3</sub> b	2·07320	2·08278	—	13	7	14·68275	14·69300
—	25	D	— 0·14279		—	14	D	— 0·14355	
—	26	32	2·08299	2·09257					

In der folgenden Tabelle sind die mit Pyknometer 4 vorgenommenen Bestimmungen des spezifischen Gewichtes bei ca. 25° aufgeführt. Die Wasserproben sind im allgemeinen dieselben wie in der vorigen Tabelle. Die Kolumne *T* enthält die Beobachtungstemperatur,

auf die in dem Beispiele angeführte Weise bestimmt, und gibt folglich die auf Wasserstoffskala reduzierte Temperatur an. Ist  $s_T$  das spezifische Gewicht bei der Temperatur  $T$ , so ist  $\sigma_T$  durch

$$\sigma_T = 1000 (s_T - 1)$$

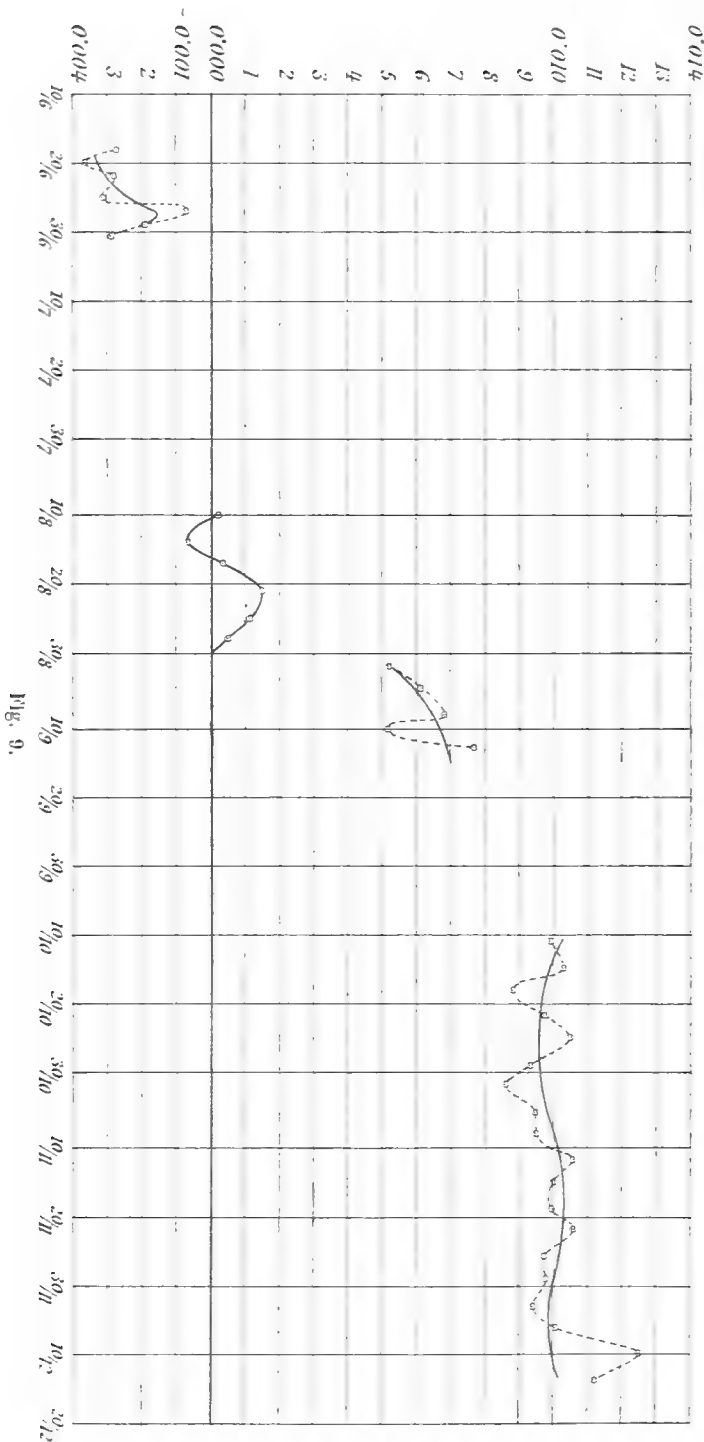
bestimmt. — Unter « $\sigma_T$ , vorläufiger Wert» sind die auf dieselbe Weise wie im Beispiele (also mit Benutzung bestimmter, unkorrigierter Werte für  $V_T$ , den Rauminhalt des Pyknometers bis zu den Nullstrichen hinauf bei der Temperatur  $T$ ) gefundenen Resultate aufgeführt. Die benutzten Werte sind pag. 40 angeführt. — Die Kolumne « $\sigma_T$ , wegen Veränderung des  $V_T$  korrigirt» versteht sich ohne besondere Erklärung. Ebenso die folgende Kolumne  $\sigma_{24.6}$ , auf die Temperatur 24.600 reduziert.

Monat	Datum	Wasserprobe	$T$ Temperatur	$\sigma_T$ vorläufiger Wert	$\sigma_T$ wegen Verän- derung des $V_T$ korrigirt	$\sigma_{24.6}$
Juni 1900	18	D	25.906	— 3.17739		
—	19	3	25.861	23.37531	23.3840	23.7707
—	20	D	25.829	— 3.14961		
—	21	3	25.852	23.37241	23.3816	23.7654
—	22	D	25.815	— 3.17589		
—	23	1	25.718	22.06408	22.0736	22.4133
—	25	D	25.695	— 3.12078		
—	26	2	25.695	23.17582	23.1861	23.5208
—	27	D	25.653	— 3.10413		
—	28	25	25.687	18.58839	18.5989	18.9227
—	29	D	25.715	— 3.13125		
August	10	D	24.486	— 2.80224		
—	13	9	24.563	11.31648	11.33709	11.32671
—	14	D	24.532	— 2.83086		
—	15	29	24.556	3.48137	3.50212	3.49042
—	16	29	24.583	3.47315	3.49406	3.48954
—	17	D	24.642	— 2.85812		
—	18	10	24.670	14.57614	14.59756	14.61762
—	20	10	24.801	14.53981	14.56151	14.61921
—	21	D	24.900	— 2.92670		
—	22	9	24.876	11.22634	11.24823	11.32597
—	23	1	24.787	22.33894	22.36120	22.41742
—	24	1	24.820	22.33195	22.35432	22.42046
—	25	D	24.825	— 2.90565		
—	26	25	24.713	18.87156	18.89410	18.92736
—	27	25	24.538	18.92340	18.94604	18.92783
—	28	D	24.449	— 2.81205		

Monat	Datum	Wasserprobe	$T$ Temperatur	$\sigma_T$ vorläufiger Wert	$\sigma_T$ wegen Verän- derung des $V_T$ korrigiert	$\sigma_{24.6}$
August 1900	29	30	24.445	8.21273	8.23531	8.19280
—	30	30	24.529	8.19041	8.21306	8.19357
Neues Tarirpyknometer						
September	1	D	24.629	— 2.86004		
—	2	2	24.580	23.50880	23.53590	23.52987
—	3	2	24.308	23.59211	23.61992	23.53214
—	4	D	24.417	— 2.80873		
—	5	3	24.390	23.80729	23.83576	23.77249
—	6	3	24.463	23.78350	23.81221	23.77089
—	7	D	24.395	— 2.80387		
Oktober	11	D	24.575	— 2.81995		
—	12	4	24.698	23.73720	23.73769	23.76733
—	13	4	24.713	23.73357	23.73439	23.76857
—	15	D	24.695	— 2.85303		
—	16	4 F <sub>1</sub> a	24.664	11.31474	11.31609	11.33407
—	17	4 F <sub>1</sub> b	24.597	11.06434	11.06588	11.06504
—	18	D	24.796	— 2.87799		
—	19	4 F <sub>2</sub> a	24.614	3.34621	3.34802	3.35174
—	20	4 F <sub>2</sub> b	24.628	3.35058	3.35253	3.35997
—	22	D	24.642	— 2.84106		
—	23	4 F <sub>3</sub> a	24.650	— 0.78594	— 0.78383	— 0.77095
—	24	4 F <sub>3</sub> b	24.544	— 0.76491	— 0.76279	— 0.77718
—	25	D	24.581	— 2.82375		
—	26	32	24.614	— 0.76823	— 0.76611	— 0.76251
—	27	32	24.642	— 0.77510	— 0.77302	— 0.76221
—	29	D	24.672	— 2.84851		
—	30	16	24.629	21.79166	21.79369	21.80235
—	31	16	24.628	21.79135	21.79334	21.80171
November	1	D	24.627	— 2.83669		
—	2	33	24.631	1.19835	1.20018	1.20828
—	5	D	24.558	— 2.81864		
—	6	9	24.531	11.34372	11.34533	11.32598
—	7	10	24.630	14.60956	14.61110	14.61969
—	8	D	24.646	— 2.83889		
—	9	Dr. Forchs Probe	24.686	— 0.38813	— 0.38676	— 0.36454
—	10	Dr. Forchs Probe	24.686	— 0.38471	— 0.38343	— 0.36121
—	12	D	24.661	— 2.84630		
—	13	22	24.685	26.23820	26.23927	26.26533
—	14	22	24.744	26.22340	26.22440	26.26859
—	15	D	24.671	— 2.84362		
—	16	23	24.670	27.36527	27.36609	27.38768
—	17	23	24.655	27.36936	27.37010	27.38705
—	19	D	23.727	— 2.61258		

Monat	Datum	Wasserprobe	$T$ Temperatur	$\sigma_T$ vorläufiger Wert	$\sigma_T$ wegen Verän- derung des $V_T$ korrigirt	$\sigma_{24^0}$
November 1900	20	12	24.456	16.63101	16.63152	16.58988
—	22	D	24.831	— 2.88469		
—	23	33	24.841	1.14556	1.14588	1.20909
—	24	22	24.821	26.19810	26.19839	26.26628
—	26	D	24.880	— 2.90229		
—	27	Dr. Forchs Probe	24.799	— 0.41334	— 0.41314	— 0.36163
—	28	11	24.857	21.40499	21.40517	21.48205
—	29	D	24.829	— 2.88350		
—	30	19	24.869	23.94627	23.94644	24.02806
Dezember	1	20	24.858	24.63664	24.63682	24.71536
—	3	D	24.939	— 2.91458		
—	4	21	25.013	24.78009	24.78032	24.90648
—	6	D	24.595	— 2.82524		
—	7	7	24.562	10.95067	10.95116	10.94054
—	8	8	24.532	11.97240	11.97300	11.95386
—	10	D	24.670	— 2.84587		
—	11	28	24.613	5.14451	5.14558	5.14908
—	12	Schwedische Probe	24.679	22.64369	22.64495	22.66869
—	13	7	24.645	10.92517	10.92667	10.93927
—	14	D	24.670	— 2.84963		

Die bei der Korrektion des  $\sigma_0$  wegen der Veränderungen des  $V_0$  benutzten Kurven sind in Fig. 9 gezeichnet. Die Zeit ist als Abscisse eingezeichnet, während die Ordinaten den für destillirtes Wasser geltenden Wert von  $\sigma_0$  (also — 0.13235) abzüglich des vorläufigen Wertes von  $\sigma_0$ , wie dieser in der Tabelle aufgeführt ist, angeben. Die durch die Beobachtungen bestimmten Punkte sind mittels einer punktierten Linie verbunden, während angenommen wird, dass die wirklichen Differenzen durch die voll gezogene Linie, die zwischen den Beobachtungspunkten nach Schätzung gezeichnet ist, bestimmt sind. Dass die Ordinaten mit der Zeit wachsen, bedeutet, dass die für die spezifischen Gewichte gefundenen vorläufigen Werte abnehmen, was sich daraus erklären lässt, dass  $V_0$  abnimmt. Man sieht, dass die Kurve im Laufe der Zeit hauptsächlich steigend ist, dem Zusammenziehen des Glases entsprechend. Obgleich es als Regel zu betrachten ist, dass sich gläserne Gefäße in den ersten Jahren nach dem Blasen andauernd zusammenziehen, sieht man doch, dass die Kurve an vielen Stellen herabgehend gezeichnet ist, wo die Beobachtungen in dieser Richtung zu gehen scheinen. Dies lässt sich damit begründen, dass die Abweichungen in den einzelnen Bestimmungen des spezifischen Gewichtes des destillirten Wassers keineswegs allein von den Veränderungen des  $V_0$  bewirkt werden.



dass vielmehr geringe, zum Teil unbewusste Veränderungen der Methode und verschiedene Umstände, die man nicht hat beherrschen oder kontrollieren können, im Laufe der Kurve Veränderungen bewirken können, welcher somit ein beliebiger sein kann. Dass die Kurve nicht ohne Unterbrechung gezeichnet, sondern in 4 Abteilungen geteilt ist, ist darin begründet, dass zwischen den verschiedenen Abteilungen längere Zeiträume liegen, in denen sich die Methode unwillkürlich ändert. Die Beobachtungsperiode vom 10. August bis zum 13. September hat man in zwei teilen müssen, da das Tarirpyknometer am 30. August zersprang und man dann ein neues benutzen musste. Obgleich jedes der beiden Tarirpyknometer mit der grösstmöglichen Sorgfalt mittels der Gewichte für sich gewogen war, sieht man doch, dass der letzte Teil der Kurve keineswegs mit dem ersten Teile in kontinuierliche Verbindung gebracht werden kann, der beste Beweis dafür, dass man durch Anwendung des Tarirpyknometers bedeutende Vorteile erriecht.



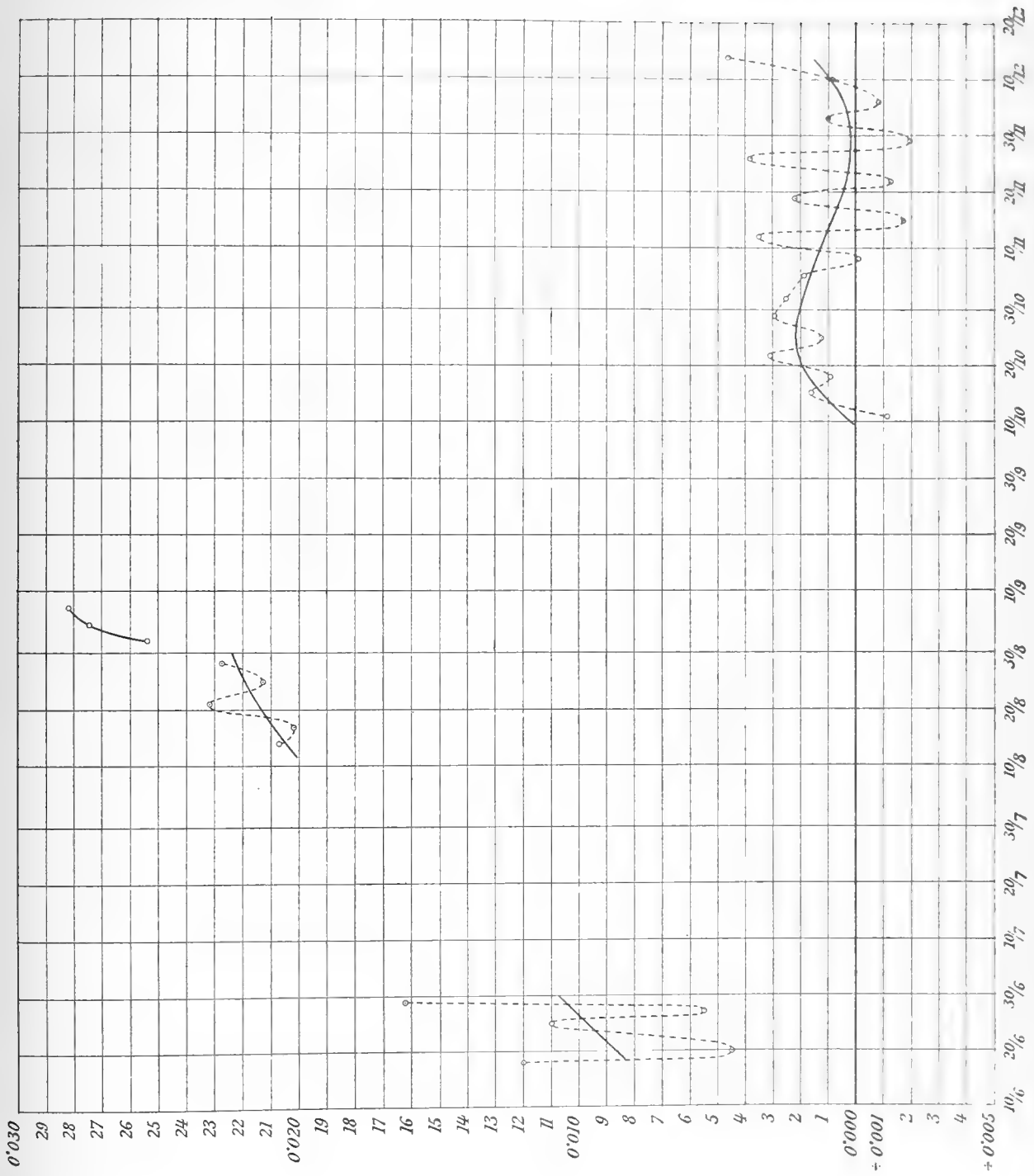


Fig. 10.

Fig. 10 ist auf ähnliche Weise wie Fig. 9 gezeichnet. Die Ordinaten sind hier die nach Scheel berechneten Werte von  $\sigma_T$  abzüglich des vorläufigen Wertes von  $\sigma_T$ , wie sie in der Tabelle aufgeführt sind. Wie früher angeführt, ist für die letzte Serie ein anderer Wert von  $V_T$  benutzt, woraus folgt, dass diese Serie mit den vorigen nicht direkt verglichen werden kann.

24/II. Meereswasser 22.

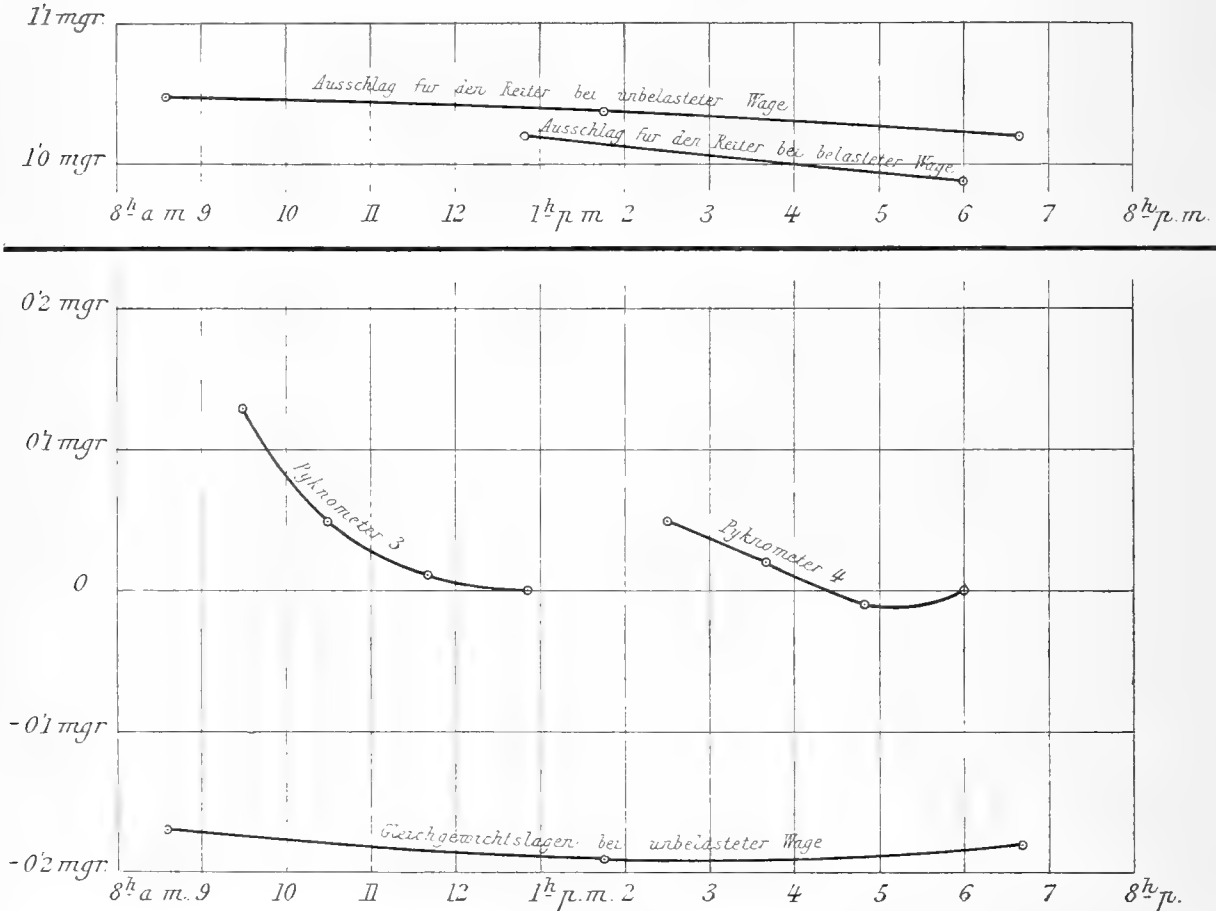


Fig. 11.

Wie aus dem Beispiele hervorgeht, variiert das Gewicht der Pyknometer, während sie auf der Wage stehen, nicht so ganz wenig. Um zu sehen, wie sich dieses Gewicht und die Empfindlichkeit während der Wägungen ändern, sind alle Wägungsergebnisse aus dem Beispiele in untenstehender Zusammenstellung aufgeführt.

Um 8 <sup>h</sup> 35 a. m. war die Gleichgewichtslage ohne Belastung	— 0·170	
und der Ausschlag für den Reiter		1·046
— 9 <sup>h</sup> 30 a. m. war die Gleichgewichtslage mit Pyknometer 3		— 0·392
— 10 <sup>h</sup> 30 a. m. — - — - — -		— 0·471
— 11 <sup>h</sup> 40 a. m. — - — - — -		— 0·508
— 12 <sup>h</sup> 50 p. m. — - — - — -		— 0·520
und der Ausschlag für den Reiter		1·021
— 1 <sup>h</sup> 45 p. m. war die Gleichgewichtslage ohne Belastung	— 0·190	
und der Ausschlag für den Reiter		1·036
— 2 <sup>h</sup> 30 p. m. war die Gleichgewichtslage mit Pyknometer 4		+ 0·127
— 3 <sup>h</sup> 40 p. m. — - — - — -		+ 0·098
— 4 <sup>h</sup> 50 p. m. — - — - — -		+ 0·070
— 6 <sup>h</sup> 00 p. m. — - — - — -		+ 0·078
und der Ausschlag für den Reiter		0·988
— 6 <sup>h</sup> 40 p. m. war die Gleichgewichtslage ohne Belastung	— 0·179	
und der Ausschlag für den Reiter		1·019

Diese Grössen sind in Fig. 11 graphisch dargestellt, wobei die Zeit Abscisse ist. Die Ordinaten sind mit Milligrammen bezeichnet, obgleich sie in der That nur die Ausschläge der Wage bedeuten. Da die Empfindlichkeit indessen annähernd gleich 1 ist und der Auftrieb nur so wenig variirt, kann man hier, wo es sich nur darum handelt, sich über die vorgegangenen Veränderungen eine Meinung zu bilden, sehr wohl annehmen, dass die Ausschläge direkt Milligramme angeben. Die Gleichgewichtslagen ohne Belastung sind aus den Beobachtungen direkt in die Figur eingeführt. Dasselbe gilt für die fünf Ausschläge für den Reiter. Was dagegen die Pyknometer betrifft, so ist der Unterschied zwischen den beobachteten Gleichgewichtslagen und der letzten derselben eingesetzt.

Für jeden Beobachtungstag also, sowohl bei Wägungen von Meerwasser als von destillirtem Wasser, wurden die Beobachtungen wie in Fig. 11 graphisch dargestellt. Es zeigte sich dann, dass der Ausschlag für den Reiter ohne Belastung nur ganz wenig variierte. Diese Bestimmungen, die nicht direkt angewendet werden sollten, wurden nur vorgenommen, um zu sehen, ob während der Wägungen etwas geschehen sei, was eine Fehlwägung verursachen und sich durch eine geänderte Gleichgewichtslage ohne Belastung zu erkennen geben könnte. Staub, der sich während der Wägung auf die Schalen setzt, wird einen solchen Einfluss auf die Wägungen haben.

Die Kurve für Pyknometer 3, Fig. 11, ist typisch für alle Wägungen dieses Pyknometers. Das Gewicht nimmt zuerst schnell, später langsam ab, um gegen einen bestimmten Wert zu konvergiren. Man sieht, dass das Pyknometer, während es auf

der Wage gestanden hat, im ganzen um ca. 0·13 mgr. verloren hat. Gewöhnlich verlor es jedoch etwas mehr, bisweilen sogar um 0·4 mgr. Die Kurve für Pyknometer 4 zeigt, dass dieses Pyknometer am  $24/11$  zuerst um ca. 0·06 mgr. abnahm und dann um ca. 0·01 mgr. zunahm; es war indessen ebenso oft der Fall, dass dieses Pyknometer zuerst etwas an Gewicht zunahm und dann ein wenig abnahm. Die Gewichtsveränderungen dieses Pyknometers sind indessen stets nur klein. Wie die Veränderungen auch vorgehen, nehmen wir an, dass das Gewicht gegen einen bestimmten Wert konvergiert, und dass

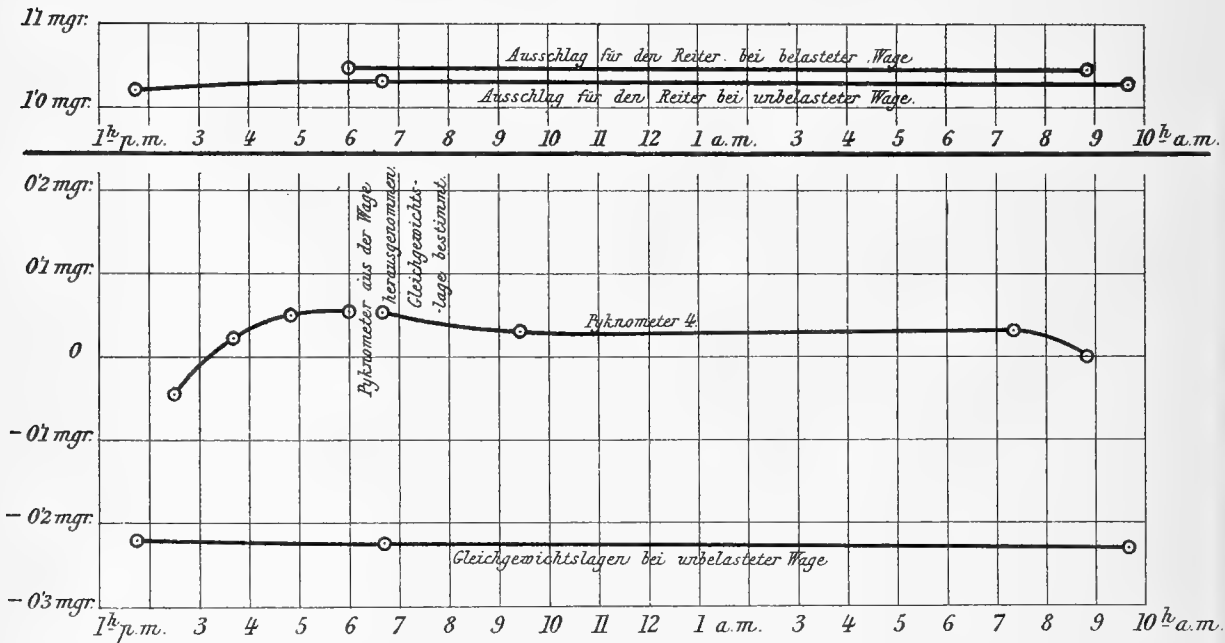


Fig. 12.

dieser annähernd durch die letzte Wägung repräsentirt ist. Deshalb ist ausschliesslich dieser benutzt. Dass dieses Verfahren berechtigt ist, sieht man aus Fig. 12. Nachdem die Wägung auf die gewöhnliche Weise vorgenommen und die Gleichgewichtslage ohne Belastung bestimmt war, wurde das Pyknometer wieder auf die Wage gesetzt, wo es von 7 Uhr Abends bis 9 Uhr Morgens stand, ohne dass sich das Gewicht viel änderte. In Fig. 13 ist ein ähnlicher Versuch mit dem Pyknometer 3 dargestellt. Nachdem die Wägung um 12<sup>h</sup> 50 p. m. auf die gewöhnliche Weise beendet war, wurde das Pyknometer, ohne dass die Kappen gelöst wurden, in ein Glas in der Luft ausserhalb der Wage gesetzt und blieb bis zum nächsten Morgen darin stehen. Darauf wurde es eine Stunde hindurch in Eis gesetzt, worauf es auf die gewöhnliche Weise in einem Wasserbade zur Temperatur des

Tarirpyknometers erwärmt und um 10<sup>h</sup>30 a. m. gewogen wurde. Diese und einige der folgenden Wägungen sind in Fig. 13 gezeichnet (die Kurve rechts). Man sieht aus den beiden Kurven, dass das Gewicht des Pyknometers auf die gewöhnliche Weise in der Wage abnimmt. Wenn es in Eis gebracht wird, nimmt das Gewicht wieder bis zum ursprünglichen Werte zu, worauf dasselbe wieder in normaler Weise abnimmt, wenn es im Wagekasten steht. Die letzte Wägung, die auf Fig. 13 eingezeichnet ist, wurde um 6<sup>h</sup>30 p. m. vorgenommen und gab die Gleichgewichtslage

+ 0.007. Das Pyknometer stand auf der Wage, ohne dass der Kasten geöffnet wurde, bis die letzte der unten angeführten Wägungen vorgenommen war. 17 Stunden nach der Wägung um 6<sup>h</sup>30 war die Gleichgewichtslage + 0.031. Nach 37 Stunden + 0.051. Hieraus geht hervor, dass das Pyknometer bei den

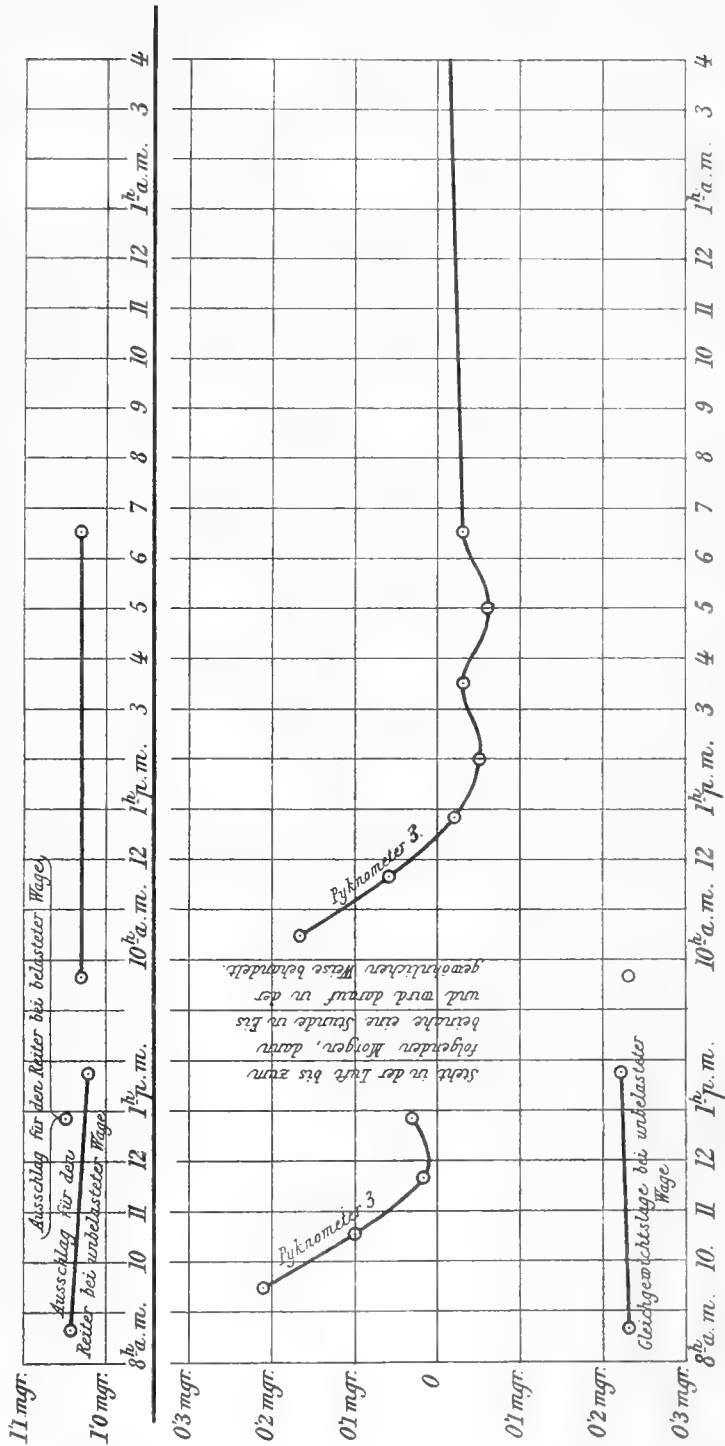


Fig. 13.

gewöhnlichen Wägungen auf der Wageschale hinreichend lange steht um ein hinlänglich konstantes Gewicht zu bekommen. Man sieht zugleich, dass in 3 Tagen keine wägbaren Mengen vom Wasser aus dem Pyknometer verdampfen.

Der Grund der Gewichtsveränderungen, welche die Pyknometer (das Tarirpyknometer einbegriffen) erleiden, wenn sie auf der Wageschale stehen, ist wahrscheinlich in verschiedenen Verdichtungen an der Oberfläche des Pyknometerglases zu suchen. Aus Fig. 13 sieht man, dass das Glas, wenn es in Eis sich befunden hat, selbst lange Zeit, nachdem es zur Temperatur des Tarirpyknometers erwärmt und wie dieses abgetrocknet worden ist, an Gewicht verliert. Es leuchtet ein, dass die Bestimmung des Gewichtes durch diese Veränderungen in hohem Grade unsicher gemacht wird. Für die Bestimmungen bei  $0^\circ$  ist diese Fehlerquelle die grösste, die überhaupt existirt. Für die Bestimmungen bei  $25^\circ$  ist die Temperaturbestimmung die grösste Fehlerquelle.

Da nun  $\sigma_T$  bestimmt und auf die erwähnte Weise wegen etwaiger Veränderungen im Rauminhalte des Pyknometers korrigirt worden war, wurde hieraus  $\sigma_{24.6}$  (die letzte Kolonne der Tabelle 1) vermöge der Ausdehnungsbestimmungen, welche von Dr. Forch vorgenommen waren, berechnet. Derselbe hatte nach der Methode der kleinsten Quadrate aus seinen Beobachtungen den spez. Rauminhalt des Meerwassers als eine Funktion dritten Grades der Temperatur berechnet. Aus den gebildeten Formeln wurden durch graphische Interpolation (die Koeffizienten jeder der Konzentrationen ermittelt, deren spezifisches Gewicht bestimmt war; daraus wurde dann der Ausdehnungskoeffizient für die Temperatur berechnet, welche mitten zwischen der Beobachtungstemperatur und  $24.6$  liegt. Die so gebildeten Ausdehnungskoeffizienten wurden darauf zur Reduktion von  $\sigma_T$  auf  $\sigma_{24.6}$  benutzt. Da  $T-24.6$  eine kleine Grösse ist, so ist es nicht nötig, den Ausdehnungskoeffizienten mit besonderer Genauigkeit zu kennen, um  $\sigma_{24.6}$  mit praktisch derselben Genauigkeit als derjenigen, mit welcher  $\sigma_T$  bestimmt war, berechnen zu können.

Aus den in der Tabelle aufgeführten Wiederholungen wurden Mittelzahlen gebildet, sodass  $\sigma_0$  und  $\sigma_{24.6}$  die in untenstehenden Tabellen *a* und *b* angeführten Werte erhielten.

Die Tabelle *b* enthält all die Bestimmungen des spezifischen Gewichtes, die an künstlichen Proben von Meerwasser ausgeführt wurden, nebst den Bestimmungen, welche unter der ersten Serie ausgeführt wurden und deshalb (besonders was  $\sigma_{24.6}$  betrifft) auf keine grosse Genauigkeit rechnen können (Anwendung des Vaselineölbades statt des Wasserbades). Aus den Wiederholungen, aus denen die Tabelle *a* gebildet ist, wird der Mittelfehler für  $\sigma_0$  zu  $0.00072$  berechnet, während der Mittelfehler für  $\sigma_{24.6}$   $0.00113$  ist. Aus den Bestimmungen des spezifischen Gewichtes destillirten Wassers können die Mittelfehler

ebenfalls berechnet werden, indem man für jede einzelne Bestimmung der letzten Serie die Differenz zwischen dem beobachteten Werte und dem durch die ausgezogene Kurve, Fig. 9 und 10, bestimmten Werte bildet. Aus diesen Werten wird der Mittelfehler auf die gewöhnliche Weise berechnet. Man erhält den Mittelfehler für  $\sigma_0$  gleich 0·00082 und für  $\sigma_{24.6}$  gleich 0·00171. Der Grund, weshalb letzterer so gross geworden ist, ist darin zu

Tabelle a.

Wasserprobe	$\sigma_0$	$\sigma_{24.6}$	Wasserprobe	$\sigma_0$	$\sigma_{24.6}$
23	32·29269	27·38736	11	25·98792	21·48205
22	31·09446	26·26673	25	23·25701	18·92759
21	29·64636	24·90648	12	20·75949	16·58988
20	29·43939	24·71536	10	18·64573	14·61884
19	28·70387	24·02806	8	15·78555	11·95386
3	28·43569	23·77169	9	15·11229	11·32622
4	28·43096	23·76795	7	14·69300	10·93990
2	28·17765	23·53100	30	11·74452	8·19318
Schwedische	27·25459	22·66869	28	8·46856	5·14908
1	26·99065	22·41894	29	6·68280	3·48998
16	26·33042	21·80203	33	4·22509	1·20868
			32	2·09262	— 0·76236

Tabelle b.

Wasserprobe	$\sigma_0$	$\sigma_{24.6}$	Wasserprobe	$\sigma_0$	$\sigma_{24.6}$
3		23·7707	4 F <sub>1</sub> b	14·83266	11·06504
3	28·43086	23·7654	4 F <sub>2</sub> a	6·53540	3·35174
2	28·16787	23·5208	4 F <sub>2</sub> b	6·54418	3·35997
1	26·98864	22·4133	4 F <sub>3</sub> a	2·08772	— 0·77095
25	23·25283	18·9227	4 F <sub>3</sub> b	2·08278	— 0·77718
4 F <sub>1</sub> a	15·12148	11·33407	Dr. Forchs Probe	2·52721	— 0·36246

suchen, dass bei ein paar Bestimmungen grobe Fehler begangen sind. Da man aber nicht weiss, welche Fehler begangen sind, hat man doch diese Bestimmungen bei der Bildung der Mittelfehler mitgenommen.

Da der Mittelfehler für  $\sigma_0$  weniger als  $10^{-3}$  ist, muss das Resultat mit 4 Dezimalen angeführt werden; und befolgt man die Regel, dass die Zwischenrechnungen auf 1 Ziffer mehr ausgeführt werden, als man im Resultate wünscht, sieht man, dass die Berechnungen mit der richtigen Anzahl von Ziffern ausgeführt sind. Was  $\sigma_{24.6}$  betrifft, so hätte man dagegen eine Ziffer sparen können. Dies konnte man indessen nicht im voraus

wissen, und die überzählige Ziffer ist aus Rücksicht auf die formelle Übereinstimmung mit  $\sigma_0$  stets beibehalten. Aus der Grösse der Mittelfehler sieht man, dass die Bestimmung des  $\sigma_0$  weit genauer ist als die Bestimmung des  $\sigma_{24.6}$ , trotzdem dass man Pyknometer 3 mit keiner so grossen Genauigkeit hat wägen können als Pyknometer 4. Der Grund dieses Verhältnisses ist ausschliesslich die Unsicherheit bei den Temperaturbestimmungen.

**Die Relation zwischen  $\sigma_0$  und  $\sigma_t$ .** Nach verschiedenen Ausrechnungsversuchen wurde versucht,  $\sigma_t$  als eine Funktion zweiten Grades von  $\sigma_0$  darzustellen. Indem  $t$  bei dieser Untersuchung den Wert 24.6 hat, setzen wir also

$$\sigma_t = a + b\sigma_0 + c\sigma_0^2.$$

Aus dieser Formel wird  $a$  eliminirt mittels der entsprechenden Formel für destillirtes Wasser, dessen spezifisches Gewicht  $\Sigma$  genannt wird. Wir setzen also  $\Sigma_t = a + b\Sigma_0 + c\Sigma_0^2$ . Durch Subtraktion ergibt sich, indem  $\Sigma_0$  gleich  $-0.1324$  ist,

$$\sigma_t - \Sigma_t = (\sigma_0 + 0.1324) [b + c(\sigma_0 - 0.1324)].$$

Man sieht leicht, dass  $b$  nur wenig verschieden von 1 sein wird. Wir setzen deshalb  $b = 1 - A_t$ , und statt  $c$  wird  $B_t$  gesetzt. Wir haben dann

$$\sigma_t = \Sigma_t + (\sigma_0 + 0.1324) (1 - A_t + B_t(\sigma_0 - 0.1324)).$$

Zur Berechnung der Konstanten  $A_{24.6}$  und  $B_{24.6}$  dieser Formel werden die Werte der Tabelle  $a$  benutzt, indem die Gewichte der einzelnen Beobachtungen durch die Anzahl der Wiederholungen bestimmt sind.  $\Sigma$  wird aus Scheel's Tabelle genommen. Unter Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate findet man:

$$A_{24.6} = 0.074475 \text{ und } B_{24.6} = 0.00019766.$$

Die Formel ist also:

$$\sigma_t = -2.8273 + (\sigma_0 + 0.1324) (1 - 0.074475 + 0.00019766(\sigma_0 - 0.1324)).$$

Setzt man die aus der Tabelle entnommenen Werte von  $\sigma_0$  in diese Formel ein, und sind  $o-u$  die Differenzen zwischen den in der Tabelle aufgeführten Werten von  $\sigma_{24.6}$  und den aus der Formel berechneten, so erhält man folgende Reihe, indem  $o-u$  gerade unter der Nummer der Wasserprobe angeführt ist.  $o-u$  ist hierbei mit 1000 multipliziert.

Wasserprobe	23	22	21	20	19	3	4	2	Schwedische	1	16
$o-u$	-1.60	1.78	-0.84	2.01	3.91	-1.22	-0.53	-0.20	1.92	-0.72	0.39



Wasserprobe	11	25	12	10	8	9	7	30	28	29	33	32
$o-u$	0.94	0.59	— 3.87	— 2.11	— 0.46	— 0.87	3.34	0.92	1.89	0.91	— 0.42	4.85

Aus dem Wechsel der Vorzeichen von  $o-u$  und aus der Grösse desselben sieht man, dass die Formel den Beobachtungen so völlig genügt, als man es von einer so einfachen Formel verlangen kann. Wird aus dieser Reihe der Mittelfehler der einzelnen Beobachtungen gebildet, so findet man 0.0021. Falls die Formel strenge Gültigkeit hätte, sollte man den Mittelfehler 0.0014 erwarten, welcher aus den Mittelfehlern 0.00072 für  $\sigma_0$  und 0.00113 für  $\sigma_{24.6}$  berechnet wird. Werden die aus den Messungen an destilliertem Wasser gefundenen Mittelwerte benutzt, so wäre 0.0019 zu erwarten. Es ergibt sich also, dass der Mittelfehler ein wenig grösser ist, als man hätte erwarten sollen; und der Grund hierzu ist darin zu suchen, dass die Formel nicht völlig genügt. Dies ist doch kaum so zu verstehen, dass man erwarten kann, eine einfache, viel bessere Formel zu finden, was aus der Reihe  $o-u$  zu sehen ist; es ist eher anzunehmen, dass die verschiedenen Proben von Meerwasser eine verschiedene Zusammensetzung haben, sodass die Ausdehnung beim Erwärmen nicht allein eine Funktion von  $\sigma_0$  ist. Aus der geringen Grösse des Unterschieds darf man doch schliessen, dass, wenn man auch die gefundene Funktion benutzt, der Fehler, welcher von der verschiedenen Zusammensetzung des Meerwassers herrührt, ohne praktische Bedeutung sein wird.

Setzt man die Werte von  $\sigma_0$  aus der Tabelle  $b$  in die Formel ein, so ergibt sich folgende Reihe für  $o-u$ :

Wasserprobe	3	1	2	25	$4F_1 a$	$4 F_1 b$
$o-u$	1.2	— 4.5	— 1.3	— 0.5	— 1.7	— 0.8
Wasserprobe	$4 F_2 a$	$4 F_2 b$	$4 F_3 a$	$4 F_3 b$	Dr. Forchs Probe	
$o-u$	— 0.6	— 0.6	0.7	— 1.0	2.1	

Man sieht hieraus, dass die Formel auch ganz gut auf die künstlichen Proben von Meerwasser angewendet werden kann. Ein gewisser Gang der Abweichungen scheint jedoch die Annahme zu bestätigen, dass die Zusammensetzung des Meerwassers die Ausdehnung beim Erwärmen beeinflusst, wenn auch sehr wenig. Die Formel darf mit anderen Worten auf jede Wasserprobe aus den offenen Meeren angewendet werden.

Da wir nun einen Ausdruck für die Relation zwischen  $\sigma_0$  und  $\sigma_{24.6}$  gefunden haben, kann man  $\sigma_0$  für die Werte von  $\sigma_{24.6}$  berechnen, die in den Tabellen  $a$  und  $b$  aufgeführt sind. Wir haben dann zwei Werte von  $\sigma_0$ , teils den direkt bestimmten, teils den aus  $\sigma_{24.6}$  berechneten. Nimmt man die Mittelzahl derselben, so erhält man einen Wert von  $\sigma_0$ , in welchem alle vorgenommenen Beobachtungen angewandt worden sind, und welcher deshalb als das für die Wasserprobe gültige und charakteristische  $\sigma_0$  zu betrachten ist. Wegen

der verschiedenen Genauigkeit, womit die Bestimmungen des  $\sigma_0$  und des  $\sigma_{24.6}$  vorgenommen sind, gibt man bei der Bildung der Mittelzahlen dem beobachteten  $\sigma_0$  das Gewicht 1, während man dem aus  $\sigma_{24.6}$  berechneten das Gewicht 0.41 gibt.

Wir erhalten dann als Resultat der Bestimmungen des spezifischen Gewichtes folgende Reihe. Ein Stern \* an der Marke der Wasserprobe bezeichnet, dass diese Beobachtung zur ersten Serie gehört. Der Mittelfehler wird zu 0.0006 berechnet.

Wasserprobe	23	22	21	20	19	3*	3
$\sigma_0$	32.2920	31.0949	29.6460	29.4400	28.7051	28.4308	28.4353
Wasserprobe	4	2*	2	Schwedische	1*	1	16
$\sigma_0$	28.4308	28.1675	28.1776	27.2552	26.9873	26.9905	26.3306
Wasserprobe	11	25*	25	12	10	8	9
$\sigma_0$	25.9883	23.2529	24.2574	20.7585	18.6453	15.7855	15.1121
Wasserprobe	7	4 $F_1 a$	4 $F_1 b$	30	28	29	4 $F_2 a$
$\sigma_0$	14.6941	15.1215	14.8327	11.7448	8.4689	6.6827	6.5354
Wasserprobe	4 $F_2 b$	33	Dr. Forchs Probe	32	4 $F_3 a$	4 $F_3 b$	
$\sigma_0$	6.5442	4.2243	2.5272	2.0932	2.0877	2.0828	

Diese Werte sind bei der Berechnung der Relation zwischen Chlormenge, Salzmenge und spezifischem Gewichte angewandt. Man sieht, dass die in der ersten Serie vorgenommenen Bestimmungen wegen des unvollständigen Zupfropfens und daraus folgender Verdampfung niedriger sind als die später erhaltenen.

## 8. Verdünnungsversuche.

Der grösste Teil der untersuchten Proben ist Meerwasser, wie es in der Natur wirklich vorkommt. Um sich eine Anschauung darüber zu bilden, mit welcher Genauigkeit man erwarten kann, die Relation zwischen Chlormenge, Salzmenge und spezifischem Gewichte zu finden, wurde das spezifische Gewicht einer Reihe von Proben bestimmt, die aus Meerwasser Nr. 4 durch Verdünnung mit destillirtem Wasser in bekanntem Verhältnisse hergestellt wurden.

Zur Herstellung des verdünnten Meerwassers benutzte man einen mit 2 Hähnen versehenen Glasbehälter von ca. 300 ccm., wie Fig. 14 zeigt. Der Behälter wurde sorgfältig

gereinigt und dadurch getrocknet, dass man trockene Luft hindurchsaugte. Nachdem er darauf gewogen worden war, wurde etwas Meerwasser hineingebracht, ganz wie Meerwasser in die Pyknometer hineingebracht wurde. Die Hähne wurden geschlossen; alles Meerwasser ausserhalb der Hähne wurde durch Abtrocknung entfernt und der Behälter aufs neue gewogen. Darauf wurde eine passende Menge destillirten Wassers in den Behälter hineingebracht, alles destillirte Wasser ausserhalb der Hähne wurde entfernt und durch eine neue Wägung die ganze Menge von Flüssigkeit bestimmt. Es wurde nun dafür gesorgt, dass das destillirte Wasser, welches in der Hahnenbohrung steckte, in den Behälter hineinkam und mit dem Meerwasser vollständig gemischt wurde. Aus dem Behälter wurde die Mischung auf die gewöhnliche Weise in die Pyknometer hineingebracht. Dieser Verdünnungsprozess muss mit ganz besonderer Sorgfalt ausgeführt werden und fordert eine nicht geringe Anzahl von Manipulationen, weshalb sich bei der Bestimmung des Mischungsverhältnisses Fehler leicht einschleichen können. Die Verdünnung wurde deshalb so vorgenommen, dass je zwei und zwei Wasserproben in fast demselben Verhältnisse gemischt wurden. Die Abwägungen wurden auf einer Wage von Bunge (nicht der bei den Bestimmungen des spezifischen Gewichtes benutzten) vorgenommen. Die Gleichgewichtslage wurde durch 7 auf einander folgende Ausschläge bestimmt. Bei jeder Wägung wurde die Gleichgewichtslage ohne Belastung und die Empfindlichkeit mit Belastung bestimmt; die benutzten Gewichte waren durch Vergleichung mit denjenigen, welche bei den Wägungen der Pyknometer benutzt wurden, korrigirt. Ein Tarirbehälter von ungefähr derselben Form und Grösse wie der Mischungsbehälter wurde angewandt, der Auftrieb bestimmt und die Gewichte auf luftleeren Raum reduziert. Nennt man das Gewicht von Meerwasser Nr. 4, das sich in der Mischung befindet,  $a$ , das Gewicht des destillirten Wassers  $A$ , so wird das Mischungsverhältnis

$$n = \frac{a + A}{a}$$

für 4 .	$n = 1$	$\sigma_0 = 28\cdot4308$			
- 4 $F_1 a$	$n = 1\cdot87566$	$\sigma_0 = 15\cdot1215$	$\sigma'_0 = 14\cdot8938$	$\sigma_0 - \sigma'_0 = 0\cdot2277$	
- 4 $F_1 b$	$n = 1\cdot91241$	$\sigma_0 = 14\cdot8327$	$\sigma'_0 = 14\cdot6025$		0\cdot2302
- 4 $F_2 a$	$n = 4\cdot30582$	$\sigma_0 = 6\cdot5354$	$\sigma'_0 = 6\cdot3589$		0\cdot1765
- 4 $F_2 b$	$n = 4\cdot30081$	$\sigma_0 = 6\cdot5442$	$\sigma'_0 = 6\cdot3665$		0\cdot1777
- 4 $F_3 a$	$n = 12\cdot9876$	$\sigma_0 = 2\cdot0877$	$\sigma'_0 = 2\cdot0104$		0\cdot0773
- 4 $F_3 b$	$n = 13\cdot0228$	$\sigma_0 = 2\cdot0828$	$\sigma'_0 = 2\cdot0046$		0\cdot0782



Fig. 14.

Die für diese Proben gefundenen spezifischen Gewichte sind in der Tabelle nebst den spezifischen Gewichten der Meerwasserproben im Abschnitt 7 aufgeführt.

Ist die Chlormenge von Meerwasser Nr. 4  $Cl$  und die Salzmenge  $S$ , so wird die Chlor- und Salzmenge der Verdünnungsproben  $\frac{Cl}{n}$  und  $\frac{S}{n}$  sein.

Zur Prüfung der Richtigkeit der Versuche wird  $\sigma_0$  aus dem spezifischen Gewichte von Meerwasser 4 mittels des Mischungsverhältnisses bestimmt in der Voraussetzung, dass bei der Verdünnung keine Kontraktion erfolgt. Sind  $a$ ,  $v$  und  $s$  zusammengehörige Werte von Gewicht, Rauminhalt und spezifischem Gewichte des Meerwassers Nr. 4 und  $A$ ,  $V$  und  $S$  die entsprechenden Werte destillirten Wassers, so hat man  $v = \frac{a}{s}$  und  $V = \frac{A}{S}$ ; werden  $a$  Teile Meerwasser und  $A$  Teile destillirten Wassers gemischt, und wird der Rauminhalt der Mischung  $v + V$ , so wird das spezifische Gewicht  $s'$

$$s' = \frac{a + A}{\frac{a}{s} + \frac{A}{S}} = \frac{n}{\frac{1}{s} + \frac{1}{S}} = \frac{n}{n \cdot 1.0001324 - 0.027772}$$

Setzt man  $\sigma'_0 = 1000 (s' - 1)$  und gibt man  $n$  die Werte der obenstehenden Tabelle, während  $s = 1.0284308$  und  $S = 1 - 0.0001324$  ist, so hat man

$$\sigma'_0 = 1000 \frac{27.7772 - 0.1324 n}{1000 n - (27.7772 - 0.1324 n)}$$

Aus den Differenzen  $\sigma_0 - \sigma'_0$ , die je zwei und zwei gleich gross sind, sieht man, dass die Beobachtungen übereinstimmende Resultate gegeben haben. Die Zusammenziehung  $K$ , welche entsteht, wenn 1 Kilogramm der Mischung gebildet wird, wird sein

$$K = \frac{\sigma_0 - \sigma'_0}{\left(1 + \frac{\sigma_0}{1000}\right) \left(1 + \frac{\sigma'_0}{1000}\right)}$$

oder annähernd

$$K = \frac{\sigma_0 - \sigma'_0}{1 + \frac{2\sigma_0}{1000}} \text{ Kubikcentimeter}$$

oder mit grober Annäherung

$$K = \sigma_0 - \sigma'_0 \text{ Kubikcentimeter}$$

Hat man 1 gr. des Salzes, welches sich in Meerwasser Nr. 4 findet, und löst man dasselbe in so viel destillirtem Wasser auf, dass die Konzentrationen wie in den Verdünnungsproben werden, so wird die Zusammenziehung  $n K$ .

## 9. Luftanalysen.

In einer Anzahl der Wasserproben wurde eine rohe Bestimmung der aufgelösten Luftmenge  $O_2 + N_2$  vorgenommen. Zu diesem Zwecke benutzte man einen Apparat, wie ihn Fig. 15 zeigt. *AB* ist eine Sprengel'sche Quecksilberluftpumpe in der von Prof. K. PAVTZ verbesserten Form. Unter dem Kochgefäß *C* ist ein gewöhnlicher Glashahn angebracht. Zwischen *C* und dem Verdichtungsbehälter *D* ist ein Schwanzhahn angebracht. Der Apparat wird zu vollständiger Leere ausgepumpt, alsdann wird das Meerwasser durch den untersten Hahn direkt aus dem Pyknometer in *C* hineingebracht. Indem dieser Behälter mittels einer Spirituslampe erwärmt wird, wird die Luft aus dem Wasser gekocht. Die Wasserdämpfe werden grösstenteils in dem mit Eis umgebenen Behälter *D* verdichtet. Die ausgekochte Luft wird von der Pumpe in die Eudiometerröhre *E* hinüberschafft, wo sie gemessen wird, nachdem die Kohlensäure absorbiert ist (in der Figur ist die Eudiometerröhre verhältnissmässig alzu gross gezeichnet). Die Resultate dieser Analysen sind in der folgenden Tabelle aufgeführt. In der zweiten Kolumne ist die Nummer des Pyknometers angeführt, aus welchem die Wasserprobe nach der Bestimmung des spezifischen Gewichtes genommen ist. Man erinnere sich, dass Pyknometer 3 zu den Bestimmungen bei  $0^\circ$ , Pyknometer 4 zu den Bestimmungen bei ca.  $25^\circ$  benutzt wurde.

Wird destillirtes Wasser bei  $25^\circ$  mit Luft gesättigt, so wird es ca. 17.7 ccm. pro Liter enthalten, während Meerwasser von 35 ‰ ca. 14.4 ccm. pro Liter enthalten wird. Es geht aus der Tabelle hervor, dass die Proben trotz des Auspumpens sehr annähernd so viel Luft enthalten haben, als zur Sättigung erforderlich; der Unterschied beträgt nur in einzelnen Fällen 4 ccm.

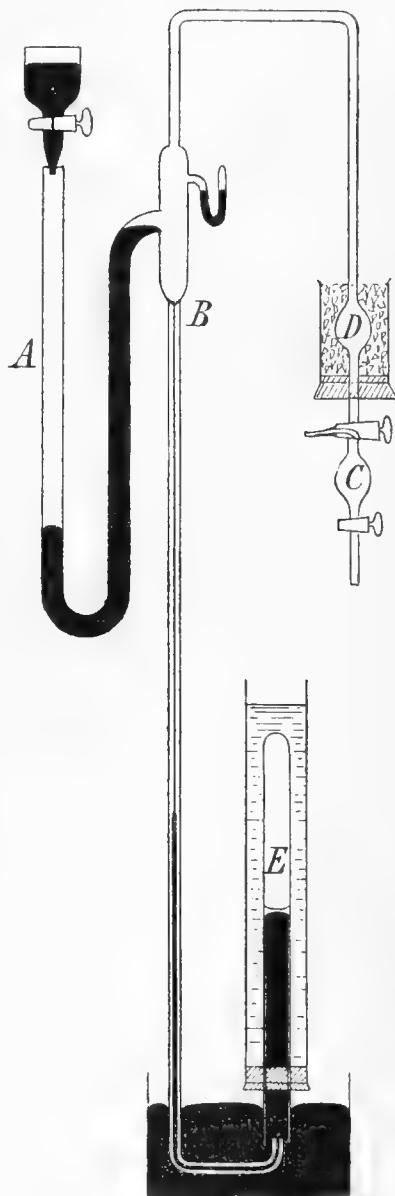


Fig. 15.

Da die Variationen der Luftmenge so klein waren, hielt man es nicht für notwendig, an allen untersuchten Proben Luftanalysen vorzunehmen. Die Luftanalysen wurden von J. N. NIELSEN ausgeführt.

Wasser- probe	Pykno- meter Nr.	ccm. Luft in 1 Lit. Wasser	Wasser- probe	Pykno- meter Nr.	ccm. Luft in 1 Lit. Wasser	Wasser- probe	Pykno- meter Nr.	ccm. Luft in 1 Lit. Wasser
D	3	15.5	D	3	13.9	30	3	11.9
D	4	15.8	D	4	16.2	30	4	11.6
9	3	15.0	10	3	13.5	30	3	12.4
9	4	14.5	9	4	15.5	30	4	12.5
9	3	14.7	1	3	14.7	D	3	13.5
9	4	14.5	1	4	14.6	D	4	13.9
D	3	16.4	1	3	14.6	2	3	14.4
D	4	15.0	1	4	14.5	2	4	14.5
29	3	15.2	D	3	12.2	2	3	14.3
29	4	15.7	D	4	12.2	2	4	14.5
29	3	15.5	25	3	14.9	D	3	13.6
29	4	15.6	25	4	14.9	D	4	13.8
D	3	14.3	25	3	15.0	3	3	14.5
D	4	14.6	25	4	15.1	3	4	14.5
10	3	11.7	D	3	13.9	3	3	14.8
10	4	11.1	D	4	14.3	3	4	14.8
						3	3	14.6

Die Kohlensäurebestimmungen wurden unter Benutzung einer ähnlichen Pumpe wie bei den Luftanalysen ausgeführt; das Kochgefäß und der Kühlapparat hatten die in Fig. 16 gezeichnete Form. Das Gefäß *C* hat die gewöhnliche Kolbenform, fasst ca. 300

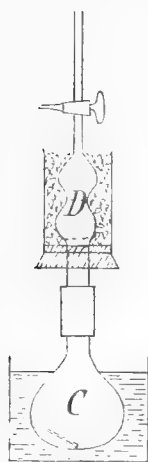


Fig. 16.

ccm. und wird mittels eines Kautschukschlauches mit dem Kühlapparate *D* verbunden. Sein Hals und die unterste Röhre des Kühlbehälters haben einen inneren Durchmesser von 1.3 cm. An dem Kühlbehälter sind zwei Kugeln ausgeblasen, unter denen durchlöcherter Platten aus Platinblech quer im Behälter angebracht sind, um zu verhindern, dass das Wasser beim Sieden in die Pumpe hinüberspritzt. Über dem Kühlbehälter ist ein Schwanzhahn oder doppelt durchbohrter Hahn angebracht. Der Kochbehälter wird in einem Wasserbade angebracht, das mittels einer Bunsenlampe erwärmt wird.

Ein Stückchen Klaviersaitendraht, in einer engen Glasröhre verschlossen, wird in den Kochkolben gebracht, welcher durch den doppelt durchbohrten Hahn ausgepumpt wird, so weit es mit einer Wasserluftpumpe und nachheriger Benutzung der Sprengel'schen Pumpe möglich ist. Wenn dies geschehen ist, wird das Meerwasser durch den doppelt durchbohrten Hahn aus einem vor und nach dem Einsaugen zu wägenden Kolben in den Apparat

hineingesaugt. Darauf wird ebenso ca. 1 ccm. konzentrierte Schwefelsäure hinzugefügt und das Kochen beginnt, nachdem der doppelt durchbohrte Hahn so gestellt ist, dass er alle Verbindungen schliesst. Das Kochen dauert eine gute halbe Stunde; dann wird es unterbrochen; der doppelt durchbohrte Hahn wird so gestellt, dass er zwischen der Pumpe und dem Kochkolben eine Verbindung herstellt, und das Auspumpen beginnt; wenn dasselbe ungefähr fertig ist, kocht man wieder ein wenig, wodurch das entwickelte Gas vollständig ausgetrieben wird. Das ausgepumpte Gas wird in gewöhnlicher Weise in der Eudiometer-röhre analysirt, indem die Kohlensäure mittels Kalihydrats absorbirt wird.

Ein weiteres Auskochen und Auspumpen als das hier angegebene gab keine Kohlensäure. Ferner ist untersucht worden, dass bei der Wasserstoffentwicklung keine Luftarten gebildet wurden, welche von Kalihydrat absorbirt wurden. Aus mehreren wiederholten Messungen mit derselben Probe wurde der Mittelfehler der einzelnen Messung zu ca.  $\frac{1}{2}$  Prozent bestimmt.

Das Auskochen mit diesem Apparate ist besonders intensiv, und ausserdem bietet dasselbe den Vorteil, dass bei einer Analyse nur zwei Raummessungen vorgenommen werden müssen, nämlich vor und nach der Absorption, wodurch die Fehler der Raumbestimmungen möglichst reduziert werden. Es scheint, als ob die Bestimmungen mittels dieses Apparats ein wenig höhere Werte ergeben als mittels des Pettersson'schen Apparats. Die Kohlensäurebestimmungen wurden von Fräulein B. TROLLE ausgeführt. Die Resultate waren folgende:

Wasserprobe	1	3	7	8	10	11	12	
ccm. $C O_2$ in einem Liter Wasser	44·2	50·2	39·2	40·3	45·5	43·7	39·9	
Wasserprobe	16	19	21	22	23	28	30	33
ccm. $C O_2$ in einem Liter Wasser	49·3	52·2	42·8	55·3	50·7	35·5	38·7	27·2

Aus den Messungen, die Herr Cand. JACOBSEN bisher über die Veränderungen des spezifischen Gewichtes des Meerwassers bei Absorption von atmosphärischer Luft und Kohlensäure vorgenommen hat, scheint hervorzugehen, dass die verschiedenen Mengen dieser Luftarten keinen so grossen Einfluss auf die Bestimmungen des spezifischen Gewichtes gehabt haben, dass die Tabellen davon beträchtlich beeinflusst werden können.





III.

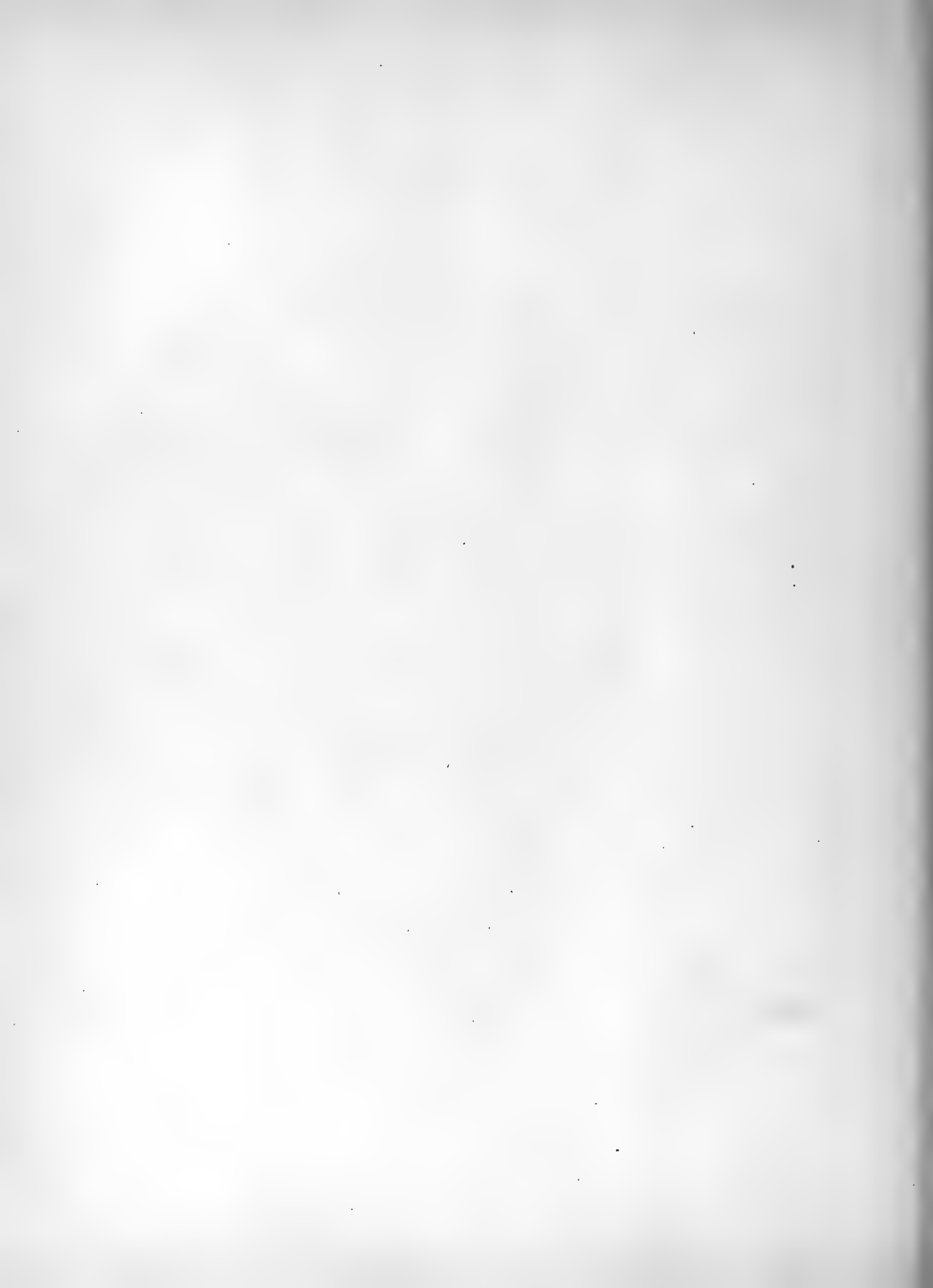
# Chlor- und Salzbestimmung.

Von

**S. P. L. Sørensen**

unter Mitwirkung von

**H. Björn-Andersen und A. Wohlk.**



# Inhalt.

---

	Seite
Einleitung .....	96.
Die benutzten Atomgewichte .....	96.
<b>Chlorbestimmung.</b>	
A. Erste Reihe .....	97.
1. Die benutzte titrimetrische Methode .....	98.
2. Bestimmung der Stärke der benutzten Normal-Flüssigkeiten .....	105.
3. Die ausgeführten Chlorbestimmungen .....	110.
B. Zweite Reihe .....	110.
<b>Salzbestimmung.</b>	
A. Die Salzbestimmungsmethode und die daran geknüpften Vorarbeiten .....	117.
1. Wird alles Brom durch Eindampfung unter Zusatz von Chlorwasser aus dem Meerwasser getrieben? .....	117.
2. Wie stark muss der Salzrest erhitzt werden, um vollständig entwässert zu werden? .....	120.
3. Die zu den endlichen Versuchen angewandte Salzbestimmungsmethode .....	128.
B. Anhang .....	134.

---

## Einleitung.

Die zu den Chlor- und Salzbestimmungen angewandten Methoden wurden von Mag. BJÖRN-ANDERSEN und dem Unterzeichneten geplant und ausgearbeitet; die erste Reihe und die an die Salzbestimmungen geknüpften Chlorbestimmungen führte Mag. BJÖRN-ANDERSEN, die zweite Reihe von Chlorbestimmungen Mag. WELK aus, während ich selbst die Salzbestimmungen und die daran geknüpften Kontrollbestimmungen ausführte. Alle Bestimmungen wurden in der polytechnischen Lehranstalt vollzogen, hauptsächlich im chemischen Laboratorium derselben, dessen Vorstand, Herrn Professor Dr. S. M. JØRGENSEN, ich meinen herzlichsten Dank absatte für das Wohlwollen, mit welchem der Platz und das Material des Laboratoriums während der Versuche zu meiner Verfügung gestellt wurden.

S. P. L. Sørensen.

### Die benutzten Atomgewichte:

O	16.000
Cl	35.456
Br	79.908
S	32.065
H	1.008
Na	23.005
K	39.103
Mg	24.375
Ag	107.898

## Chlorbestimmung.

---

### A. Erste Reihe.

Im allgemeinen wird die Chlormenge im Meerwasser entweder auf die titrimetrische oder auf die gewichtsanalytische Weise bestimmt. Bei der ersteren Methode wird die zur Fällung der ganzen Halogenmenge in einem gewissen Quantum Meerwasser nötige Gewichtsmenge Silbernitrat bestimmt, und der daraus berechnete Chlorgehalt ist einfach die dem verbrauchten Silbernitrat äquivalente Chlormenge. Bei der gewichtsanalytischen Methode wird die ganze Halogenmenge des Meerwassers ebenfalls als Silbersalze gefällt, dieselben werden aber nach Abfiltrirung, nötigem Auswaschen und Trocknen gewogen. Die gewogenen Niederschläge bestehen freilich hauptsächlich aus Silberchlorid, enthalten jedoch erkennbare Mengen Silberbromid und Spuren von Silberjodid. Bei der Berechnung der Chlormenge wird man doch gewöhnlich keine Rücksicht darauf nehmen; man berechnet den Chlorgehalt in der Voraussetzung, dass die Niederschläge reines Silberchlorid sind. Natürlich erhält man durch diese Berechnung einen Wert der Chlormenge, der sich von dem durch die titrimetrische Methode erhaltenen unterscheidet; der Unterschied wird für Meerwasser mit einem Bromgehalt von  $\frac{1}{300}$  der Chlormenge ungefähr  $\frac{1}{2000}$  der ganzen Chlormenge sein (s. p. 104). Nur wenn die Silbersalze vor der Wägung in einem Chlorstrom erhitzt und dadurch in reines Silberchlorid umgewandelt werden, wird der durch die Gewichtsanalyse gefundene Chlorgehalt dem durch die Titrirung ermittelten entsprechen.

Die gefundene Chlormenge wird indessen bei keiner der hier erwähnten Methoden das wirkliche Gewicht aller im Meerwasser befindlichen Halogene angeben; um dieses zu finden wird es nötig sein nicht nur die mit der gesammten Halogenmenge äquivalente Silbermenge, sondern auch — abgesehen von der geringen Jodmenge — das Verhältniss zwischen der Chlor- und der Brommenge zu bestimmen. Da indessen die wirkliche Halogenmenge kein wesentlich grösseres Interesse als einer der durch die oben erwähnten Methoden gefundenen Werte darbietet, und da ihre Bestimmung mehr Opera-

tionen fordert und deshalb auch mehr Fehlerquellen veranlasst als die einfachen oben erwähnten Methoden, ist eine derselben als «Chlorbestimmungsmethode» gewählt worden. Bei der Wahl zwischen der titrimetrischen und der gewichtsanalytischen Methode wird man im voraus geneigt sein, der letzteren die grössere Genauigkeit beizumessen, und dies ist sicher auch richtig, wenn von Bestimmungen, in gewöhnlicher titrimetrischer oder gewichtsanalytischer Weise ausgeführt, die Rede ist. Durch das im folgenden zu beschreibende gewichttitrimetrische Verfahren wird indessen eine so grosse Genauigkeit erzielt, dass diese Methode vorgezogen wurde, weil die Ausführung derselben leichter als die einer Gewichtsanalyse fällt. Unter Chlormenge versteht man deshalb das Gewicht einer mit der in 1 Kilo Meerwasser befindlichen, gesammten Halogenmenge äquivalenten Chlormenge.

### 1. Die benutzte titrimetrische Methode.

Die gewichttitrimetrischen Chlorbestimmungen wurden in ihren Hauptzügen folgendermassen ausgeführt. Eine genau abgewogene Menge Meerwasser wurde mit reiner, chlorfreier Salpetersäure gesäuert und darauf im Dunkeln unter sorgfältigem Umrühren durch eine genau abgewogene Menge ca.  $\frac{1}{2}$  normaler Silbernitratlösung<sup>1)</sup> gefällt. Da die im Meerwasser befindliche Chlormenge annähernd bekannt war, konnte es leicht so eingerichtet werden, dass ausser der zur Halogenfällung nötigen Menge nur einige Gramm Silbernitratlösung im Überschuss zugesetzt wurden. Nach Stehen bis zum nächsten Tag wurde das gefällte Silberchlorid, stets in einem dunklen Raum, abfiltrirt und ausgewaschen, und das überschüssige Silbernitrat, nach nötiger Eindampfung des Filtrats und des Waschwassers, durch eine passende Titrirung mit ca.  $\frac{1}{20}$  normalen Lösungen von Ammoniumrhodanid und Silbernitrat und mit Ammoniumferridsulfat als Indicator bestimmt. Die Einzelheiten der Methode gehen aus der folgenden, eingehenden Beschreibung hervor.

Bei Meerwasserproben, deren Salzgehalt geringer als  $15\text{‰}$  war, wurden zur Chlorbestimmung 500—900 Gramm angewandt, und die Wägung fand einfach in einem mit einem Kork verschlossenen und vorher gewogenen Glaskolben statt, indem ein Kolben gleicher Form und Grösse als Tara benutzt wurde; der Abwägungsfehler belief sich kaum auf mehr als 5 Milligramm. Aus allen Meerwasserproben, deren Salzgehalt grösser war als  $15\text{‰}$ , wurden zur Chlorbestimmung nur 150—160 Gramm benutzt, und die Wägung derselben wie auch der zur Fällung benutzten ca.  $\frac{1}{2}$  normalen Silbernitratlösung wurde in Büretten von derselben Form und Grösse, als ich bei früheren, titrimetrischen Untersu-

<sup>1)</sup> Betreffs der Bestimmung der Stärke dieser Lösung sowie auch der Stärke der übrigen zur Titrirung benutzten Lösungen wird auf den nächsten Abschnitt verwiesen.

chungen gebraucht habe, ausgeführt<sup>1)</sup>. Die Büretten, die oben mit einem geschliffenen Glasstöpsel und unten mit einem Glashahn, dessen Ausflussspitze mit einem geschliffenen Glashütchen versehen war, verschlossen waren, hielten ca. 160 cc., indem eine kugelförmige Erweiterung oben 100 cc. fasste, während der untere in Kubikcentimeter eingeteilte Teil der Bürette ca. 60 cc. (s. beigefügte Figur) aufnehmen konnte. Bei der Wägung wurde erst die Bürette mit der betreffenden Flüssigkeit gefüllt; darauf wurde sie sorgfältig abgetrocknet und mit einer leeren Bürette gleicher Form und Grösse als Tara auf die Wage gestellt; endlich wurde durch Auflegen von Gewichten Gleichgewicht hergestellt, aber die endgültige Wägung wurde erst nach einer Stunde vorgenommen. Es fand ein doppeltes Wägen statt, aber zwischen der ersten und der zweiten Wägung lag nur  $\frac{1}{2}$  Stunde; selbstverständlich wurden bei jeder Wägung Temperatur und Druck notirt. Als das doppelte Wägen ausgeführt war, wurde die gewünschte Flüssigkeitsmenge abgezogen, und darauf fand ein neues doppeltes Wägen der Bürette mit der übrig gebliebenen Flüssigkeit auf dieselbe Weise wie das erste Mal statt. Zu weiterer Auskunft will ich die bei einem Wägen notirten Werte anführen.

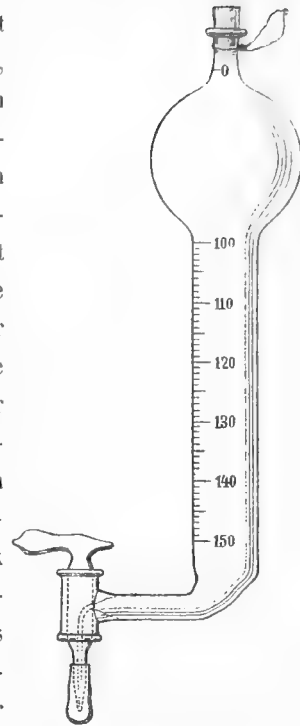


Fig. 17.

$$\begin{aligned} \text{Bürette} + \text{Meerwasser} &= \text{Tara-Bürette} + 154,9767^2) \\ \text{Tara-Bürette} + 154,9659 &= \text{Bürette} + \text{Meerwasser} \end{aligned}$$

Mittel .....	154,9713	
Korrektion für die Gewichtstücke.....	+ 0,0005	
		154,9718 Gr.

Nach dem Abfüllen

$$\begin{aligned} \text{Bürette} + \text{Rest des Meerwassers} &= \text{Tara-Bürette} + 0,2549 \\ \text{Tara-Bürette} + 0,2493 &= \text{Bürette} + \text{Rest des Meerwassers} \end{aligned}$$

Mittel .....	0,2521	
Korrektion für die Gewichtstücke.....	0,0000	
		0,2521 —
Gewicht der abgewogenen Flüssigkeit in der Luft		154,7197 Gr.

<sup>1)</sup> S. P. L. Sørensen: Om Anvendelsen af normalt Natriumoxalat i Titreranalysen, Oversigt over det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger 1900 p. 192.

<sup>2)</sup> Bei der Bestimmung dieser wie aller ähnlichen Werte ist die gewöhnliche Methode durch genaue Wägungen benutzt worden, indem man bei wiederholter Beobachtung durch eine Lupe dreier auf einander folgenden Schwingungen der Wagenzunge die Gleichgewichtslage teils durch aufgestellte

154,7197 Gr.

(Temperatur 20° C., Feuchtigkeit 52 %, Barometerstand 756 <sup>m</sup>, Spezifisches Gewicht der Luft unter diesen Verhältnissen: 0,001193, Spezifisches Gewicht der Flüssigkeit: 1,026)

Die Korrektion für den Auftrieb war deshalb ..... 0,1578 —  
 Das absolute Gewicht der abgewogenen Flüssigkeitsmenge... 154,8775 Gr.

Nach der Wägung befanden sich die beiden Flüssigkeiten, das Meerwasser und die Silbernitratlösung, jede in einer konischen Flasche, und die Fällung wurde dann folgendermassen ausgeführt. Durch Zusatz von ein wenig reiner, chlorfreier Salpetersäure wurde das Meerwasser schwach gesäuert, und darauf wurde die Silbernitratlösung, in einem durch rotes Licht schwach beleuchteten Zimmer, in einem dünnen Strahl ins Meerwasser gegossen, welches während und nach der Fällung stark geschüttelt wurde. Der Kolben mit der Silbernitratlösung wurde wiederholt mit Wasser nachgespült. Nachdem die Flüssigkeit bis zum nächsten Tag in einem völlig dunklen Raume (einem mit schwarzem Samt bezogenen Kasten, der sich in dem Zimmer befand, wo die Fällung ausgeführt worden war) gestanden hatte, wurde sie bei schwachem rotem Licht filtrirt. Das abfiltrirte Silberchlorid und die benutzten Gefässe wurden mit reinem Wasser oder, wenn die Waschflüssigkeit dadurch trübe durchlief, was oft geschah, wenn die Niederschläge rein gewaschen waren, mit ein wenig salpetersaurem Wasser ausgewaschen. Das Waschen wurde so lange fortgesetzt, bis das Waschwasser mit Ammoniumchlorid keine grössere Trübung gab als Waschwasser, das auf dieselbe Weise aus reinem Silberchlorid hergestellt war. Das Filtrat und das Waschwasser wurde im Wasserbad bis zu einem Rauminhalt von 25—50 cc. eingedampft, wobei sich immer Silberchlorid<sup>1)</sup> ausschied; in der trüben Flüssigkeit wurde die Silbernitratmenge folgendermassen bestimmt.

Die vorliegende, wegen Silberchlorides trübe Flüssigkeit wurde aus der Schale in

Gewichte 154,97 teils durch aufgestellte Gewichte 154,98 bestimmt hat. Der Wägefehler beim Wägen einer Bürette konnte, wie aus einer Reihe Kontrollbestimmungen hervorging, 2 Milligr. betragen, der gewöhnliche Wägefehler war aber viel geringer; wenn die vierte Dezimale trotz der Möglichkeit eines Wägefehlers von 2 Milligr. mitgenommen ist, geschieht es ausschliesslich um des Rechnens willen. Man könnte befürchten, dass bei dieser Eindampfung einer mit Silberchlorid gesättigten, salpetersauren Lösung kleine Mengen Salzsäure als Chlor oder Nitrosylchlorid weggehen konnten. Aus den Kontrollversuchen durch Eindampfung (zu einem kleinen Rauminhalt) schwacher Salpetersäure, welcher eine abgewogene Menge titrirter ca.  $\frac{1}{20}$  normaler Silbernitratlösung und entweder ein wenig reines Silberchlorid oder eine grössere Menge gesättigter Silberchloridlösung zugesetzt wurden, und Titration der darnach anwesenden Silbernitratmenge ging hervor, dass dies nicht der Fall war. Man fand dagegen ein etwas geringeres Quantum Silbernitrat nach als vor der Eindampfung, was sicherlich von der Einwirkung des Lichtes auf Silberchlorid während der Eindampfung herrührte. Der dadurch entstandene Fehler ist äusserst gering und kann durch Eindampfung ohne Zutritt des Lichtes vermieden werden.



einen Kolben gebracht, worauf, der bekannten Vorschrift Volhards gemäss, Ammoniumferridsulfat und reine, ausgekochte, verdünnte Salpetersäure zugesetzt wurden, bis die Farbe des Ferridsalzes kaum sichtbar war. Darauf wurde eine ca.  $\frac{1}{20}$  normale Ammoniumrhodanidlösung bis zu deutlicher, roter Farbe zugesetzt und endlich ca.  $\frac{1}{20}$  normale Silbernitratlösung, bis die rote Farbe ganz verschwunden und ferner 2—5 Tropfen dieser schwachen Silbernitratlösung überschüssig war. Hierdurch wird erreicht, dass alles, was durch Silbernitrat in der eingedampften Lösung und in der Ammoniumrhodanidlösung gefällt werden kann, gefällt wird, so dass es nach darauf folgender Filtrirung keine Stoffe in der Lösung giebt, die, wie z. B. Chloride oder Cyanide, die Schlusstitrirung<sup>1)</sup> unsicher machen können.

Nachdem die Flüssigkeit sorgfältig umgeschüttelt war und kurze Zeit im Dunkeln gestanden hatte, fand die Filtrirung statt, und der Niederschlag wurde einigemal mit reinem Wasser ausgewaschen. Darauf wurde dem Filtrat, dessen Rauminhalt 100 cc. nicht übersteigen durfte, eine ca.  $\frac{1}{20}$  normale Ammoniumrhodanidlösung tropfenweise zugesetzt, bis eine bleibende, schwache rote Farbe entstand, welche nach Zusatz eines Tropfens ca.  $\frac{1}{20}$  normaler Silbernitratlösung verschwand. Selbstverständlich konnte der Uebergangspunkt Sicherheits halber wiederholt bestimmt werden, und das thatsächliche Vorliegen eines Uebergangspunktes wurde nach dem letzten Zusatz von Silbernitrat entschieden (weil nämlich zu farbloser Flüssigkeit titrirt wurde) nach Filtriren der trüben Flüssigkeit, nachdem dieselbe gut geschüttelt und einige Minuten hingestellt war. Darauf wurde das Filtrat in zwei gleiche Teile geteilt, und ein Tropfen Silbernitratlösung wurde dem einen Teil, der

<sup>1)</sup> Wenn man oft darüber klagt, dass der Uebergangspunkt einer Silbertitrirung nach der Methode Volhards schwer festzustellen ist, und besonders dass die rote Farbe sich nicht hält, so ist dies, wenn die Titrirung in gewöhnlicher Weise ausgeführt wird, berechtigt. Selbst das reinste, käufliche Ammoniumrhodanid und wahrscheinlich in noch höherem Grad das Kaliumrhodanid enthalten Chloride und wahrscheinlich Cyanide; es ist auch weder BJÖRN-ANDERSEN noch mir gelungen ganz reines Ammoniumrhodanid herzustellen. Ich will nicht weiter auf die Einzelheiten dieser Versuche eingehen, sondern nur anführen, dass, wie BJÖRN-ANDERSEN gefunden hat, ein Gemisch von Silberrhodanid und Silberchlorid schneller und intensiver im Lichte gefärbt wird, je mehr Silberchlorid es enthält, und ausserdem, dass Silberrhodanid früher als Silberchlorid gefällt wird. Ein Ammoniumchloridgehalt in Ammoniumrhodanid kann deshalb leicht durch fraktionirte Fällung der Lösung durch Silbernitrat nachgewiesen werden; das letzt gefällte Silbersalz wird dann, wenn das Ammoniumrhodanid Chlorid enthalten hat, schneller und intensiver im Lichte gefärbt werden als das erst gefällte. Es ergibt sich auch daraus leicht, dass ein Ammoniumchloridgehalt im Ammoniumrhodanid die Titrirung stören wird; denn wenn man sich denkt, dass man den Punkt erreicht hat, wo alles Silber als mit ein wenig Chlorid gemischtes Rhodanid gefällt ist, während ein geringer Ueberschuss von Ammoniumrhodanid mit Ammoniumferridsulfat die rote Farbe giebt, wird die Farbe durch Schütteln sehr schnell verschwinden, indem Silberchlorid und Ammoniumferridrhodanid Silberrhodanid und lösliche, farblose Chloride geben, und ein wiederholter Zusatz von Ammoniumrhodanid wird erst dann eine bleibende rote Farbe hervorrufen, wenn alles Silberchlorid in Ammoniumchlorid umgebildet ist.

dadurch nicht Farbe wechseln durfte, ein Tropfen Ammoniumrhodanid dem andern Teil zugesetzt, der dadurch rot gefärbt bleiben sollte (die Farbe sollte sich wenigstens  $\frac{1}{2}$  Stunde halten, gewöhnlich hielt sie sich selbst beim Stehen bis zum nächsten Tag). Zeigte es sich, dass dieser Schlussversuch nicht wunschgemäss verlief, konnte die ganze Flüssigkeitsmenge wieder gemischt werden, damit der Uebergangspunkt wieder bestimmt werden konnte, aber nach der Ausführung der vorläufigen Titrirungen zeigte es sich nur in einem einzigen Fall nötig. Die zur Schlusstitrirung benutzten ca.  $\frac{1}{20}$  normalen Silbernitrat- und Ammoniumrhodanidlösungen fanden sich in den Wägebüretten, die nach wie vor dem Versuche mit 5 Milligramm Genauigkeit und ohne Rücksichtnahme auf die Temperatur und den Druck während der Wägung gewogen wurden.

Zu weiterer Auskunft werde ich die Werte einer einzelnen Titrirung anführen, indem ich, betreffs der Stärke der angewandten Normal-Flüssigkeiten, auf den nächsten Abschnitt verweise.

Absolutes Gewicht der abgewogenen Menge Meerwasser .....	125,7731 Gr.
Absolutes Gewicht der abgewogenen Menge ca. $\frac{1}{2}$ normaler Silbernitrat- lösung .....	132,9314 Gr.
Gewicht der bei der Schlusstitrirung verbrauchten ca. $\frac{1}{20}$ normalen Ammoniumrhodanidlösung .....	16,095 Gr.
Gewicht der bei der Schlusstitrirung verbrauchten ca. $\frac{1}{20}$ normalen Silbernitratlösung 0,623 Gr., entsprechend einer Gewichtsmenge Ammoniumrhodanidlösung .....	0,675 —
	Differenz... 15,420 Gr.
15,420 Gr. Ammoniumrhodanidlösung, bei gewöhnlichem Druck und ge- wöhnlicher Temperatur gewogen, entspricht einer Gewichtsmenge ca. $\frac{1}{2}$ normaler Silbernitratlösung, im Vacuum gewogen, .....	1,5204 —
	Differenz... 131,4110 Gr.

131,4110 Gr. Silbernitratlösung (im Vacuum gewogen) entsprechen 2,437464 Gr. Chlor (im Vacuum gewogen), zufolge dessen 1 Kilo Meerwasser (im Vacuum gewogen) 19,37985 Gr. Chlor (im Vacuum gewogen) enthält.

Die in dieser Weise ausgeführten Titrirungen stimmten mit einander gut überein, und die Abweichungen zweier Bestimmungen derselben Meerwasserprobe beliefen sich, wenn der Chlorgehalt nur einigermaßen reichlich war, auf nicht 1: 10000 der ganzen Chlormenge.

Dass die hierdurch gewonnenen Ergebnisse nicht nur mit einander gut übereinstimmten, sondern auch den wirklichen, wie oben (p. 98) definirten Chlorgehalt angaben, ging aus einigen gewichtsanalytischen Kontroll-Chlorbestimmungen der Meerwasserprobe, deren titrimetrische Analyse oben wiedergegeben ist, hervor. Diese gewichtsanalytischen Chlorbestimmungen wurden von Mag. BJÖRN-ANDERSEN mit grosser Sorgfalt und im wesent-

lichen dem von Stas<sup>1)</sup> empfohlenen Verfahren gemäss ausgeführt. Die vorliegende, chloridhaltige Flüssigkeit wurde mit Wasser so stark verdünnt, dass das Gewicht des dem Chlor entsprechenden Silberchlorids nur ca.  $\frac{1}{100}$  des gesammten Gewichts der Flüssigkeit betrug; darauf wurde mit Salpetersäure gesäuert und durch einen ganz kleinen Ueberschuss von Silbernitratlösung gefällt. Der Zusatz von Silbernitratlösung fand nur allmählich und unter sorgfältigem Umschütteln statt, und die Fällung ging bei gewöhnlicher Temperatur und ohne Zutritt des weissen Lichtes vor sich. Nach Stehenlassen bis zum nächsten Tage wurde die Mutterlauge abgossen, und das übrig gebliebene Silberchlorid wurde durch ein 15-mal wiederholtes Dekantiren mit einer wasserhaltigen Silbernitratlösung rein gewaschen, welche in 1 Gr. Lösung 0,00006 Gr. Silbernitrat enthielt; danach wurde filtrirt. Als Filtrirapparat wurde ein Goochs Porzellantiegel benutzt, dessen durchlöcherter Boden von einer Schicht sehr sorgfältig gereinigtem Asbest gedeckt war. Vor der Filtrirung war der Tiegel mit dem Asbest mit Wasser gut ausgewaschen um lose-sitzende Asbestteile wegzuführen, darauf in ein Filterwägegglas mit geschliffenem Deckel gebracht, bei ca. 200° C. getrocknet und endlich sorgfältig gewogen (Doppelwägen, ein Filterwägegglas mit einem gleichen, asbestbekleideten Tiegel als Tara u. s. w.). Bei der Filtrirung wurde das Filter erst mit der ganz schwachen Silbernitratlösung angefeuchtet, darauf wurde ungefähr  $\frac{1}{10}$  der gesammten Silberchloridmenge auf das Filter gebracht, und nachdem sich diese durch Saugen auf dem Asbest festgesetzt hatte, wirkte das Filter ausgezeichnet. Die Mutterlauge wurde zuerst filtrirt, darauf die verschiedenen abgossenen Waschflüssigkeiten, die in 3 Bechergläsern gesammelt waren, endlich wurde der Rest des Silberchlorids auf das Filter gebracht, und die benutzten Gefässe wie auch der Niederschlag auf dem Filter wurden mit der ganz schwachen Silbernitratlösung gewaschen. Als die letzte Waschflüssigkeit aus den Niederschlägen gesogen war, wurde der Tiegel mit dem noch feuchten Niederschlage wieder ins Filterwägegglas gestellt, und es wurde erstens augenblicklich, zweitens nach Trocknen bei ca. 200° C. gewogen. Die letzte Wägung wurde wie die Wägung vor der Filtrirung ausgeführt und gab das Gewicht trockenen Silberchlorids + einer geringen Menge Silbernitrat, die erste Wägung wurde dagegen nur mit 1 Centigramm Genauigkeit vorgenommen und beabsichtigte die Menge der anhaftenden, schwachen Silbernitratlösung zu bestimmen, woraus die Korrektion für das im getrockneten Silberchlorid befindliche Silbernitrat berechnet werden konnte (Korrektion  $\alpha$ ). Noch eine kleine Operation musste nach der Vorschrift von Stas vorgenommen werden um ein ganz genaues Resultat zu erhalten; die Mutterlauge und die Waschflüssigkeit wurden durch ein ganz kleines Filter mit geringer Aschenmenge filtrirt um möglich losgerissene Asbestfibern zurückzuhalten, und auf demselbem Filter wurde die geringe Menge Silberchlorid, die man

---

<sup>1)</sup> Jean-Servais Stas: Oeuvres complètes (1894). t. I. pag. 816.

Tabelle I. Gewichtsanalytische Chlorbestimmungen<sup>1)</sup>.

	Analyse Nr. 1		Analyse Nr. 2	
Gewicht im Vacuum der abgewogenen Menge Meerwasser .....	149·2001	Gr.	151·4881	Gr.
Gewicht feuchten Silberchlorids (A).....	21·68	—	21·19	—
Gewicht trockenen Silberchlorids (+ einer kleinen Menge Silbernitrat) .....	11·69735	—	11·87816	—
bei Temperatur und Druck in C° und mm. (a) .....	17·5° C., 761·5 mm.		17·5° C., 754 mm.	
Gewicht anhaftender schwacher Silbernitratlösung (A-a).....	9·98	Gr.	9·31	Gr.
Die in dieser Lösung befindliche Menge Silbernitrat Korrektion $\alpha$	0·00060	—	0·00056	—
Rest von Silberchlorid + mitgerissemem Asbest (Korrektion $\beta$ ) ...	0·00144	—	0·00087	—
$\alpha + a - \beta$ .....	11·69819	—	11·87847	—
Korrektion für den Auftrieb .....	0·00089	—	0·00090	—
Die abgewogene Menge Meerwasser giebt also eine im Vacuum gewogene, für Brom nicht korrigirte Silberchloridmenge.....	11·69908	—	11·87937	—
1 Kilo Meerwasser giebt eine im Vacuum gewogene, für Brom nicht korrigirte Silberchloridmenge.....	78·41202	—	78·41784	—
Korrektion für den Bromgehalt .....	0·03618	—	0·03618	—
1 Kilo Meerwasser giebt eine im Vacuum gewogene, für Brom korrigirte Silberchloridmenge.....	78·37584	—	78·38166	—
Die entsprechende Chlormenge .....	19·37819	—	19·37963	—

<sup>1)</sup> Infolge der Untersuchungen E. BEROLYNS (Ber. Deutsch. Chem. Gesellsch. 18 p. 2888, 1885) kann die Brommenge in allem Wasser der Nordsee und des Atlantischen Meeres 0·33—0·34 % der Chlormenge gleich gesetzt werden; der Bromgehalt in 1 Kilo des hier erwähnten Meerwassers ist dann ca. 65 Milligr. Die mit 65 Milligr. Brom äquivalente Chlormenge ist 28·82 Milligr., demgemäss ist die Korrektion 36·18 Milligr. Wird der Chlorgehalt aus der gefundenen Silberchloridmenge ohne Rücksichtnahme auf den darin befindlichen Silberbromidgehalt berechnet, erhält man in Analyse Nr. 1 einen Chlorgehalt von 19·38714 Gr. Chlor und in Nr. 2 einen von 19·38858 Gr. Chlor; der Unterschied zwischen dieser Chlormenge und der korrigirten beträgt also nahezu  $\frac{1}{2000}$  der ganzen Chlormenge.

durch Auswaschen der benutzten Gefässe mit schwachem Ammoniakwasser und darauf folgende schwache Uebersättigung der Lösung mit Salpetersäure erhielt, gesammelt: das Filter wurde erst mit der schwachen Silbernitratlösung und endlich mit reinem Wasser gewaschen: durch Verbrennen des Filters und folgendes Glühen in einem Chlorstrom in gewöhnlicher Weise wurde das Gewicht des Asbestes + Silberchlorids (Korrektion  $\beta$ ) bestimmt. Der Anschaulichkeit halber sind hier die wichtigsten Werte dieser zwei gewichtsanalytischen Bestimmungen in tabellarischer Form angeführt (Tabelle I).

Eine Zusammenstellung der Resultate erweist sogleich das gute Uebereinstimmen der auf den beiden verschiedenen Wegen gefundenen Werte der Chlormenge in der hier erwähnten Meerwasserprobe:

Durch Titrirung gefunden: . .	19,3798 Gr. Chlor	(pag. 102)
—	Gewichtsanalyse Nr. 1: 19,3782	— — (pag. 104)
—	— Nr. 2: 19,3796	— — (pag. 104)

## 2. Bestimmung der Stärke der benutzen Normal-Flüssigkeiten.

Aus dem vorigen Abschnitt ergibt sich, dass zur Titrirung

- a) eine ca.  $\frac{1}{20}$  normale Silbernitratlösung (schwache Silbernitratlösung),
- b) eine ca.  $\frac{1}{20}$  normale Ammoniumrhodanidlösung, und
- c) eine ca.  $\frac{1}{2}$  normale Silbernitratlösung (starke Silbernitratlösung) angewandt wurden.

Die Lösungen wurden durch Lösung der reinsten Handelswaren in destillirtem Wasser hergestellt; doch wurde das Silbernitrat erst in schwacher Salpetersäure gelöst, worauf die Lösung auf dem Wasserbade zur Trockne eingedampft wurde, um möglich anwesendes Silbernitrit zu zersetzen. Die Lösungen wurden im Dunkeln in Standflaschen mit gut schliessendem Glasstöpsel aufbewahrt, welcher Sicherheits halber mit einem umgekehrten Becherglas bedeckt war, dessen mit Vaseline eingeschmierter Rand auf dem oberen Teil der Flasche luftdicht ruhte. Die Wägung der Normal-Flüssigkeiten fand, wie im vorigen Abschnitt erwähnt (pag. 99), in Wägebüretten statt.

a) Die ca.  $\frac{1}{20}$  normale Silbernitratlösung wurde auf die Ammoniumrhodanidlösung durch eine Titrirung eingestellt, die in derselben Weise wie die Schlusstitrirung der im vorigen Abschnitt beschriebenen Chlorbestimmungsmethode ausgeführt wurde. Alle Bürettenwägungen wurden mit einer Genauigkeit von 5 Milligramm vorgenommen, und während der Wägungen wurde keine Rücksicht auf Druck und Temperatur genommen. Das Resultat geht aus der folgenden Tabelle II hervor.

b) Nach demselben Princip wie oben wurde die Ammoniumrhodanidlösung auf die starke Silbernitratlösung eingestellt. Die Wägungen derselben wurden so genau als möglich vorgenommen, und die Korrektion für den Auftrieb wurde eingeführt; die Wägungen der Ammoniumrhodanidlösung und der schwachen Silbernitratlösung fanden mit 5 Milligramm Genauigkeit und ohne Rücksichtnahme auf Temperatur und Druck während der Wägungen statt. Das Ergebniss geht aus der folgenden Tabelle III hervor.

c) Die ca.  $\frac{1}{2}$ -normale Silbernitratlösung wurde mit reinem Kaliumchlorid als Ur-titersubstanz eingestellt.

Dieses Kaliumchlorid wurde folgendermassen hergestellt: 1 Kilo reines Handels-

Tabelle II. Einstellung der ca.  $\frac{1}{20}$  normalen Silbernitratlösung auf die Ammoniumrhodanidlösung.

Nummer der Versuche	Abgewogene Menge ca. $\frac{1}{20}$ normaler Silbernitratlösung in Gr.	Abgewogene Menge Ammoniumrhodanidlösung in Gr.	1 Gr. schwache Silbernitratlösung entspricht der Ammoniumrhodanidlösung in Gr.	
Ammoniumrhodanidlösung Nr. 1.				
1	97·800	105·925	1·0831	} Mittel 1·0836
2	97·021	105·105	1·0833	
3	94·618	102·610	1·0845	
Ammoniumrhodanidlösung Nr. 2.				
4	101·282	114·000	1·1256	

Tabelle III. Einstellung der Ammoniumrhodanidlösung auf die starke ca.  $\frac{1}{2}$ -normale Silbernitratlösung.

Nummer der Versuche	Absolutes Gewicht der abgewogenen Menge starker Silbernitratlösung in Gr.	Abgewogene Menge schwacher Silbernitratlösung in Gr. (a)	Abgewogene Menge Ammoniumrhodanidlösung in Gr. (b)	Die der verbrauchten schwachen Silbernitratlösung (a) entsprechende Ammoniumrhodanidlösung in Gr. (c)	Differenz (b-c)	1 Gr. Ammoniumrhodanidlösung, bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Druck gewogen, entspricht einer Gewichtsmenge starker Silbernitratlösung, im Vacuum gewogen, in Gr	
Ammoniumrhodanidlösung Nr. 1.							
1	10·9875	0·410	111·924	0·444	111·480	0·09856	} Mittel 0·09860
2	10·8144	0·523	110·196	0·567	109·629	0·09865	
3	13·8344	0·309	140·645	0·335	140·310	0·09860	
Ammoniumrhodanidlösung Nr. 2.							
4	11·2692	0·282	118·894	0·317	118·577	0·09504	} Mittel 0·09497
5	10·9108	0·270	115·123	0·304	114·819	0·09502	
6	11·0415	0·689	117·124	0·776	116·348	0·09490	

Aus Tabel II, Versuch Nr. 4, kann man ferner  $\frac{1,0836 \times 0,09860}{1,1256} = 0,09492$  erhalten.

Kaliumchlorat wurde im ganzen neunmal aus heissem destillirtem Wasser umkrystallisirt. Bei der ersten Umkrystallisation wurde durch ein kleines Filter mit geringer Aschenmenge heiss filtrirt, später wurde kein Filtrirpapier gebraucht, sondern die Mutterlauge wurde durch Abtröpfeln und Abpressung auf einem Porzellantrichter mit durchlöcherter Zwischenboden aber ohne Papierfiltrirscheibe von den Krystallen so scharf als möglich getrennt. Die zwei ersten Umkrystallisationen gingen in Porzellan- und Platin-schalen vor sich, später wurden ausschliesslich Platinschalen gebraucht. Bei der siebenten und der achten Umkrystallisation wurde destillirtes Wasser benutzt, dem eine kleine Menge ganz reines Kaliumhydroxyd, aus etwas blankem, metallischem Kalium und reinem Wasser mit nachfolgendem Eindampfen und Glühen in einem silbernen Tiegel hergestellt, zugesetzt war. Dadurch war beabsichtigt das Kaliumchlorat von der letzten Spur von Natrium- und Kaliumsilikat zu befreien<sup>1)</sup>. Nach der achten Umkrystallisation wurde zuerst mit gewöhnlichem, destillirtem Wasser und darauf mit Wasser, das mit besonderer Sorgfalt auf folgende Weise destillirt war, gewaschen. Gewöhnliches destillirtes Wasser wurde nach Zusatz von etwas reinem Natriumhydroxyd und Kaliumpermanganat in einer Platinretorte destillirt, und die Dämpfe in einer Kühlröhre aus Platin verdichtet, wie auch die Vorlage natürlicherweise aus einer Platinflasche bestand; das so destillirte Wasser wurde mit Schwefelsäure schwach gesäuert und dann wieder in einem ähnlichem Apparate destillirt. Die neunte Umkrystallisation wurde aus destillirtem, in dieser Weise hergestelltem Wasser vorgenommen, und bei den folgenden Operationen wurden ebenfalls nur in dieser Weise gereinigtes Wasser, wie auch ausschliesslich Platinapparate benutzt. Nach der letzten Umkrystallisation wurden die Krystalle durch mehrmaliges Dekantiren mit Wasser in einem grossen Platintiegel gewaschen und darauf im Tiegel getrocknet, indem ein Strom trockener, reiner und staubloser Luft anhaltend durch den Tiegeldeckel geleitet wurde. Die getrocknete Salzmasse wurde in Platintiegeln in kleinen Portionen erhitzt und das entstandene Kaliumchlorid  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  Stunde geschmolzen gehalten<sup>2)</sup>; das Erhitzen wurde hier wie bei allen früheren und folgenden Operationen mit Hülfe einer Barthels Spiritusgebläselampe vorgenommen, um den im Gase befindlichen Schwefel zu vermeiden. Das gewonnene Kaliumchlorid wurde in Wasser gelöst, und die Lösung durch ein kleines, vorher mit Wasser gut ausgewaschenes Filter von geringer Aschenmenge filtrirt, worauf die Lösung zur Krystallisation eingedampft wurde. Die Mutterlauge wurde durch Dekantiren entfernt, die Krystalle wurden einmal durch Dekantiren mit kaltem Wasser gewaschen und unter Zutritt reiner, staubloser Luft getrocknet.

<sup>1)</sup> Jean-Servais Stas: Oeuvres complètes (1894) t III p. 459.

<sup>2)</sup> Bei kürzerem Erwärmen scheint das Kaliumchlorat freilich vollständig zersetzt zu werden, es entstehen aber bei der Zersetzung kleine Mengen Kaliumplatinchlorid, das erst nach längerem Erwärmen gespalten wird; einmal, wo eine grössere Menge Kaliumchlorat auf einmal zersetzt wurde, wurde der Platintiegel an einem einzelnen Punkt geradezu durchfressen, so dass das Kaliumchlorid in geschmolzenem Zustande auslief und verloren ging.

Die getrocknete Masse wurde geschmolzen und  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  Stunde so gehalten; nach Abkühlen wurde die Masse in Wasser gelöst, und die Lösung ganz schwach mit einigen Tropfen reiner Salzsäure gesäuert, die durch Behandlung reinen Natriumchlorids mit Schwefelsäure, Absorption des Chlorwasserstoffs in reinem Wasser und folgende, fraktionirte Destillation dieser Salzsäure in einer Platinretorte hergestellt war. Die ganz schwach gesäuerte Lösung wurde zur Krystallisation eingedampft, die Mutterlauge wurde durch Dekantiren von den durch Abkühlen ausgeschiedenen Krystallen getrennt, und diese wurden durch einmaliges Dekantiren mit Wasser gewaschen. Endlich wurde die Salzmasse in einem Strom reiner, trockener und staubloser Luft in einem Trockenkasten getrocknet, welcher durch einen elektrischen Strom erbitzt wurde (s. Salzbestimmung pag. 128), und wo die Temperatur allmählich bis auf  $380^{\circ}$  C. stieg, bei welcher Temperatur das Kaliumchlorid nach gutem Pulverisiren 24 Stunden stehen blieb.

Das Kaliumchlorid wurde in einem mit Glasstöpsel versehenen und gegen Feuchtigkeit gut geschützten Pulverglas aufbewahrt; während seiner Abwägung wurde das Kaliumchlorid in ein Filterwägegglas gebracht und in demselben vor der endlichen Wägung 24 Stunden bei ca.  $100^{\circ}$  C. getrocknet; das Wägen wurde natürlicherweise als Doppelwägen mit einem gleichen Filterwägegglas als Tara und mit Rücksichtnahme auf Druck und Temperatur während der Wägung vorgenommen; der Wägefehler war bei der Abwägung einer Probe Kaliumchlorids höchstens 0,1 Milligramm<sup>1)</sup>.

Die Einstellung der starken Silbernitratlösung fand auf die Weise statt, dass eine abgewogene Menge Kaliumchlorid in Wasser gelöst wurde; die Lösung wurde mit Salpetersäure schwach gesäuert und darauf durch ein wenig mehr als die zur Fällung der Chlormenge nötige Menge der starken Silbernitratlösung gefällt, worauf das Verfahren ganz dasselbe war, wie unter «1. Die benutzte titrimetrische Methode» Seite 100 beschrieben ist.

Es wurden 3 vorläufige Versuche, welche als Uebungsversuche betrachtet werden müssen, weil bei allen irgend etwas zu bemerken war, sammt 3 endgiltigen Versuchen ausgeführt, deren Ausführung in durchaus befriedigender Weise verlief. Während die Uebereinstimmung zwischen den 3 vorläufigen Versuchen nicht besonders gut ist (Tabelle IV erste Hälfte, die grösste Abweichung von dem bei den 3 endgiltigen Versuchen gefundenen Mittelwert ist ca.  $\frac{1}{3000}$  der ganzen Menge), stimmen die Ergebnisse der 3 endgiltigen Versuche ausgezeichnet mit einander überein (Tabelle IV letzte Hälfte); der bei den letzten Versuchen gefundene Mittelwert der Stärke der Silbernitratlösung ist der beim Ausrechnen aller Chlorbestimmungen dieser Reihe benutzte.

---

<sup>1)</sup> Vergl.: S. P. L. Sørensen: Om Anvendelsen af normalt Natriumoxalat i Titreranalysen. Oversigt over det Kgl. danske Vidensk. Selsk. Forhandlingler 1900., pag. 196 und 198.



Tabelle IV. Einstellung der ca. 1/2-normalen Silbernitratlösung (starken Silbernitratl.) mittels Kaliumchlorids.

Nummer der Versuche	Gewicht im Vacuum der abgewogenen Menge Kaliumchlorid Gr.	Gewicht im Vacuum der abgewogenen Menge starker Silbernitratlösung. Gr.	Verbrauchte Menge schwacher Silbernitratlösung (bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Druck gewogen) Gr.	Verbrauchte Menge Ammoniumrhodanid- (bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Druck gewogen) Gr.	Die (b) Gr. schwacher Silbernitratlösung entsprechende Gewichtsmenge Ammoniumrhodanidlösung in Gr.	Differenz	Die (c-d) Gr. Ammoniumrhodanidlösung (bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Druck gewogen) entsprechende Gewichtsmenge starker Silbernitratlösung (im Vacuum gewogen) in Gr.	Die der abgewogenen Kaliumchloridmenge entsprechende Gewichtsmenge starker Silbernitratlösung in Gr.	1 Gr. starker Silbernitratlösung, im Vacuum gewogen, entspricht einer Chloridmenge, im Vacuum gewogen, in Gr.
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e-d)	(e)	(a-e)		
1	10·92151	281·2289	14·434	0·838	14·096	1·3899	279·8390	0·018550 <sub>4</sub>	
2	6·20682	160·1482	11·879	0·251	11·628	1·1466	159·0016	0·018554 <sub>4</sub>	
3	5·96573	160·8322	81·542	1·110	80·432	7·9307	152·9015	0·018545 <sub>1</sub>	
Vorläufige Versuche.									
4	6·24321	161·8933	19·752	0·420	19·332	1·9062	159·9871	0·018548 <sub>2</sub>	
5	6·18250	160·8725	25·034	0·249	24·785	2·4418	158·4307	0·018548 <sub>3</sub>	
6	6·17971	161·5196	32·451	0·384	32·067	3·1648	158·3548	0·018548 <sub>4</sub>	
Endgültige Versuche.									
									Mittel 0·018548 <sub>4</sub>

### 3. Die ausgeführten Chlorbestimmungen.

Das Ergebniss der in den verschiedenen Meerwasserproben ausgeführten Chlorbestimmungen geht aus umstehender Tabelle V hervor, deren Werte man nach den im vorigen Abschnitt gegebenen Aufschlüssen leicht verstehen wird.

#### B. Zweite Reihe.

Als es sich Ende 1900 zeigte, dass die Zeit nicht hinreichen würde um nach der oben beschriebenen, ausserordentlich genauen, aber zugleich sehr zeitraubenden Methode so viele Chlorbestimmungen auszuführen als erwünscht, wurde von Mag. A. WÖHLK eine zweite Reihe Chlorbestimmungen in einer von der ersten etwas abweichenden Weise ausgeführt.

Als Urtitersubstanz der in dieser Reihe Bestimmungen benutzten, starken Silbernitratlösung dienten die in der ersten Reihe analysirten Meerwasserproben. Die Wägung des Meerwassers und der starken Silbernitratlösung wurde in einem konischen Kolben mit losem Korkstöpsel und mit einem gleichen Kolben als Tara vorgenommen; es fand aber kein Doppelwägen statt, und es wurde bei der Wägung keine Rücksicht auf Druck- und Temperaturänderungen der Luft genommen. Die Wägung und die gleichzeitige Fällung verliefen dann folgendermassen. Zuerst wurde (natürlich mit dem Tara-kolben auf der anderen Wägeschale) das Gewicht des leeren Kolbens bestimmt, darauf wurde, wenn auch nicht genau, eine Meerwassermenge, deren Chlorgehalt nahezu 50 cc. der starken ca.  $\frac{1}{2}$  normalen Silbernitratlösung entsprach, abgemessen und in den Kolben gegossen, der darauf wieder gewogen wurde. Endlich wurde aus einer gewöhnlichen Bürette ein wenig mehr als die zur Fällung des in der abgewogenen Menge Meerwasser befindlichen Chlors nötige Menge starker Silbernitratlösung abgelassen; das Ablassen fand bei Lampenlicht statt, und die Silbernitratlösung lief direkt in den das Meerwasser enthaltenden Kolben, der darnach zum dritten Mal gewogen wurde. Nach schwacher Säuerung mit Salpetersäure wurde der Kolbeninhalt gut geschüttelt und blieb im Dunkeln bis zum nächsten Tag stehen; darauf wurde filtrirt, das Silberchlorid wurde ausgewaschen und das Filtrat und das Waschwasser eingedampft, wonach die Schlusstitrirung wie in der ersten Reihe Chlorbestimmungen stattfand, nur mit dem Unterschied, dass die Ammoniumrhodanid- und die schwache Silbernitratlösung nicht abgewogen, sondern mit gewöhnlichen aber korrigirten Messbüretten gemessen wurden. Durch diese Aenderungen wurde die Methode etwas einfacher, ohne dass ihre Genauigkeit in allzu hohem Grad

Tabelle V. Chlorbestimmungen im Meerwasser.

Nummer der Versuche	Nummer und Zeichen des angewandten Meerwassers	Gewicht im Vacuum der abgewogenen Menge Meerwasser		Lösung		Verbrauchte Menge schwache Silbernitratlösung (bei gew. Temperatur und Druck gewogen)		Verbrauchte Menge Ammoniumrhodanidlösung (bei gew. Temperatur und Druck gewogen)		Die b Gr. schwacher Silbernitratlösung entsprechende Gewichtsmenge Ammoniumrhodanidlösung		Differenz		Die (c-d) Gr. Ammoniumrhodanidlösung (bei gew. Temperatur und Druck gewogen) entsprechende Gewichtsmenge starker Silbernitratlösung (im Vacuum gewogen)		Die der abgewogenen Menge Meerwasser (im Vacuum gewogen) entsprechende Gewichtsmenge starker Silbernitratlösung (im Vacuum gewogen)		Die (a-e) Gr. starker Silbernitratlösung (im Vacuum gewogen) entsprechende Gewichtsmenge Chlor (im Vacuum gewogen)		1 Kilo Meerwasser (im Vacuum gewogen) enthält eine Chlormenge (im Vacuum gewogen)
		Gr.	Gr.	(a)	Gr.	(b)	Gr.	(c)	Gr.	(d)	Gr.	(e-d)	Gr.	(c)	Gr.	(a-e)	Gr.	(a-e)	Gr.	
1	Nr. 32	844.4670	72.1141	0.334	53.270	0.376	52.894	5.0234 (II)	0.376	52.894	0.376	52.894	5.0234 (II)	67.0907	1.24443	1.4736 <sub>2</sub>				
2	Nr. 33	827.6826	133.8546	0.554	34.305	0.624	33.681	3.1987 (II)	0.624	33.681	0.624	33.681	3.1987 (II)	130.6559	2.42346	2.9280 <sub>0</sub>				
3	do.	824.4846	130.7098	0.374	6.872	0.421	6.451	0.6127 (II)	0.421	6.451	0.421	6.451	0.6127 (II)	130.0971	2.41309	2.9267 <sub>9</sub>				
4	Nr. 29	866.5324	218.3770	0.678	33.644	0.763	32.881	3.1227 (II)	0.763	32.881	0.763	32.881	3.1227 (II)	215.2543	3.99262	4.6075 <sub>9</sub>				
5	Nr. 30	501.4242	221.8667	0.393	33.981	0.442	33.539	3.1552 (II)	0.442	33.539	0.442	33.539	3.1552 (II)	218.6815	4.05619	8.0883 <sub>4</sub>				
6	do.	534.8749	235.2955	0.486	22.197	0.547	21.650	2.0561 (II)	0.547	21.650	0.547	21.650	2.0561 (II)	233.2394	4.32622	8.0882 <sub>8</sub>				
7	Nr. 9	158.0626	91.2956	0.481	27.741	0.541	27.200	2.5632 (II)	0.541	27.200	0.541	27.200	2.5632 (II)	88.7124	1.64547	10.4102 <sub>7</sub>				
8	Nr. 10	158.7655	111.0257	0.723	12.423	0.814	11.609	1.1025 (II)	0.814	11.609	0.814	11.609	1.1025 (II)	109.9232	2.03890	12.8422 <sub>1</sub>				
9	Nr. 25	156.4813	137.9025	0.354	28.267	0.384	27.883	2.7493 (I)	0.384	27.883	0.384	27.883	2.7493 (I)	135.1532	2.50688	16.0202 <sub>9</sub>				
10	do.	152.6047	133.6545	0.275	19.096	0.298	18.798	1.8535 (I)	0.298	18.798	0.298	18.798	1.8535 (I)	131.8010	2.44470	16.0198 <sub>1</sub>				
11	Nr. 1	157.1547	160.6510	0.319	31.996	0.346	31.650	3.1207 (I)	0.346	31.650	0.346	31.650	3.1207 (I)	157.5303	2.92194	18.5327 <sub>3</sub>				
12	do.	154.7371	157.8947	0.362	28.274	0.392	27.882	2.7492 (I)	0.392	27.882	0.392	27.882	2.7492 (I)	155.1455	2.87770	18.5920 <sub>4</sub>				
13	Normalwasser Nr. 79	125.7731	132.9314	0.625	16.095	0.675	15.420	1.5204 (I)	0.675	15.420	0.675	15.420	1.5204 (I)	131.4110	2.43746	19.3798 <sub>3</sub>				
14	Nr. 2	153.7120	163.1443	0.209	23.507	0.226	23.281	2.2955 (I)	0.226	23.281	0.226	23.281	2.2955 (I)	160.8488	2.98349	19.4096 <sub>0</sub>				
15	do.	151.1670	160.3967	0.337	22.722	0.365	22.357	2.2044 (I)	0.365	22.357	0.365	22.357	2.2044 (I)	158.1923	2.93421	19.4104 <sub>4</sub>				
16	Nr. 3	157.8006	168.7732	0.150	21.755	0.163	21.592	2.1289 (I)	0.163	21.592	0.163	21.592	2.1289 (I)	166.6443	3.06099	19.5879 <sub>3</sub>				
17	Nr. 23	111.6460	134.5846	0.432	8.234	0.486	7.748	0.7358 (II)	0.486	7.748	0.486	7.748	0.7358 (II)	133.8483	2.43268	22.2370 <sub>9</sub>				

1) Das Zeichen (I) oder (II) bedeutet, dass bei der Titrierung respektiv Ammoniumrhodanidlösung Nr. 1 oder Nr. 2 (p. 106) benutzt ist.

Tabelle VI. Einstellung der starken Silbernitratlösung (Zweite Reihe) mittels Meerwassers mit bekanntem Chlorgehalt.

Nummer der Versuche	Nummer und Chlorgehalt (Chlor, im Vacuum gewogen, in 1 Kilo Meerwasser, im Vacuum gewogen) des benutzten Meerwassers	Das abgewogene Meerwasser	Die abgewogene Menge starker Silbernitratlösung	Die abgemessene Menge Ammoniumrhodandlösung	Die abgemessene Menge schwacher Silbernitratlösung	Die $b$ o/o schwächer Silbernitratlösung entsprechende Ammoniumrhodandlösung	Differenz $(a-c)$ o/o	Die $(a-c)$ o/o Ammoniumrhodandlösung entsprechende starke Silbernitratlösung	Differenz $(A-d)$ Gr.	1 Gr. starker Silbernitratlösung entspricht einer Chlormenge von Gr.
		Gr.	Gr.	(a) o/o	(b) o/o	(c) o/o	(a-c) o/o	(d) Gr.	Gr.	Gr.
1	Nr. 30 808881 Gr. Cl.	69.6125	36.2040	17.31	0.40	0.38	16.93	1.9050	34.2990	0.016416 <sub>3</sub>
2	Nr. 9 10.41027 Gr. Cl.	71.7550	47.9110	21.74	0.40	0.38	21.36	2.4034	45.5076	0.016414 <sub>6</sub>
3	Nr. 10 19.84221 Gr. Cl.	70.2057	57.9815	27.64	0.45	0.43	27.21	3.0617	54.9198	0.016416 <sub>7</sub>
4	Nr. 25 16.02314 Gr. Cl. <sup>1)</sup>	50.2788	50.8790	16.47	0.45	0.43	16.04	1.8048	49.0742	0.016416 <sub>5</sub>
5	Nr. 1 18.59423 Gr. Cl. <sup>1)</sup>	45.2470	53.5592	20.86	0.45	0.43	20.43	2.2988	51.2604	0.016412 <sub>9</sub>
6	Nr. 2 19.41698 Gr. Cl. <sup>1)</sup>	40.9185	50.3190	17.78	0.45	0.43	17.35	1.9522	48.3668	0.016426 <sub>8</sub>
7	Nr. 3 19.59106 Gr. Cl. <sup>1)</sup>	40.7130	50.4707	17.21	0.40	0.38	16.83	1.8937	48.5770	0.016419 <sub>6</sub>
8	Nr. 23 22.23709 Gr. Cl.	39.9455	55.1049	9.40	0.37	0.35	9.05	1.0183	54.0866	0.016423 <sub>1</sub>
9	do.	41.1340	55.9996	3.06	0.40	0.38	2.68	0.3016	55.6980	0.016422 <sub>6</sub>
10	do.	41.1533	56.9343	11.18	0.40	0.38	10.80	1.2152	55.7191	0.016424 <sub>0</sub>

1) Korrigierter Wert des Chlorgehalts (p. 27).

Mittel : 0.016418,  
 (In diesen Mittelwert gehen die 3 mit  
 Nr. 23 getundenen Werte nur mit ihrem  
 Mittelwert 0.016423<sub>1</sub> ein).

Tabelle VII. Chlorbestimmungen im Meerwasser (zweite Reihe).

Nummer der Versuche	Nummer und Zeichen des benutzten Meerwassers	Die abgewogene Menge Meerwasser	Die abgewogene Menge starker Silbernitratlösung	Die abgemessene Menge Ammoniumnitratlösung	Die abgemessene Menge schwacher Silbernitratlösung	Die $b$ c/o schwacher Silbernitratlösung entsprechende Menge Ammoniumnitratlösung	Differenz	Die $(a-c)$ c/o Ammoniumnitratlösung entsprechende Gewichtsmenge starker Silbernitratlösung	Differenz	1 Kilo Meerwasser (im Vacuum gewogen) enthält eine Chlormenge (im Vacuum gewogen) von
1	Nr. 28	94-0410	36-4290	26-90	0-37	0-35	26-55	2-9874	33-4416	5-8385
2	do.	94-6090	36-5650	26-50	0-43	0-41	26-09	2-9856	33-6294	5-8360
3	Nr. 7	80-5110	51-6420	19-83	1-90	1-81	18-02	2-0276	49-6144	10-1177
4	do.	79-8140	50-5995	13-02	0-30	0-29	12-73	1-4324	49-1671	10-1141
5	do.	79-7945	50-7145	14-02	0-40	0-38	13-64	1-5347	49-1798	10-1193
6	Nr. 8	75-9567	51-5385	12-31	1-30	1-24	11-07	1-2456	50-2929	10-8710
7	do.	74-7469	52-0034	22-63	0-50	0-48	22-15	2-4923	49-5111	10-8753
8	Nr. 12	60-7535	54-8561	18-43	1-05	1-00	17-43	1-9612	52-8949	14-2946
9	do.	61-3062	54-1841	7-55	0-35	0-33	7-22	0-8124	53-3717	14-2935
10	do.	58-1162	54-1906	32-14	0-35	0-33	31-81	3-5793	50-6113	14-2982
11	Nr. 11	42-4496	50-3600	36-64	0-35	0-33	36-31	4-0857	46-2743	17-8977
12	do.	42-4250	47-8190	18-33	4-51	4-28	14-05	1-5809	46-2381	17-8941
13	Nr. 16 (Amdrup)	44-9470	51-3186	15-13	0-45	0-43	14-70	1-6540	49-6646	18-1417
14	do.	45-5676	51-4675	10-36	0-44	0-42	9-94	1-1184	50-3491	18-1412
15	Schwedische	42-1927	50-1650	17-26	0-40	0-38	16-88	1-8993	48-2657	18-7816
16	do.	42-6257	50-4743	15-68	0-43	0-41	15-27	1-7182	48-7561	18-7797
17	Nr. 4	41-7345	51-3990	14-83	0-40	0-38	14-45	1-6259	49-7731	19-5808
18	do.	41-4393	51-5050	18-88	0-50	0-48	18-40	2-0704	49-4346	19-5862
19	Nr. 19	42-7506	52-3322	8-20	0-40	0-38	7-82	0-8799	51-4523	19-7603
20	do.	40-6742	50-3720	12-86	0-40	0-38	12-48	1-4042	48-9678	19-7662
21	Nr. 20	39-9623	50-6073	13-56	0-60	0-57	12-99	1-4616	49-1457	20-1914
22	do.	40-0638	50-7996	13-87	0-40	0-38	13-49	1-5179	49-2817	20-1959
23	Nr. 21	39-4218	50-4990	13-62	0-40	0-38	13-24	1-4896	49-0094	20-4114
24	do.	40-0663	50-7090	8-20	0-37	0-35	7-85	0-8833	49-8257	20-4176
25	Nr. 22	37-0266	50-2674	18-06	0-37	0-35	17-71	1-9927	48-2747	21-4061
26	do.	35-7244	47-7550	10-80	0-37	0-35	10-45	1-1759	46-5791	21-4071

vermindert wurde. Die grösste Abweichung zwischen zwei Bestimmungen der Chlormenge in demselben Meerwasser war nie grösser als  $\frac{1}{2000}$  und gewöhnlich kleiner als  $\frac{1}{3000}$  der ganzen Chlormenge.

Die Ergebnisse gehen aus den vorstehenden zwei Tabellen hervor, von welchen die Tabelle VI die Bestimmung der Stärke der starken Silbernitratlösung mit Hülfe der in der ersten

Reihe analysirten Meerwasserproben umfasst, während die Tabelle VII die Ergebnisse der Chlorbestimmungen in anderen Meerwasserproben giebt. Die Tabellen sind leicht zu verstehen, nur muss die Bemerkung vorausgeschickt werden, dass:

1 cc. der schwachen Silbernitratlösung 0,951 cc. der Ammoniumrhodanidlösung und dass  
1 cc. der Ammoniumrhodanidlösung 0,11252 Gr. der starken Silbernitratlösung entsprach.

---

## Salzbestimmung.

---

Unter «Salzmenge im Meerwasser» versteht man im allgemeinen, wenn keine weiteren Aufschlüsse gegeben werden, die Gewichtsmenge aller in einer bestimmten Menge, z. B. 1 Kilo, Meerwasser gelösten Salze. Diese Definition der «Salzmenge» ist also äusserst einfach und wäre anderen mehr complizirten vorzuziehen, wenn man in irgend einer leichten und genauen Weise «die Salzmenge» im hier erwähnten Sinne bestimmen könnte. Schon FORCHHAMMER macht in seinem berühmten Werk: «Om Søvandets Bestanddele og deres Fordeling i Havet»<sup>1)</sup> darauf aufmerksam, das es ihm durch Eindampfen von Meerwasser und Erhitzen des Rückstandes, bis alles Wasser ausgetrieben ist, nie gelungen ist übereinstimmende Ergebnisse zu erreichen, weil schon Salzsäure mit der letzten Portion Wasser fortgeht. Und wie es mit der Salzsäure geht, so geht es in noch höherem Grad, wie TORNÖE<sup>2)</sup> es nachgewiesen hat, mit der Kohlensäure, so dass es durch Eindampfen und Trocknen des Rückstandes bei passender Temperatur unmöglich ist, den wahren Salzgehalt des Meerwassers zu bestimmen. Das Verfahren FORCHHAMMERS um die Salzmenge zu bestimmen war denn auch ein anderes, indem er jeden einzelnen Bestandteil des Meerwassers bestimmte und die Summe derselben als Salzmenge bezeichnete. Diese Methode, welche auch bei späteren Salzbestimmungen bisweilen Anwendung gefunden hat, ist prinzipiell tadellos aber praktisch bei weitem nicht fehlerfrei; sie erfordert viele Operationen, ist deshalb sehr zeitraubend und veranlasst bei jeder Bestimmung Fehlerquellen. TORNÖE<sup>3)</sup> und nach ihm die meisten späteren Forscher sind einem anderen Verfahren gefolgt, indem sie ein allgemeines Eindampfen des Meerwassers unternehmen und darauf den Eindampfungsrückstand erhitzen oder rotglühen um die letzte Spur von Wasser auszutreiben, worauf das Gewicht des Glührestes + eine Korrektion für den Verlust an Salzsäure und Koh-

---

<sup>1)</sup> Universitetsprogram i Anledning af H. M. Kongens Fødselsdag 1859 p. 21.

<sup>2)</sup> Den norske Nordhavsexpedition 1876—1878, Chemie II.

<sup>3)</sup> Den norske Nordhavsexpedition 1876—1878, Chemie III.

lensäure die Salzmenge giebt. Diese Methode muss sicherlich der ersteren vorgezogen werden, und wenn es nicht sehr genaue Bestimmungen gilt, sind die hinlänglich genauen Korrekturen verhältnissmässig leicht zu finden. Das Verfahren **TORNÖE'S** z. B. ist wie folgt: In einen mit dichtschiessendem Deckel versehenen, dicken, gewogenen Porzellantiegel werden 30—40 Gr. Meerwasser eingewogen, das auf einem Wasserbad eingedampft wird. Nachdem der Salzrest einigermaßen getrocknet ist, wird der Tiegel mit aufgesetztem Deckel ca. 5 Minuten durch eine **Bunsen-Lampe** erhitzt, dann abgekühlt und wieder gewogen. Darauf wird durch Titrirung mit **Rosolsäure** als Indikator die Menge der durch Eindampfen und Glühen gebildeten **Magnesia** bestimmt; die zum Gewicht des Salzrestes zu addirende Korrektion, ist einfach die durch Titrirung gefundene **Magnesiummenge** mit 1,375 multipliziert, da  $\frac{Cl_2 \div O}{Mg O} = \frac{55}{40} = 1,375$ , und da keine Rücksicht darauf genommen ist, dass für die von Zersetzung des **Magnesiumcarbonats** herrührende **Magnesia** ein anderer Korrektionskoeffizient als der für das **Magnesiumchlorid** geltende 1,375 richtiger sei.

Bei einigen vorläufigen Versuchen ergab es sich schnell, dass die bei der hier erwähnten Untersuchung zu erstrebende Genauigkeit durch die Methode **TORNÖE'S** ohne Aenderungen nicht erzielt werden konnte; teils musste die Methode selbst geändert werden und teils wurde es notwendig Rücksicht darauf zu nehmen, dass während des Eindampfens und des Glühens nicht nur Chlorwasserstoff, sondern auch Kohlensäure, ja wahrscheinlich auch wägbare Mengen von Bromwasserstoff verloren gingen. Ein einzelner Korrektionskoeffizient war unter diesen Verhältnissen nicht hinreichend, eine genaue Korrektion setzte nicht nur eine Titrirung der gebildeten **Magnesia**, sondern auch eine Bestimmung der **Karbonatmenge** vor der Eindampfung und die der **Brommenge** vor und nach der Eindampfung voraus. Da diese zahlreichen Bestimmungen sowohl viel Zeit rauben als auch Fehlerquellen veranlassen würden, wählte man den Weg die Salzmenge so zu definiren und in Uebereinstimmung damit die Salzbestimmung in solcher Weise auszuführen, dass man diese Korrekturen vermeiden konnte. Unter Salzmenge versteht man dann im folgenden: Die Gewichtsmenge der in 1 Kilo Meerwasser befindlichen, gelösten festen Stoffe, mit der Beschränkung, dass man alles Brom durch eine äquivalente Menge von Chlor ersetzt, alles **Karbonat** in **Oxyd** umgebildet und alle organischen Stoffe verbrannt denkt<sup>1)</sup>. Diese Definition giebt der Salz-

<sup>1)</sup> Ohne übrigens auf die Salzbestimmungsmethode näher einzugehen, die in einem folgenden Abschnitt ausführlich behandelt wird, werde ich hier des Verständnisses wegen nur die Hauptzüge des Verfahrens erwähnen: Die Meerwasserprobe, deren Chlorgehalt bekannt sein muss, wird nach Zusatz von Salzsäure und Chlorwasser eingedampft; dadurch wird alles Brom und die Kohlensäure ausgetrieben, und die organischen Stoffe werden oxydirt; nach Eindampfen zur Trockne und nach Erhitzen bis alles Wasser ausgetrieben ist, wird der Rückstand gewogen und danach in schwacher Salpetersäure gelöst, worauf die Chlormenge titriert wird. Aus letzterer Chlorbestimmung, mit der Chlormenge der vorliegenden Meerwasserprobe vor dem Eindampfen verglichen, sieht man gleich,



menge einen geringeren Zahlwert als die gewöhnliche, doch ist der Unterschied keineswegs gross und ausserdem wenig variierend, weil die beiden Faktoren, auf welchen der Unterschied beruht, die Karbonat- und Bromidmenge des Meerwassers, in leidlich starkem salzhaltigem Meerwasser nur wenig variieren. Nimmt man z. B. eine Meerwasserprobe mit einem Bromgehalt von 65 Milligramm und mit einem Gehalt von 52 Milligramm neutral gebundener Kohlensäure in 1 Kilo Meerwasser und ist die Salzmenge, wie sie oben definiert ist, 35 ‰, so wird die thatsächliche Salzmenge (die Karbonate als normale Karbonate gerechnet) 35,088 ‰ sein, der Unterschied ist nahezu  $\frac{1}{400}$  der ganzen Salzmenge, also bei gewöhnlichen Bestimmungen kaum oder gerade erkennbar.

Der Vorteil, den die neue Definition der Salzmenge bietet, ist somit der, dass man, ohne den früheren Zahlwert der Salzmenge besonders zu ändern, sowol eine scharfe Definition davon, was man unter Salzmenge versteht, geben als auch eine Bestimmungsart anwenden kann, welche die Definition vollständig deckt.

## A. Die Salzbestimmungsmethode und die daran geknüpften Vorarbeiten.

In einer Anmerkung in der Einleitung zu diesem Abschnitt ist die benutzte Salzbestimmungsmethode skizzirt, aber ehe die Einzelheiten des Verfahrens erwähnt werden, wird es notwendig sein die Vorarbeiten, auf welchem die Methode ruht, ausführlich zu erwähnen. Diese Vorarbeiten beabsichtigten teils zu untersuchen, ob es möglich sei durch Eindampfen des Meerwassers mit Chlorwasser alles Brom wegzuschaffen, teils festzustellen, wie stark es notwendig war den Salzrest zu erhitzen um alles Wasser auszutreiben. Im folgenden werden diese Verhältnisse jedes in seinem Abschnitt behandelt werden, während ein dritter darauf folgender Abschnitt die endgiltige Salzbestimmungsmethode geben wird.

### 1. Wird alles Brom durch Eindampfung unter Zusatz von Chlorwasser aus dem Meerwasser getrieben?

Um diese Frage zu beantworten musste zuerst eine Methode ausgearbeitet werden, nach welcher es möglich war ganz kleine Mengen von Brom neben grossen Mengen von Chlor

dass beim Erhitzen eine beträchtliche Menge von Chlorwasserstoff weggegangen ist, und die zum gefundenen Salzgewicht zu addirende Korrektion ist dann einfach die Differenz zwischen den beiden

Chlorbestimmungen multipliziert mit  $\frac{Cl_2 \div O}{Cl_2} = ca \left( 1 - \frac{16}{71} \right) = ca. \frac{55}{71}$

nachzuweisen. Eine dazu geeignete Methode ist die folgende: Eine neutrale oder schwach gesäuerte Lösung (5—10 ccm.) des zu untersuchenden Salzgemisches wird in einem Reagensglas mit einigen Tropfen Chlorwasser (der Chlorgehalt soll einigermassen der Brommenge, die man zu finden erwartet, entsprechen; lieber zu wenig Chlor als zu viel) und 5—10 Tropfen Chloroform geschüttelt; gleichzeitig wird reines Wasser oder eine reine Natriumchloridlösung desselben Rauminhalts mit einer gleichen Menge von Chlorwasser und Chloroform geschüttelt; nachdem die Flüssigkeiten gestanden haben, bis das Chloroform sich am Boden der Reagensgläser in grossen Tropfen gesammelt hat, vergleicht man die Farbe derselben.

Bei den unten erwähnten, in dieser Weise ausgeführten Versuchen wurde eine Chlorwasserprobe benutzt, die durch Titrierung mit Kaliumjodid und einer Natriumthio-sulfatlösung sich ungefähr als eine  $1/100$ -normale zeigte, so dass die mit der Brommenge in 1 Tropfen —  $1/20$  cc. einer  $1/10$ -normalen Kaliumbromidlösung äquivalente Chlormenge in  $1/2$  cc. dieses Chlorwassers enthalten war; das Resultat war wie folgt:

- |    |                            |                         |                                   |                               |
|----|----------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1) | 10 cc. destillirtes Wasser | + $1/2$ cc. Chlorwasser | + 5—10 Tropfen Chloroform         | — kein Färben des Chloroforms |
| 2) | —                          | —                       | + 1 Tropfen $1/10$ -n. KBr-lösung | + $1/2$ cc. Chlorwasser       |
|    |                            |                         | + 5—10 Tropfen Chloroform         | — deutliches Färben           |
| 3) | —                          | —                       | + 2 Tropfen $1/10$ -n. KBr-lösung | + 1 cc. Chlorwasser           |
|    |                            |                         | + 5—10 Tropfen Chloroform         | — starkes Färben              |
| 4) | —                          | $1/1$ -n. NaCl-lösung   | + $1/2$ cc. Chlorwasser           | + 5—10 Tropfen Chloroform     |
|    |                            |                         |                                   | — kein Färben                 |
| 5) | —                          | —                       | + 1 Tropfen $1/10$ -n. KBr-lösung | + $1/2$ cc. Chlorwasser       |
|    |                            |                         | + 5—10 Tropfen Chloroform         | — deutliches Färben           |
| 6) | —                          | —                       | + 2 Tropfen $1/10$ -n. KBr-lösung | + 1 cc. Chlorwasser           |
|    |                            |                         | + 5—10 Tropfen Chloroform         | — starkes Färben              |

Kleinere Brommengen als die in 1 Tropfen  $1/10$ -normaler Kaliumbromidlösung befindliche (0,4 Milligramm Brom) kann man in dieser Weise kaum sicher nachweisen; in 10 cc.  $35/100$  Meerwasser lässt sich das Brom also durch ein deutliches aber nicht starkes Färben des Chloroforms leicht nachweisen (ca. 0,65 Milligr. Brom). Eine weit stärkere Reaktion erhält man, wenn z. B. 100 cc. Meerwasser zu einer breiartigen Masse eingedampft und die Prüfung danach in der Mutterlauge ausgeführt wird, welche den grössten Teil der leichtlöslichen Bromide enthält.

Will man eine im Verhältniss zu der Natriumchloridmenge kleinere Menge von Brom als die oben im Versuche Nr. 5 erwähnte nachweisen (das Verhältniss zwischen der Chlormenge in 10 cc.  $1/1$ -normaler Natriumchloridlösung und der Brommenge in 1 Tropfen  $1/10$ -normaler Kaliumbromidlösung ist  $355:0,4 = 888:1$ ), kann man es auch einigermassen

erreichen, wenn man die Natriumchloridlösung stärker macht; folgendes Verfahren ist jedoch viel besser: In einem gewöhnlichen Fraktionskolben von ca. 200 cc. wird die zu untersuchende ein wenig salzsaure Lösung mit 10 cc. gesättigtem oder nahezu gesättigtem Chlorwasser destillirt; als Vorlage dient ein Reagensglas, das 5—6 cc.  $\frac{1}{1}$ -normales Ammoniakwasser enthält, und man sorgt dafür, dass die Dämpfe durch das Ammoniakwasser oder wenigstens gerade über das Ammoniakwasser hin streichen. Wenn die Flüssigkeit einige Minuten gekocht hat, ist alles freie Chlor und Brom ausgetrieben, und das Sieden kann aufhören. Der ammoniakalischen Flüssigkeit, die fast alles Brom als Ammoniumbromid mit etwas Ammoniumchlorid gemischt enthält, werden nun 5—6 cc.  $\frac{1}{1}$ -normale Natriumhydroxydlösung zugesetzt, worauf alles Ammoniak weggekocht wird; wenn darauf die Flüssigkeit schwach mit Salzsäure übersättigt wird, kann die Prüfung wie oben erwähnt angestellt werden. Bei untenstehenden Versuchen, wobei überall dieselben 10 Gr. Natriumchlorid, die vorher durch Kochen mit Chlorwasser von möglich anwesendem Brom befreit waren, und ausserdem 50 cc. Wasser und 10 cc. gesättigtes Chlorwasser angewandt wurden, und welche im übrigen ganz wie oben beschrieben ausgeführt wurden, war das Resultat wie folgt:

7)	10 Gr. Natriumchlorid	.....	kein Färben des Chloroforms
8)	10 -	— + 1 Tropfen $\frac{1}{10}$ -n. KBr-	lösung ..... deutliches Färben
9)	10 -	— ohne wiederholten Zusatz von	KBr..... kein Färben
10)	10 -	— + 2 Tropfen $\frac{1}{10}$ -n. KBr-	lösung ..... starkes Färben
11)	10 -	— ohne wiederholten Zusatz von	KBr..... kein oder sehr schwaches Färben
12)	10 -	— ohne wiederholten Zusatz von	KBr..... kein Färben
13)	10 -	— + 1 Tropfen $\frac{1}{10}$ -n. KBr-	lösung ..... deutliches Färben

Auf dieselbe Weise wurden 3 Eindampfungsreste untersucht, jeder durch Eindampfung von ca. 150 cc. Wasser aus dem Atlantischen Meere (35,4 ‰ Salz) auf Wasserbad und durch folgende Eindampfung ebenfalls auf Wasserbad, der eine einmal, die beiden anderen zweimal, mit 10 cc. nahezu gesättigtem Chlorwasser gewonnen (bei der endgiltigen Salzbestimmung (pag. 131) wird gerade eine solche Eindampfung auf Wasserbad und eine darauf folgende zweimal wiederholte Eindampfung mit 10 cc. nahezu gesättigtem Chlorwasser benutzt). Das Resultat war:

14. 150 cc. Meerwasser, einmal mit 10 cc. Chlorwasser eingedampft — — erkennbares Färben des Chloroforms, doch nicht so stark als dasjenige, das 1 Tropfen  $1/10$ -normaler Kaliumbromidlösung entspricht.
15. 150 cc. Meerwasser, zweimal mit 10 cc. Chlorwasser eingedampft — — absolut kein Färben des Chloroforms.
16. 150 cc. Meerwasser, zweimal mit 10 cc. Chlorwasser eingedampft: darauf Zusatz von 1 Tropfen  $1/10$ -normaler Kaliumbromidlösung — — schwaches aber deutliches Färben des Chloroforms.

Aus den Versuchen 7—13 geht hervor, dass es keine Schwierigkeit verursacht auf die hier beschriebene Weise das Brom in 1 Tropfen  $1/10$ -normaler Kaliumbromidlösung neben 10 Gr. Natriumchlorid d. h.: 0.4 Milligr. Brom neben ca. 6 Gr. Chlor (oder verhältnissmässig ausgedrückt 1:15000) nachzuweisen, und dieses Verhältniss kann sicher noch mehr herabgesetzt werden, wenn man die Natriumchloridmenge vergrössert.

Aus den Versuchen 14—16 geht hervor, dass die nach einer einmaligen Eindampfung des Meerwassers mit Chlorwasser zurückgebliebene Brommenge so gering ist (kleiner als 0.4 Milligr.), dass der Salzbestimmungsfehler (kleiner als 0.2 Milligr. für ca. 5 Gr. Salz) nur ca. 1:10000 der ganzen Salzmenge beträft, und nach zwei Eindampfungen mit Chlorwasser verschwindet diese Fehlerquelle vollständig.

## 2. Wie stark muss der Salzrest erhitzt werden um vollständig entwässert zu werden?

Zur Beantwortung dieser Frage wurde eine Reihe vorläufiger Versuche angestellt, um darüber klar zu werden, wie einige der wesentlichsten Bestandteile des Meerwassers: Natriumchlorid, Magniumsulfat und Magniumchlorid sich beim Erhitzen verhalten.

Die angewandte Probe von Natriumchlorid war durch Pulverisiren einer zum Schmelzen erhitzten Probe chemisch reinen Kochsalzes gewonnen; sie löste sich klar in Wasser, und die wässrige Lösung reagierte Phenolphthalein gegenüber neutral und gab keine Reaktion mit Schwefelwasserstoff oder mit Ammoniumsulfid, mit Ammoniumrhodanid konnte eine äusserst schwache Spur von Eisen nachgewiesen werden, dagegen fand man weder Calcium noch Brom. Beim Trocknen bei ca.  $380^{\circ}$  C. im Trockenkasten, welcher im folgenden Abschnitt beschrieben wird, verloren ca. 5 Gr. höchstens  $0.019\%$ <sup>1)</sup> an Gewicht, einem

<sup>1)</sup> Bei diesen Trocknungen befand sich das Natriumchlorid in einem Filterwägglas mit zugeschlossenem Glasstöpsel, und die Wägungen wurden unter allen Vorsichtsmassregeln ausgeführt; trotzdem darf sich der hier erwähnten Bestimmung sowie auch einzelnen anderen der zuerst ausgeführten Wä-

solchen geringen Wassergehalt entsprechend. Bei einer Titrirung der Chlormenge in der oben (pag. 98 f.) beschriebenen Weise wurden von

4·89606 Gr. Natriumchlorid (abs. Gewicht),  
 159·9490 Gr. starker Silbernitratlösung (abs. Gewicht),  
 2·96685 Gr. Chlor (abs. Gewicht) entsprechend, verbraucht.  
 Der Chlorgehalt ist dann 60·597 %<sup>1)</sup>.

Durch Trocknen einer abgewogenen Menge (5—6 Gr.) dieses Natriumchlorids zu konstantem Gewicht bei ca. 380° C. und darauf folgende Lösung in Wasser und Eindampfen der Lösung, zeigte es sich, dass der Rückstand nach vierstündigem Trocknen bei 180°—250° C. noch

nach anderen 12 Stunden bei 180°—250° C.	1,4	—	}	Dekrepitationswasser für jedes Gramm Salz enthielt.
— — — — — 295°—300°	0,9	—		
— — — — — 295°—300°	0,7	—		
— — — — — ca. 380° C.				

war das Gewicht konstant; man fand nun für

gungen keinen besonderen Grad von Genauigkeit beimessen, weil ich nicht darauf geachtet hatte, dass der Deckel der Filterwägeläser so dicht auf das Glas schloss, dass es notwendig war eine kleine Ritze in die Quere des zugeschliffenen Randes des Deckels zu feilen, um sicher zu sein denselben Luftdruck innerhalb als ausserhalb des Filterwägelases leidlich schnell zu haben. Um davon einen Begriff zu geben, wie stark die Wägungen vor der hier erwähnten Vorsichtsmassregel variieren konnten, will ich z. B. erwähnen, dass die Wasserbestimmungen im hier erwähnten Natriumchlorid zwischen 0·012 % und 0·019 % schwanken; 0·007 % von ca. 5 Gr. ist 0·35 Milligr.

<sup>1)</sup> Wird der Chlorgehalt in reinem Natriumchlorid mit den in dieser Abhandlung benutzten Atomgewichten berechnet, erhält man 60·592 %, während Natriumchlorid mit einem Wassergehalt von 0·019 % einen Chlorgehalt von 60·581 % haben soll. Der Unterschied zwischen dem berechneten und dem oben erwähnten gefundenen Chlorgehalt 60·597 % ist grösser als erwartet, weil die Chlorbestimmung ganz normal verlief. Zur Beurteilung des hier angeführten Verhältnisses, will ich indessen darauf aufmerksam machen, dass die Werte ganz andere geworden wären, wenn zur Berechnung die von Landolt, Ostwald und Seubert (Bericht der Commission für die Festsetzung der Atomgewichte, Bericht Deutsch. Chem. Gesellschaft. J. 31 pag. 2761. 1898) aufgestellten Atomgewichte benutzt worden wären statt der in dieser Abhandlung benutzten, auf den Messungen von Stas und den Berechnungen Ostwalds basirten Atomgewichte. Landolt, Ostwald und Seubert setzen Cl = 35·45, K = 39·15 und Na = 23·05, und daraus ersieht man erstens, dass der Chlorgehalt in Kaliumchlorid geringer wird als mit den hier gebrauchten Atomgewichten, und daraus folgt wieder, dass der Chlorgehalt bei allen Titrirungen, wo man die auf Kaliumchlorid eingestellten Silbernitratlösungen benutzt, geringer gefunden wird. Im oben erwähnten Natriumchlorid hätte man mit dem oben erwähnten Verbrauch von starker Silbernitratlösung, aber mit Benutzen der Atomgewichte Cl = 35·45, K = 39·15, 60·583 % Chlor gefunden. Ausserdem wird der berechnete Chlorgehalt in Natriumchlorid ein anderer als oben angeführt werden, nämlich in reinem Natriumchlorid 60·598 % und in einem wasserhaltigen Natriumchlorid mit 0·019 % Wasser 60·587 % Chlor. Man sieht also, dass die hier diskutierte Bestimmung des Chlorgehaltes in Natriumchlorid etwas zu hoch ausfällt, wenn man die in dieser Abhandlung benutzten Atomwerte anwendet, aber ein wenig zu niedrig, wenn man der Berechnung die Atomwerte der Berliner-Commission zu Grunde legt.

jedes Gramm Salz nur 0,003 Milligr. Wasser, und nachdem der Eindampfungsrest noch 12 Stunden bei ca. 380° C. gestanden hatte, war der gesammte Verlust an Gewicht kleiner als 0,1 Milligr., d. h. kleiner als der Wägefehler.

Es zeigte sich also, dass der Hauptbestandteil der Salzmenge des Meerwassers, das Natriumchlorid, selbst nach 24-stündigem Trocknen bei 300° C. an Dekrepitationswasser noch nahezu  $\frac{1}{1000}$  seines Gewichtes enthielt, und dass dieses Wasser durch 12-stündiges Erhitzen zu 380° C. vollständig verschwand.

Die angewandte Probe von Magniumsulfat war im «Chemischen Laboratorium der polytechnischen Lehranstalt» hergestellt und hatte folgende Eigenschaften. Es löste sich klar in Wasser, und die wässrige Lösung gab keine Reaktion mit Schwefelwasserstoff, Ammoniumsulfid, Ammoniumrhodanid oder Ammoniumoxalat; dagegen wurde mit Silbernitrat eine kaum wägbare aber doch nachweisbare, schwache Spur von Chlor nachgewiesen. Eine Lösung von 5 Gr. des Salzes in 180 cc. Wasser reagierte Phenolphthalein gegenüber alkalisch (nach Auskochen der Lösung und Abkühlen der Flüssigkeit in einem Strom reiner, von Kohlensäure befreiter Luft). Die Lösung wurde durch Zusatz von 3 Tropfen  $\frac{1}{10}$ -normaler Schwefelsäurelösung entfärbt. Zur Bestimmung des Wassergehaltes des Magniumsulfats wurde eine genau abgewogene Menge in ein Filterwägegias gebracht, und das Trocknen fand erst in einem Wassertrockenkasten, darauf in einem durch Elektrizität geheizten Trockenkasten statt; die Temperatur stieg allmählich bis zu ca. 380° C., bei welcher Temperatur das Magniumsulfat stehen blieb, bis das Gewicht konstant war.

Das Resultat war wie folgt:

5,39088 Gr.  $Mg SO_4$  *aq* (abs. Gewicht) gab 2,64021 Gr.  $Mg SO_4$  (abs. Gewicht).

Die Zusammensetzung war also  $\left. \begin{array}{l} 48,975 \% Mg SO_4 \\ 51,025 \% Wasser \end{array} \right\}$

Für  $Mg SO_4, 7 H_2 O$  berechnet  $\left. \begin{array}{l} 48,863 \% Mg SO_4 \\ 51,137 \% Wasser \end{array} \right\}$

Nach den ersten 8 Stunden Erwärmung bei 380° C. war das Wasser noch nicht vollständig ausgetrieben, es war noch 0,00063 Gr. Wasser oder im Verhältniss zu der wasserfreien Magniumsulfatmenge eine Wassermenge von 1 : ca. 4000 übrig. Nach einer folgenden Erwärmung bei 380° C. in 24 Stunden durfte alles Wasser als entfernt betrachtet werden, denn eine wiederholte Erwärmung bei 380° C. in 24 Stunden gab nur einen Verlust an Gewicht von 0,00025 Gr., was im Verhältniss zu der wasserfreien Magniumsulfatmenge ein Verlust an Gewicht von 1 : ca. 10000 war. Möglicherweise rührte letzterer Verlust an Gewicht teilweise von der Zersetzung einer Spur vom Magniumsulfate her, da das Salz nach Lösung in Wasser nun 4 Tropfen  $\frac{1}{10}$ -normale Schwefelsäure gegen 3

Tropfen vor dem Trocknen brauchte um mit Phenolphthalein eine farblose Flüssigkeit zu geben; 1 Tropfen  $\frac{1}{10}$ -normaler Schwefelsäure entspricht 0,00020 Gr.  $SO_3$ . Das wasserfreie Magniumsulfat war in weit höherem Grad als trockenes Natriumchlorid hygroskopisch.

Da die bei den erwähnten Versuchen benutzte Temperatur von  $380^\circ C.$  die höchste war, die man in dem benutzten Trockenkasten erreichen konnte — andere waren zu der Zeit nicht zu meiner Verfügung —, und da es aus den früher angeführten Versuchen hervorging, dass einige der wichtigsten Bestandteile des Meerwassers bei dieser Temperatur vollständig entwässert wurden, da endlich die Zeit stark vorgeschritten war (November 1900) um die erwähnte Arbeit auszuführen, begann ich eine Reihe Salzbestimmungen, wo der Salzrest in 2—3 mal 24 Stunden bei  $380^\circ C.$  getrocknet wurde. Wie es aus den folgenden Kontrollversuchen hervorgeht, gelingt es wegen des Gehaltes des Salzrestes an Magniumchlorid oder vielmehr an basischem Magniumchlorid nicht, allen Wasserstoff, auch nicht den im basischen Magniumchlorid gebundenen, bei  $380^\circ C.$  auszutreiben, dies gelingt erst bei einer  $100^\circ$  höheren Temperatur. Es ist deshalb selbstverständlich, dass diese Reihe Salzbestimmungen kein richtiges Resultat liefern konnte, und ich habe sie hier auch nur aus dem Grunde berührt um auf ein Verhältniss aufmerksam zu machen, das in einem folgenden Abschnitt (pag. 134) erwähnt wird; bei der Berechnung der Tabellen ist dagegen keine Rücksicht auf diese Reihe von Bestimmungen genommen.

Der folgende Kontrollversuch wurde ausgeführt um zu untersuchen, ob ein Gemisch von Natriumchlorid und Magniumsulfat sich bei Eindampfen und Trocknen mit den einzelnen Bestandteilen analog verhielt, kurz ob es gelingen würde durch Eindampfung der Lösung eines Gemisches von Natriumchlorid und Magniumsulfat und durch Trocknen des Eindampfungsrestes bei  $380^\circ C.$  allen Wasserstoff auszutreiben.

Die Wägungen fanden wie früher in Filterwäggläsern statt. Es wurde abgewogen:

5,04936 Gr. <i>Na Cl</i>	(abs. Gewicht),	5,04840 Gr. wasserfreien <i>Na Cl</i>	entsprechend
und 1,48082 - <i>Mg SO<sub>4</sub></i>	<i>aq</i>	, 0,72524 -	— <i>Mg SO<sub>4</sub></i> —
Gesamtes trockenes Gewicht 5,77364 Gr.			

Nach Lösung der Salze, Eindampfung der Lösung und Trocknen des Restes bei steigender Temperatur, zuletzt in 24 Stunden bei  $380^\circ C.$ , war das Gewicht der Salzmasse 5,76805 Gr., und nach wiederholtem Trocknen bei  $380^\circ C.$  in zweimal 24 Stunden war das Gewicht der Salzmasse 5,76329 Gr.

Da es indessen zu erwarten war, dass Natriumchlorid und Magniumsulfat während des Eindampfens sich teilweise in Natriumsulfat und Magniumchlorid umgesetzt hatten, und dass letzteres mit Wasser Chlorwasserstoff, der weggegangen war, und basisches Magniumchlorid oder Magniumoxyd gegeben hatte, wurde der Salzrest in schwacher Salpetersäure gelöst und die Chlormenge in gewöhnlicher Weise titirt.

Bei der Titrirung wurden 163,9782 Gr. starker Silbernitratlösung gebraucht  
 welche 3,04158 — Chlor entsprechen, während  
 das abgewogene *Na Cl.* 3,05974 — Chlor enthielt  
 Differenz... 0,01816 Gr. Chlor.

Die Korrektion, die man zum Gewicht des Salzrestes addiren sollte um anwesendes Oxyd in Chlorid umzurechnen war

$$0,01816 \times \frac{Cl \div O}{Cl} = 0,01816 \times \frac{27,453}{35,453} = 0,01406 \text{ Gr.}$$

Also: gefundenes Salzgewicht.....	5,76329 Gr.
Korrektion .....	0,01406 —
	Zusammen... 5,77735 Gr.
	statt... 5,77364 —
	Differenz... 0,00371 Gr.

oder im Verhältniss zum gesammten Gewicht der Salzmasse 1: 1560.

Da ein Wassergehalt von  $\frac{1}{1500}$  des Gewichtes des Salzrestes bei der Salzbestimmung als unzulässig betrachtet werden musste, und da der Fehler wahrscheinlich davon herrührte, dass das basische Magniumchlorid sehr schwer allen Wasserstoff abgibt, wurde ein Kontrollversuch ausgeführt, wo das Verhalten des Magniumchlorids beim Trocknen und Erwärmen, wenn es nicht mit anderen Salzen gemischt ist, studiert wurde. Der Versuch, der mit dem folgenden unten beschriebenen Versuch ganz analog angestellt wurde, konnte wegen eines Unfalls nicht zu Ende geführt werden, es ging doch aber deutlich hervor, dass eine wasserhaltige Lösung von Magniumchlorid beim Eindampfen zur Trockne und Erhitzen des trockenen Restes während einiger Tage bei 380° C. nicht allen Wasserstoff abgibt.

Nachdem ein Trockenkasten, im welchem durch elektrische Heizung eine Temperatur von ca. 480° C. hergestellt werden konnte, konstruirt war, wurde der nächste Kontrollversuch angestellt, der beabsichtigte das Verhalten einer Magniumchloridlösung beim Eindampfen und Trocknen des Restes bei ca. 480° C. zu studiren. Als Ausgangsmaterial wurde bei diesem Versuch Magniumoxyd benutzt, das im «Chemischen Laboratorium der polytechnischen Lehranstalt» durch Glühen eines in gewöhnlicher Weise dargestellten, reinen Ammoniummagniumcarbonats  $(NH_4)_2 CO_3$ ,  $Mg CO_3$ ,  $4 H_2 O$  hergestellt war. Vor der Abwägung der zum Versuche angewandten Magnesiummenge wurde diese in einem Platintiegel mit Deckel vor der Gasgebläselampe 3 Stunden lang geglüht (ein möglicher Magniumsulfatgehalt, vom schwefelhaltigen Gas herrührend, wird für das hier studirte Verhältniss ohne Bedeutung sein); nach kurzem Abkühlen in Exsiccator wurde die geglühte Magnesia



in ein vorher gewogenes Filterwägglas gebracht, in welchem die Wägung und die späteren Operationen stattfanden. Der Versuch verlief einfach in der Weise, dass das Magniumoxyd nach der Wägung in Salzsäure gelöst, die Lösung im Trockenkasten mit elektrischer Heizung zur Trockne eingedampft und der trockene Rest darauf immer stärker, schliesslich 3 mal 24 Stunden bei 380° C. und darauf 32 Stunden bei 480° C., immer unter Zuleitung von reiner, trockener Luft, erhitzt wurde. Nach darauf folgender Wägung wurde der Rest in schwacher Salpetersäure gelöst, und das Chlor titirt.

Das Resultat war folgendes:

Es wurde abgewogen..... 0,88301 Gr. Mg O  
 Das Gewicht des Eindampfungsrestes nach Trocknen bei 480° C., 0,88799 Gr.

Schon daraus ersieht man, dass nur wenig Chlor übrig sein konnte, deshalb wurde beim Titiren nicht die starke Silbernitratlösung gebraucht, sondern nur die schwache Silbernitratlösung und die Ammoniumrhodanidlösung; es wurden gebraucht

4,895 Gr. schwacher Silbernitratlösung und } einem Chlorgehalt von  
 0,754 Gr. Ammoniumrhodanidlösung (II) } 0,00838 Gr. entsprechend.

Die Korrektion, welche deshalb von dem gefundenen Gewicht subtrahirt werden sollte, um das Magniumchlorid in Magniumoxyd umzurechnen war:

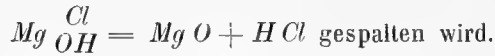
$$0,00838 \times \frac{27,453}{35,453} = 0,00649 \text{ Gr.}$$

Also: Gefundenes Gewicht:..... 0,88799 Gr.  
 Korrektion:..... 0,00649 —  
 Differenz... 0,88150 Gr.  
 statt... 0,88301 —

Man sieht also, dass nicht nur alles Wasser ausgetrieben ist, sondern es hat ausserdem ein Gewichtsverlust von ca. 1,5 Milligr. stattgefunden. Wovon dieser Verlust an Gewicht herrührt, lässt sich nicht bestimmt sagen, aber wahrscheinlich ist es trotz des starken Glühens vor der Wägung nicht gelungen das Magniumoxyd von jeder Spur von Kohlensäure zu befreien<sup>1)</sup>. Charakteristisch ist, was in einem folgenden Abschnitt erwähnt werden soll, dass eine salzsaure Lösung von Magniumchlorid beim Eindampfen und langsamen Trocknen in einem Luftstrom erst gleichzeitig mit dem Verschwinden fast allen Chlors den Wasserstoff abgibt; die einzige Erklärung ist, dass das Magniumchlorid mit Wasser sich fast gänzlich erst in Chlorwasserstoff und basisches Magniumchlorid

<sup>1)</sup> Vergl. Marchand und Scheerer: Journ. für prakt. Chemie, Bd. 50 p. 396. 1850.

zersetzt:  $Mg Cl_2 + H_2 O = H Cl + Mg \overset{Cl}{OH}$ , und letzteres nur bei ca. 480° C. vollständig nach der Gleichung:



Da es sich also, um eine vollständige Entwässerung des Salzrestes zu sichern, notwendig gezeigt hatte, ein Trocknen bei 480° C. 1—2 mal 24 Stunden lang anzuwenden, bot sich die Frage dar, ob eine so hohe Temperatur auf die Genauigkeit der Salzbestimmung keinen sonstigen Einfluss ausüben könnte. Von einer Verdampfung des Natriumchlorids konnte bei dieser Temperatur schwerlich die Rede sein, aber die Möglichkeit eines Zersetzens des Magniumsulfats in Magnesia und Schwefelsäureanhydrid war nicht ausgeschlossen. Der nächste Kontrollversuch beabsichtigte diese Frage aufzuklären und wurde einfach durch Abwägen von ca. 5 Gr. des oben erwähnten, krystallisirten Magniumsulfats angestellt, durch Trocknen desselben zuerst bei niederer darauf bei höherer Temperatur, schliesslich durch Erhitzen des Restes zweimal 24 Stunden lang bei 380° C. und 4 mal 24 Stunden lang bei 480° C. Als der Rest gewogen war, wurde derselbe in Wasser gelöst, dem 10 Tropfen  $\frac{1}{10}$ -normaler Schwefelsäure und ein wenig Phenolphthalein zugesetzt waren; nach Auskochen und folgendem Abkühlen zeigte es sich, dass die Lösung beim Zusatz von 2 Tropfen  $\frac{1}{10}$ -normaler Natriumhydroxydlösung noch vollständig farblos war, während noch 1 Tropfen eine schwache rote Farbe hervorrief. Wenn dagegen 5 Gr. krystallisiertes Magniumsulfat, ohne vorausgehende Behandlung, in Wasser gelöst wurde, dem 10 Tropfen  $\frac{1}{10}$ -normaler Schwefelsäure und ein wenig Phenolphthalein zugesetzt waren, zeigte sich in Uebereinstimmung mit dem früher gefundenen Resultat, das 7 Tropfen  $\frac{1}{10}$ -normaler Natriumhydroxydlösung noch keine rote Farbe hervorriefen; dies geschah erst durch Zusatz von noch 1 Tropfen. Es war also während des Trocknens Schwefelsäureanhydrid weggegangen, das 5 Tropfen  $\frac{1}{10}$ -normaler Schwefelsäure oder in Gewicht 0,00100 Gr.  $S O_3$  entsprach.

Das gesammte Resultat des Versuches war also folgendes:

Abgewogen 5,11986 Gr. $Mg S O_4$ <i>aq</i> (abs. Gewicht), was (pag. 122)	2,50748 Gr. $Mg S O_4$ entspricht
Nach Trocknen gefunden.....	2,50678
Korrektion für $S O_3$ Verlust .....	0,00100
	2,50778 —

Der Verlust an Schwefelsäureanhydrid, wovon hier die Rede ist, ist also 1 Milligr.; wenn man aber bedenkt, dass das Erhitzen bei 480° C. während dieses Versuches 4 mal 24 Stunden gedauert hat, während der Salzrest bei einer Salzbestimmung nur 2 mal 24 Stunden bei 480° C. (p. 132) getrocknet wird, und fernerhin, dass die zu diesem Versuche

angewandte Magniumsulfatmenge vielfach grösser ist als die im Salzrest bei der Salzbestimmung befindliche Magniumsulfatmenge, und endlich dass das Magniumsulfat bei diesem Versuche ganz allein und namentlich ohne beigemischte Magnesia zugegen war, welcher Stoff im Salzreste bei einer Salzbestimmung reichlich vorhanden ist, so glaube ich sagen zu dürfen, dass der Fehler, den man wegen des Zersetzens des Magniumsulfats in Magnesia und Schwefelsäureanhydrid begeht, wenn der Salzrest bei der Salzbestimmung in 2 mal 24 Stunden bei 480° C. getrocknet wird, ohne Bedeutung ist.

Endlich wurde noch ein Kontrollversuch angestellt, bei welchem abgewogene Mengen von Natriumchlorid, Magniumsulfat und Magnesia in verdünnter Salzsäure in einem vorher gewogenen Filterwäageglas zusammen gelöst wurden; die Lösung wurde zur Trockne eingedampft, und der Rest wurde zuerst 3 mal 24 Stunden bei 380° C. und darauf 2 mal 24 Stunden bei 480° C. erwärmt (ganz dieselben Erwärmungsverhältnisse wie bei einer wirklichen Salzbestimmung). Nachdem der Rest gewogen war, wurde er in schwacher Salpetersäure gelöst, und die Chlormenge wurde titirt.

Das Versuchsergebniss war wie folgt:

Es wurde abgewogen	4,30580 Gr. Natriumchlorid,	4,30498 Gr. trockenen <i>Na Cl</i> entsprechend
— — —	1,14777 — <i>Mg S O<sub>4</sub> aq</i> ,	0,56213 — — <i>Mg S O<sub>4</sub></i> —
— — —	0,45545 — <i>Mg O</i>	, 0,45545 — — <i>Mg O</i> —
	Zusammen...	5,32256 Gr.

Das Gewicht des Salzrestes war nach Eindampfen und Trocknen.....	5,29231 Gr.
Der Chlorgehalt war.....	2,56747 Gr.
4,30580 Gr. Natriumchlorid enthält.....	2,60917 —
	Differenz... 0,04170 Gr.

Die Korrektur war also $0,04170 \times \frac{27,453}{35,453} =$ .....	0,03229 —
	Zusammen... 5,32460 Gr.
	statt... 5,32256 —
	Differenz... 0,00204 Gr.

welche Differenz im Verhältniss zu der ganzen Salzmenge 1: ca. 2600 beträgt.

Wenn Rücksicht darauf genommen wird, wie viele Fehlerquellen ein Versuch wie letzterer oben beschriebener Kontrollversuch in sich schliesst (die bei früheren Versuchen gefundene Zusammensetzung der drei angewandten Stoffe, die Abwägung der drei Stoffe, die Wägungen des Filterwäageglases vor und nach dem Eindampfen und Trocknen und endlich die Fehlerquelle, welche die Methode selbst enthält), muss man einräumen, dass die erzielte Uebereinstimmung, wenn auch nicht ausgezeichnet, so doch leidlich gut ist.

Ogleich ich sehr bedauere, dass die Zeit nicht erlaubt hat, durch andere Kontrollversuche derselben Art wie gerade beschrieben die Genauigkeit der Methode weiter festzustellen, glaube ich doch sagen zu dürfen, dass eine Salzbestimmung, welche auf die im folgenden Abschnitt beschriebene Weise ausgeführt wird und also kaum so viele Fehlerquellen als der gerade beschriebene Kontrollversuch enthält, ein ebenso gutes Resultat als dieser geben wird, so dass die Abweichung der gefundenen Salzmenge von der wirklichen Salzmenge, wie sie oben definiert ist, sicher auf höchstens  $\frac{1}{2000}$  des Gewichtes der ganzen Salzmenge geschätzt werden kann.

### 3. Die zu den endlichen Versuchen angewandte Salzbestimmungsmethode.

Um nicht später die Darstellung zu unterbrechen werde ich, ehe ich die Methode selbst erwähne, die beim Eindampfen des Meerwassers und beim Trocknen des Salzrestes angewandten Apparate beschreiben.

Wenn das Eindampfen in einem Porzellantiegel vorgenommen wurde, wurde derselbe gewöhnlich auf ein Kupferwasserbad mit Porzellanringen gebracht, und die Heizung fand, um dem schwefelhaltigen Gase zu entgehen, durch reinen Wasserdampf statt, welcher durch Kochen destillirten Wassers in einem grossen kupfernen Kessel entwickelt und durch eine isolirte Leitung in die benutzten Wasserbäder geleitet wurde. Selbstverständlich wurde der Tiegel während der Eindampfung vor Staub und ähnlichem geschützt, indem man über denselben einen der von V. MEYER und TREADWELL konstruirten Trichter<sup>1)</sup> aufstellte.

Wenn die Eindampfung in einem Filterwägegglas vorgenommen wurde, oder wenn der Salzrest über  $100^{\circ}$  C. erwärmt sein sollte, wurden einige durch Elektrizität geheizten Trockenkasten benutzt: von solchen Trockenkasten gab es 3, welche so eingerichtet waren, dass sich leicht Temperaturen

von ca.  $30^{\circ}$  C. bis ca.  $150^{\circ}$  C. in dem einen  
von ca.  $100^{\circ}$  C. bis ca.  $380^{\circ}$  C. in dem zweiten

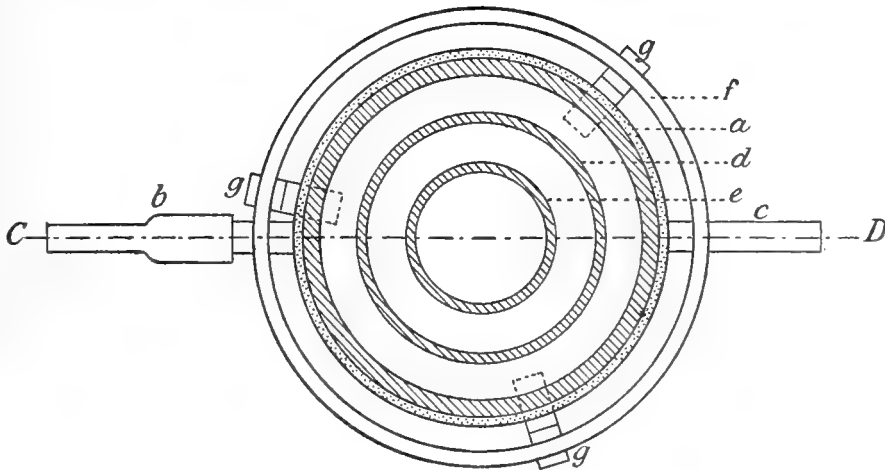
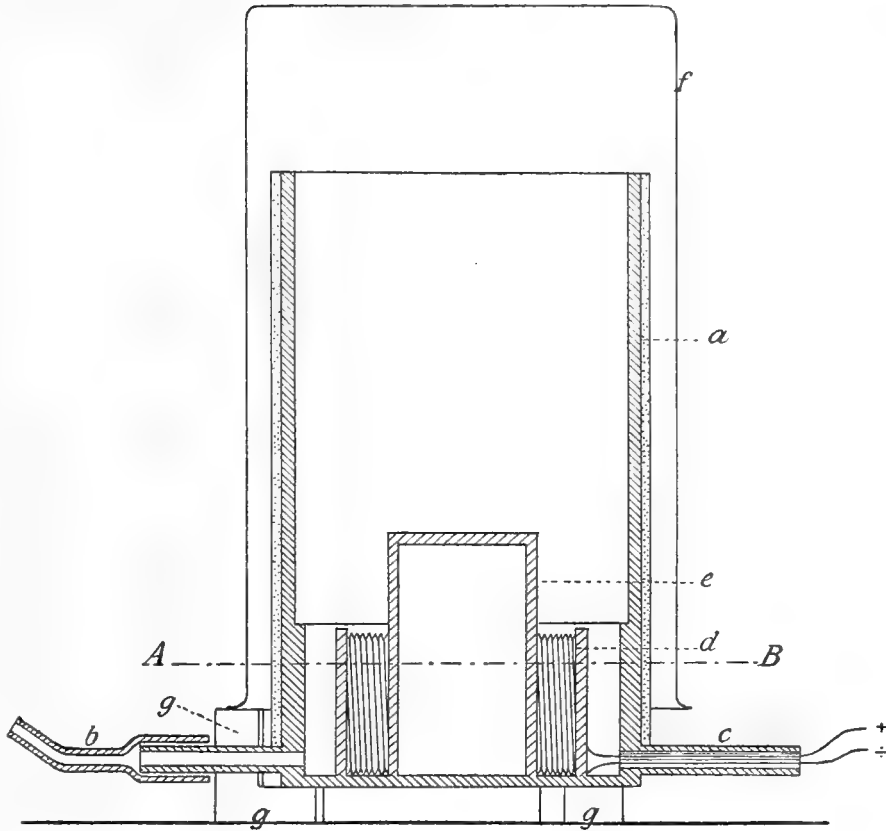
und eine ziemlich konstante Temperatur von ca.  $480^{\circ}$  C. in dem dritten hervorbringen liessen.

Beigefügte Skizze zeigt die Einrichtung eines der 3 Trockenkasten, die alle nach demselben Prinzip konstruirt waren; die angewandten Porzellangefässe wurden mit grösster Liebenswürdigkeit von der Königlich Porzellanfabrik hergestellt, welcher ich hiermit meinen besten Dank abstatte.

Der Trockenkasten bestand aus einem mit Asbest bekleideten unten verschlossenen oben offenen Porzellancyliner a, der unten mit zwei Röhren versehen war, von welchen

<sup>1)</sup> Berichte Deutsch. Chem. Gesellsch. Jahrg. 16 p. 3000. 1883.

## Schnitt C-D.



## Schnitt A-B.

Fig. 18

die eine als Zuleitungsröhre für einen Strom reiner trockener Luft diente, während die andere die zwei Platindrähte enthielt, durch welche der elektrische Strom zu- und abgeführt wurde (der eine Draht lag in einer dünnen Glasröhre, der andere lag frei in der Porzellanröhre, die übrigens ganz mit Gips gefüllt war). Die Platindrähte, durch welche der Strom ging, waren um einen niedrigen, mit zahlreichen Einschnitten versehenen, oben und unten offenen Porzellancyliner (*d*) gewickelt, in dessen Mitte ein Thoncyliner (*e*) angebracht war; auf letzterem stand endlich ein grosser Porzellantiegel, in welchem der zu erhaltende Gegenstand, z. B. das Filterwägegglas, seinen Platz hatte. Wenn der Gegenstand hineingebracht war, wurde der ganze Cylinder (*a*) mit einem grossen Becherglas (*f*) bedeckt, das wie der Trockenkasten auf Porzellanblöcken (*g*) von der auf der Zeichnung abgebildeten Gestalt ruhte. Die Luftcirculation im Trockenkasten war ausgezeichnet, indem die kalte reine Luft von unten über den warmen Platindraht eingepresst wurde, von da aufwärts um den zu erwärmenden Gegenstand und endlich an den Wänden des Becherglases abwärts stieg. Durch Zuleitung eines schwächeren oder stärkeren elektrischen Stroms konnte die Temperatur in dem ersten und zweiten Kasten regulirt werden, und nur im dritten Trockenkasten, in welchem eine Temperatur von  $480^{\circ}$  C. erzielt werden sollte, war es notwendig noch einen Platindraht anzuwenden, welcher dann um den Cylinder *e* gewickelt war. Es wurde ein Strom von 110 Volt Spannung angewandt, und die Platindrähte waren in diesem dritten Trockenkasten so dick und so lang; dass die Stromstärke 8—9 Ampère war, wenn der Draht kalt war, aber 5—6 Ampère, wenn der Draht und die Umgebung warm waren. Während Abdampfungen bei niederer Temperatur wurden die Wasserdämpfe auf der inneren Seite des Becherglases verdichtet und liefen auf die Tischplatte hinab, auf welcher der Trockenkasten stand; bei höherer Temperatur dagegen diente die warme Luftschicht zwischen dem Becherglas und dem Porzellancyliner als eine gut isolirende Schicht. Doch war es notwendig, um Temperaturen von  $300^{\circ}$  C. und darüber zu erzielen, noch besser zu isoliren, was auch geschah, indem man das Becherglas mit einem grossen Mantel mit doppelter Wand umgab, welcher aus dünnem Eisenblech gemacht und zwischen den Wänden mit Asbest vollständig gefüllt war.

Die Salzbestimmung wurde in folgender Weise ausgeführt.

Das Meerwasser wurde auf dieselbe Weise und mit derselben Genauigkeit als unter der Chlorbestimmung (p. 98) erwähnt abgewogen. Nach der Abwägung befand sich das Meerwasser, dessen Menge je nach dem Salzgehalt von 150—800 cc. variirte, in konischen Kolben aus Jenaer Glas, welche vor dem Gebrauch mehrmals und längere Zeit mit destillirtem Wasser ausgekocht waren um von der gläsernen Oberfläche zu lösen, was mit Wasser gelöst werden konnte. Das Meerwasser wurde mit 10 cc. 5%haltiger, reiner Salzsäure gesäuert, und darauf wurde zuerst das Meerwasser, dann das zum Abwaschen des Kolbens benutzte Waschwasser in einem Porzellantiegel, welcher ungefähr 100 cc.

fasste und vorher mit verdünnter Salzsäure gut ausgekocht war, zu ca. 50 cc. auf Wasserbad eingedampft. Nach Abkühlung bis ungefähr 50° C. wurde 10 cc. frisch hergestelltes, fast gesättigtes Chlorwasser zugesetzt, dann  $\frac{1}{2}$  Stunde vorsichtig erhitzt, bis jeder Chlorgeruch vertrieben war, darauf wurde wieder auf ungefähr 50° C. abgekühlt und 10 cc. Chlorwasser zugesetzt. Wenn das Chlor durch vorsichtiges Erwärmen um Spritzen zu vermeiden vollständig ausgetrieben war, wurde wieder stärker erwärmt und das Eindampfen fortgesetzt, bis der Inhalt des Tiegels eine breiartige Masse bildete. Bei längerem Erwärmen konnte wol noch Wasser verflüchtigt werden, die Verdampfung verlief aber langsam, und die Salzmasse war geneigt an den Wänden des Tiegels hoch hinauf zu kriechen.

Die breiartige Masse wurde darauf aus dem Tiegel in ein vorher genau abgewogenes Filterwägegglas (ein entsprechendes Filterwägegglas als Tara, Doppelwägen u. s. w.) gebracht, dessen Stöpsel dicht zugeschliffen war, aber doch mit einer kleinen Ritze versehen, welche den Durchgang der Luft gestattete, so dass man sicher sein konnte denselben Luftdruck innerhalb als ausserhalb des Filterwägegglases zu haben. Natürlich musste man Sorge tragen, dass bei dieser Ueberführung der Salzmasse vom Tiegel zum Filterwägegglas nichts verloren ging. Erst wurde das grösstmögliche Quantum der breiartigen Masse mit Hülfe eines Platinspatels ins Filterwägegglas hinübergebracht, das in einer Porzellanschale stand; darauf wurde der Tiegel wiederholt mit ein wenig destillirtem Wasser gewaschen, und dieses Waschwasser wurde auch in das Filterwägegglas gegossen, endlich wurde der Tiegel sowol auswendig als inwendig mit heissem destillirtem Wasser in einer Porzellanschale gewaschen und auch dieses Waschwasser wurde in das Filterwägegglas gegossen. Auf diese Weise gelang es alles in das Filterwägegglas zu bringen und den Tiegel vollständig rein zu waschen, ohne dass das Filterwägegglas, das ca. 80 cc. fasste, mehr als  $\frac{3}{4}$  gefüllt wurde; schliesslich wurden der Platinspatel, der Tiegel und die beiden zur Operation benutzten Porzellanschalen sowie auch die Aussenseite des Filterwägegglases mit ein wenig ganz schwacher Salpetersäure gewaschen, und als Beweis, dass die Operation geglückt war, durfte in der gewonnenen, salpetersauren Flüssigkeit mit Silbernitratlösung kein Chlor nachgewiesen werden. Die Operation verlief immer in befriedigender Weise, bisweilen musste jedoch notirt werden «äusserst schwache Spur von Chlor», aber niemals «wägbare Mengen Chlor».

Die Eindampfung der im Filterwägegglas befindlichen Masse fand in dem Trockenkasten statt, der die niedrigste Temperatur geben konnte, und unter beständiger Zuleitung reiner trockener Luft und bei einer so niedrigen Temperatur dass die Flüssigkeit nie zu kochen anfang. Bei diesem Eindampfen geschah es bisweilen, wenn der Salzrest sehr gross war, dass während des Eindampfens das Salz an den Wänden des Glases so hoch hinaufkroch, dass es nahe daran war, den für den Stöpsel geschliffenen Teil zu erreichen; es zeigte sich dann zweckmässig die ganze Salzmasse mit einem Platinspatel niederzuschaben, den

gleichen Rauminhalt reinen destillirten Alkohol zuzusetzen, den Spatel zu waschen und wieder vorsichtig einzudampfen; auf diese Weise konnte das Kriechen des Salzes gehemmt werden, und die äusserst kleinen Mengen verkohlten Produkte, welche bisweilen nach dem Trocknen des Salzrestes bei 480° C. und folgender Lösung in schwacher Salpetersäure beobachtet werden konnten und vielleicht vom Alkoholzusatz herrührten, waren kaum wägbare, jedenfalls zu klein um bedeutende Fehler geben zu können.

Wenn die Eindampfung zu Ende war und der Salzrest anscheinend trocken war, wurde dem Filterwägegglas der Deckel halb aufgesetzt, worauf die Temperatur im Trockenkasten allmählich bis ca. 150° C. gesteigert wurde, bei welcher Temperatur der Salzrest 24 Stunden getrocknet wurde. Nach passendem Abkühlen wurde das Filterwägegglas, immer mit halb aufgesetztem Deckel, in den zweiten Trockenkasten gestellt, und blieb hier bei ca. 380° C. 2mal 24 Stunden stehen um endlich in dem dritten Trockenkasten bei ca. 480° C. 2mal 24 Stunden getrocknet zu werden. Nach dem letzten Trocknen wurde der Deckel ganz auf das noch heisse Filterwägegglas gesetzt, worauf das Filterwägegglas und der Tiegel, in welchem es im Trockenkasten gestanden hatte, in einen Exsiccator gebracht wurde, sobald das Glas so abgekühlt war, dass es aus dem Trockenkasten herausgeholt werden konnte, ohne dass ein Zerspringen wegen plötzlicher Abkühlung zu befürchten war. Nach vollständiger Abkühlung im Exsiccator wurde genau gewogen, indem das Tarafilterwägegglas, um von anklebender Feuchtigkeit befreit zu werden, voraus erwärmt und dann in Exsiccator abgekühlt worden war. Nachdem das Filterwägegglas eine Stunde auf der Wage gestanden hatte, wurde die erste Wägung ausgeführt, worauf die zwei Filterwägeggläser umgetauscht wurden, und  $\frac{1}{2}$  Stunde später wurde wieder gewogen. Die Doppelwägung war damit zu Ende, aber um der Kontrolle willen wurde doch nach dem Verlauf noch einer Stunde auf dieselbe Weise gewogen, und endlich fand die dritte Doppelwägung am folgenden Tage statt. Daraus ging hervor, dass der sehr hygroskopische Salzrest, nachdem er bis zum nächsten Tage auf der Wage gestanden hatte, immer wägbare an Gewicht (von 0,19 bis 1,13 Milligr.) zugenommen hatte, ja selbst zwischen der ersten und der zweiten Wägung war gewöhnlich eine kleine Gewichtszunahme zu erkennen, welche doch nur in einzelnen Fällen eine Grösse von 0,20 Milligr. erreichte, gewöhnlich aber nicht 0,10 Milligr. betrug. Der Gewichtsunterschied zwischen erster und zweiter Doppelwägung wurde als eine zwar nur annähernd richtige Korrektur der während des Wägens aufgenommenen Feuchtigkeit benutzt und wurde deshalb beim Ausrechnen des Gewichtes des Salzrestes von der bei der ersten Wägung gefundenen Wert des Salzgewichtes subtrahirt.

Nach der letzten Wägung des Filterwägeglasses wurde der Salzrest in ganz schwacher Salpetersäure gelöst, und die Lösung wurde in eine konische Kochflasche gegossen; nach Auswaschen des Filterwägeglasses mit Wasser wurde durch wiederholte Behandlung mit



schwacher Salpetersäure und Prüfung mit Silbernitratlösung kontrollirt, ob alles gelöst und das Filterwägegglas rein gewaschen war. Endlich wurde in der gewonnenen salpetersauren Lösung der Chlorgehalt auf dieselbe Weise wie in einer wirklichen Meerwasserprobe bestimmt, wonach die nötigen Daten zur Ausrechnung des Salzgehaltes der vorliegenden Meerwasserprobe vorhanden waren, indem vorausgesetzt ist, dass der Chlorgehalt bekannt war.

An diese Beschreibung der Methode sollen nur einige Bemerkungen geknüpft werden. Man könnte befürchten, dass beim Eindampfen im Porzellantiegel Stoffe der Tiegeloberfläche gelöst werden könnten, wie man sich auch denken könnte, dass das zum Auswaschen des Kolbens oder des Tiegels benutzte Wasser, die beim Säuern benutzte Salzsäure oder das angewandte Chlorwasser nicht flüchtige Stoffe enthielt, welche in der Salzbestimmung einen bedeutenden Fehler geben könnten. Dass dies nicht der Fall ist, und dass der Fehler, der natürlich auf diese Weise eingeführt wird, nur ganz gering ist, wurde durch einige Kontrollversuche bewiesen. Beim ersten Versuch wurden auf gewöhnliche Weise in einem Tiegel 150 cc. destillirtes Wasser + 10 cc. der zum Säuern angewandten Salzsäure + 20 cc. des zu den Versuchen angewandten Chlorwassers zu einem kleinen Rauminhalt eingedampft, der in ein vorher genau gewogenes Filterwägegglas gegossen wurde, worauf eine Eindampfung zur Trockne und folgendes Trocknen bei 380° C. stattfand. Die Gewichtszunahme des Filterwägeglasses war bei diesem Versuch, wo dieselben Mengen destillirten Wassers, Salzsäure und Chlorwassers als bei einem gewöhnlichen Versuch angewandt wurden, nur 0,00017 Gr. oder im Verhältniss zum Gewicht des bei den gewöhnlichen Versuchen gewogenen Salzrestes (ca. 4 Gr.): 1 : ca. 23000. Bei dem zweiten Versuch wurden auf dieselbe Weise 650 cc. destillirtes Wasser, 20 cc. Salzsäure und 50 cc. Chlorwasser eingedampft, und die Gewichtszunahme war 0,00109 Gr., also ein wenig grösser als beim ersten Kontrollversuch, selbst wenn die angewandten grösseren Mengen in Betracht genommen werden.

Während es also anzunehmen war, dass bedeutende Gewichtsmengen nicht flüchtiger Bestandteile dem Salzrest weder durch das destillirte Wasser, die Salzsäure oder das Chlorwasser, noch durch die Einwirkung der Flüssigkeit auf den Porzellantiegel zugeführt wurden, zeigte das Aussehen der Filterwägegäser nach dem Gebrauch gleich, dass die innere Oberfläche von der salzsauren Flüssigkeit stark angegriffen worden war. Das Gewicht der Filterwägegäser erwies sich auch nach dem Gebrauch immer kleiner; gewöhnlich war die Gewichtsabnahme einige Milligr., konnte doch aber 7 Mgr. erreichen. Diese Auflösung der Bestandteile des Glases giebt doch bei der Salzbestimmung zu keinem Fehler Anlass, wenn die Salzmenge wie oben angegeben definirt wird; denn die Silikate der Glasmasse, welche gelöst werden, werden in den Salzrest als Kieselsäureanhydrid und Chloride aufgenommen, und insofern wird dem Salzrest ein grösseres Gewicht zugeführt als dem Glase genommen wird; der Unterschied aber, der als der Gewichtsunterschied zwi-

schen der gebildeten Chloridmenge und der damit äquivalenten Oxydmenge ausgedrückt werden kann, wird genau dadurch ausgeglichen, dass die Korrektion, die wegen der beim Trocknen stattgefundenen Umbildung der Chloride in Oxyde (pag. 116 Anm.) zum Salzrest addirt werden soll, in entsprechendem Grad kleiner wird.

Zu weiterer Orientirung werde ich hier die wichtigsten Werte eines einzelnen Versuches (Meerwasserprobe Nr. 9) anführen:

Absolutes Gewicht des abgewogenen Meerwassers .....	158,0746 Gr.
Gewicht der Salzmenge bei 14° C. und 778 mm. Druck	
erste Doppelwägung	2,79622 Gr. } 0,00012
zweite — (1 Stunde später)	2,79634 - }
dritte — (18 Stunden später)	2,79740 -
Korrektion für Aufnahme von Feuchtigkeit ÷ 0,00012 Gr.	
Korrektion für den Auftrieb + 0,00118 -	
Absolutes Gewicht der Salzmenge .....	2,79728 Gr.
Also enthält 1 Kilo (im Vacuum gewogen) des untersuchten Meerwassers eine für Verlust an Chlorwasserstoff nicht korrigirte Salzmenge (im Vacuum gewogen) von .....	17,69595 Gr.
Nach Lösung des Salzrestes in schwacher Salpetersäure wurde in der Lösung eine Chlormenge von.....	1,416577 Gr. gefunden
was für 1 Kilo Meerwasser.....	8,96144 Gr. <i>Cl</i> sein würde
Die Meerwasserprobe Nr. 9 enthält indessen in	
1 Kilo (s. Tabelle V pag. 111).....	10,41027 Gr. <i>Cl</i>
	Differenz 1,44883 Gr. <i>Cl</i>
Die zum gefundenen Salzgewicht zu addirende Korrektion ist deshalb:	
$1,44883 \text{ Gr.} \times \frac{Cl_2 - O}{Cl_2} = 1,44883 \times \frac{54 \cdot 906}{70 \cdot 906} =$	1,12190 Gr.

Demgemäss enthält 1 Kilo Meerwasser (im Vacuum gewogen) eine Salzmenge (im Vacuum gewogen) von **18·818 Gr.** (18;81785 Gr.)

In der folgenden Tabelle VIII sind die auf diese Weise ausgeführten Salzbestimmungen zusammengestellt.

## B. Anhang.

Ich habe oben mehrmals auf das charakteristische Verhältniss aufmerksam gemacht, dass eine Lösung von Magniumchlorid bei Eindampfen und allmählichem Trocknen in

Tabelle VIII. Salzbestimmungen.

Nummer des angewandten Meerwassers	Nummer der Versuche	Gewicht (im Vacuum) der abgewogenen Menge Meerwasser	Gewicht (im Vacuum) des daraus gewonnenen, für Verlust an Chlorwasserstoff nicht korrigierten Salzrestes	4 Kilo Meerwasser (im Vacuum gewogen) enthält deshalb eine für Verlust an Chlorwasserstoff nicht korrigierte Salzmenge	Die im gewonnenen Salzrest nach Lösung in schwacher Salpetersäure gefundene Chlormenge (im Vacuum gewogen)	In 1 Kilo Meerwasser (im Vacuum gewogen) würde man deshalb eine Chlormenge (im Vacuum gewogen) finden	In 1 Kilo Meerwasser (im Vacuum gewogen) findet sich (p. 111) eine Chlormenge (im Vacuum gewogen)	Differenz	Korrektion	Die Salzmenge S (im Vacuum gewogen) in 1 Kilo Meerwasser (im Vacuum gewogen)
		Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.)
		$A$	$A$	$a$	$b$	$b - a$	$A + a$			
Nr. 32	1	829-0844	2-10059	2-53363	1-056964	1-27485	1-47362	0-19877	0-15392	2-688
Nr. 33	2	835-8895	4-18640	5-01131	2-315671	2-52806	2-92740	0-39934	0-30923	5-321
Nr. 30	3	514-3552	7-10726	13-81781	3-615957	7-03008	8-08881	1-05873	0-81983	14-6376
do.	4	508-8944	7-03163	13-81746	3-581848	7-03849	do.	1-05032	0-81331	14-6308
Nr. 9	5	158-0746	2-79728	17-69595	1-416577	8-96144	10-41027	1-44883	1-12190	18-818
Nr. 10	6	159-0648	3-47288	21-83312	1-761049	11-07126	12-84221	1-77095	1-37133	23-204
Nr. 25	7	142-6364	3-88424	27-23176	1-967813	13-79601	16-02314 <sup>2)</sup>	2-22713	1-72458	28-956
Nr. 2	8	138-0840	4-55661	32-99882	2-312402	16-74634	19-41698 <sup>2)</sup>	2-07064	2-06801	35-067
Nr. 3	9	147-1113	4-90101	33-31498	2-489209	16-92058	19-59106 <sup>2)</sup>	2-67048	2-06788	35-383
Nr. 23	10	111-3923	4-21199	37-81223	2-136318	19-17833	22-23709	3-05876	2-36555	40-181

<sup>1)</sup> Hervorhebung der letzten Zahl bedeutet, dass diese erhöht ist.

<sup>2)</sup> Korrigierter Wert des Chlorgehaltes (p. 27).

Tabelle IX.

Nr.	Nummer des angewandten Meerwassers		Salzbestimmung (der Salzrest bei einer Maximaltemperatur von 380° C. getrocknet)														
	Gr.	Gr.	Gewicht (im Vacuum) der abgewogenen Menge Meerwasser	Gewicht (im Vacuum) des daraus gewonnenen für Verlust an Chlorwasserstoff nicht korrigierten Salzrestes	1 Kilo Meerwasser (im Vacuum gewogen) enthält also eine für Verlust an Chlorwasserstoff nicht korrigierte Salzmenge	Die im gewogenen Salzrest nach Lösung in schwacher Salpetersäure gefundene Chlormenge (im Vacuum gewogen)	In 1 Kilo Meerwasser (im Vacuum gewogen) würde man also eine Chlormenge (im Vacuum gewogen) finden	In 1 Kilo Meerwasser (im Vacuum gewogen) findet sich (p. 41) eine Chlormenge (im Vacuum gewogen)	Differenz	Korrektur $\alpha$ = (b-a) $\frac{54.906}{70.906}$	Die Salzmenge R (im Vacuum gewogen) in 1 Kilo Meerwasser (im Vacuum gewogen)	1 Kilo Meerwasser enthält ohne für Verlust an Chlorwasserstoff nicht korrigierte Salzmenge	nach Trocknen bei 380° C. B (s. vierte Kolonne dieser Tabelle)	nach Trocknen bei 480° C. A (s. Tabelle VIII fünfte Kolonne)	Differenz	Korrektur $\beta$ $\beta = B-A \frac{H_2O}{2HCl} = (B-A) \frac{18.006}{72.912}$	Die korrigierte Salzmenge
Nr. 32	810-6439	2-07476	2-55940	1-053453	1-29953	1-47362	0-17409	0-13481	2-6942	2-55940	2-53363	0-02577	0-0064	2-688	2-688		
Nr. 33	845-6631	4-31266	5-09974	2-220646	2-62592	2-92740	0-30148	0-23346	5-3332	5-09974	5-01131	0-08843	0-0218	5-311	5-321		
Nr. 9	158-1191	2-84626	18-00074	1-464724	9-26343	10-41027	1-14684	0-88805	18-8888	18-00074	17-69595	0-30479	0-0753	18-814	18-818		
do.	158-4146	2-85257	18-00639	1-469030	9-27332	do.	1-13695	0-88040	18-8874	18-00639	17-69595	0-31104	0-0768	18-811	do.		
Nr. 10	158-9025	3-51968	22-14993	1-807855	11-37714	12-84221	1-46507	1-13448	23-2844	22-14993	21-83312	0-31681	0-0782	23-206	23-204		

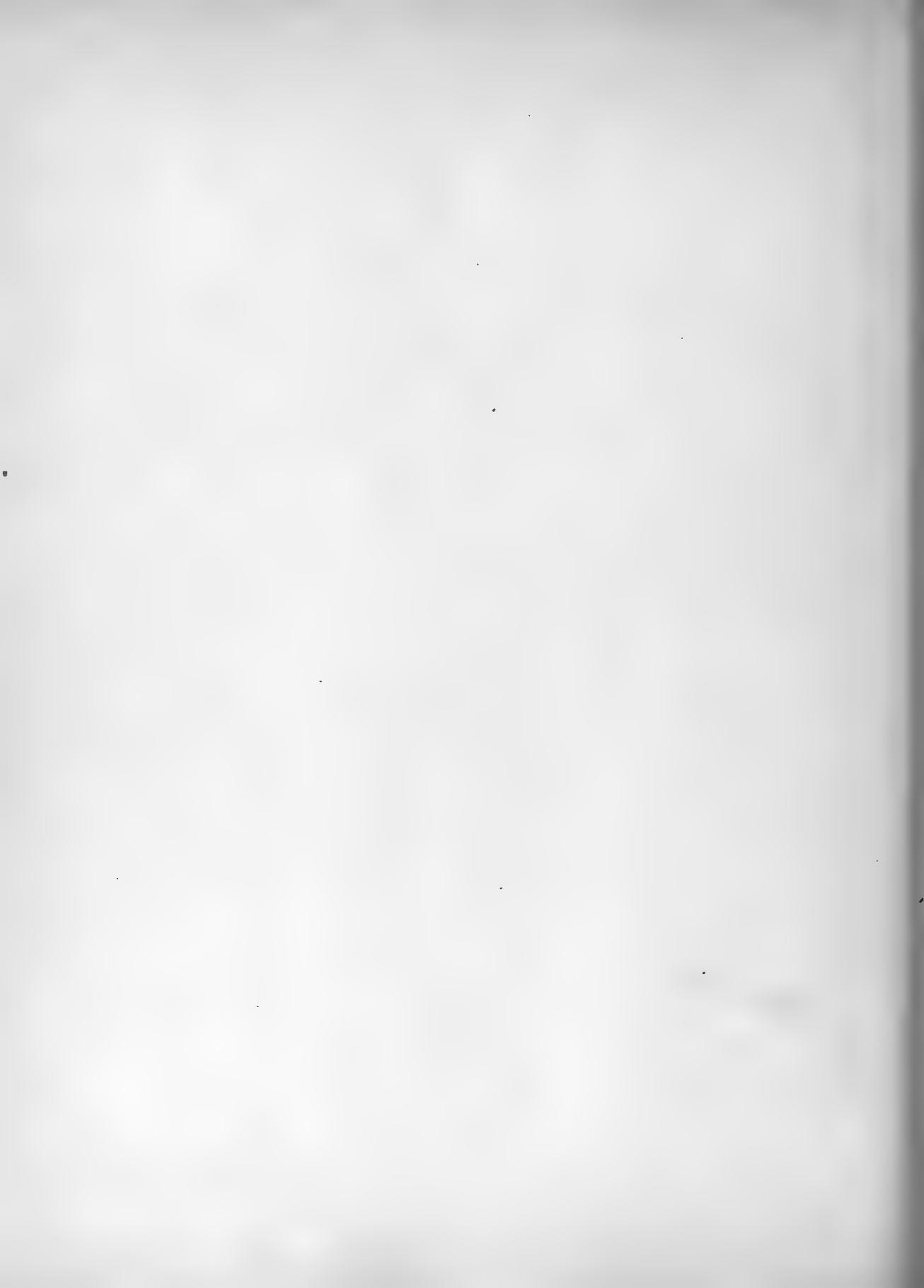
1) Hervorhebung der letzten Zahl bedeutet, dass diese erhöht ist.

einem Luftstrom erst allen Wasserstoff abgibt, wenn fast alles Chlor weggegangen ist, wahrscheinlich weil ein basisches Magniumchlorid  $Mg < \frac{OH}{Cl}$  gebildet wird, das erst bei ca.  $480^{\circ} C.$  vollständig in  $MgO$  und  $HCl$  zersetzt wird. Es geht auch aus den im vorhergehenden beschriebenen Kontrollversuchen hervor, dass die hauptsächlichsten der übrigen Bestandteile des Meerwassers, Natriumchlorid und Magniumsulfat, schon bei ca.  $380^{\circ} C.$  vollständig entwässert werden. Der Fehler, der an einer Reihe Salzbestimmungen haftet, welche ganz wie oben beschrieben ausgeführt wurden, nur mit dem Unterschied, dass der Salzrest nur bei ca.  $380^{\circ} C.$  (pag. 123) getrocknet wurde, besteht deshalb ausschliesslich darin, dass der Salzrest noch etwas basisches Magniumchlorid enthält, das sich bei fortgesetztem und stärkerem Erhitzen in eine entsprechende Menge Magnesia und freien Chlorwasserstoff zersetzen würde.

Geht man von der Voraussetzung aus, dass zwei Proben desselben Meerwassers durch einerlei Eindampfen Salzreste geben werden, welche dieselben Bestandteile in demselben Verhältniss enthalten, muss man auch annehmen, dass ein bei  $380^{\circ} C.$  getrockneter Salzrest durch weitere Erwärmung bei  $480^{\circ} C.$  eine Salzmenge von verhältnissmässig demselben Gewicht geben muss, als eine andere Probe desselben Meerwassers durch Eindampfen und Trocknen auf gewöhnliche Weise bei  $480^{\circ} C.$  giebt. Es kam mir interessant vor zu untersuchen, ob diese Voraussetzungen wenigstens annähernd richtig waren, und ich habe deshalb für die Meerwasserproben, für welche Salzbestimmungen sowol mit Trocknen bei  $380^{\circ} C.$  als höchster Temperatur als mit Trocknen bei  $480^{\circ} C.$  vorliegen, eine Berechnung nach folgendem Prinzip vorgenommen: Die Differenz zwischen dem Gewicht des bei  $380^{\circ} C.$  getrockneten Salzrestes (stets in 1 Kilo Meerwasser berechnet) und dem Gewicht des bei  $480^{\circ} C.$  getrockneten wird als Chlorwasserstoff berechnet, der noch ausgetrieben werden soll, ehe der bei  $380^{\circ} C.$  getrocknete Salzrest als trocken d. h. frei von Wasserstoff betrachtet werden kann, und die mit dieser Chlorwasserstoffmenge äquivalente Wassermenge muss deshalb von der Salzmenge, die auf gewöhnliche Weise aus dem Gewicht des Salzrestes nach Trocknen bei  $380^{\circ} C.$  und aus folgender Chlorbestimmung des Restes berechnet ist, subtrahirt werden um die thatsächliche Salzmenge zu geben.

Die Hauptwerte der Berechnung und das Resultat derselben sieht man aus beigefügter Tabelle (IX), in deren letzter Kolonne die wirklichen bei den im vorigen Abschnitt beschriebenen Versuchen gefundenen Salzmengen zum Vergleich mit den durch Berechnung gefundenen angeführt sind.

Es geht aus der Tabelle hervor, dass die Übereinstimmung zwischen den berechneten und den gefundenen Werten der Salzmenge sogar besonders gut ist.



IV.

Volumenausdehnung des Seewassers.

Von

Carl Forch.





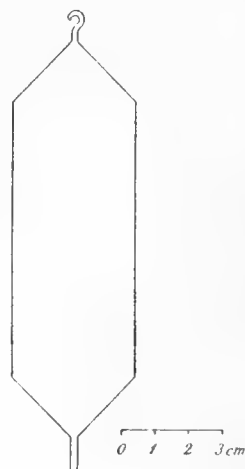
Als Methode zur Bestimmung der Volumausdehnung war die Methode des Auftriebes gewählt worden. Das hierzu angeschaffte Inventarium umfasste:

- 1) eine Bunge'sche kurzarmige Wage;
- 2) einen Senkkörper aus Platin-Iridium;
- 3) ein in  $\frac{1}{10}^{\circ}$  geteiltes Thermometer aus Borosilikatglas 59<sup>III</sup>, welches mit dem schon erwähnten Fernrohr mit Okularmikrometer abgelesen wurde;
- 4) das Gefäß zur Aufnahme des Seewassers und die Temperaturbäder.

### Der Senkkörper.

Derselbe war von Heraeus in Hanau aus einer Platin-Iridium Legierung, welche 10 % Iridium enthält, hergestellt worden; er hatte die nebenstehend angegebene Form. Sein Gewicht betrug 119·8665 gr.; da er etwa 125 cm.<sup>3</sup> Volum hatte, musste er noch mit zwei Ringen aus dickem Platindraht beschwert werden, um auch in Seewasser von 1·04 spezifischem Gewicht unterzusinken. Er hatte mit diesen Ringen ein Gewicht von 134·4058 gr. und in Wasser von 20°·224 C. ein solches von 11·3471 gr. Es war im Gegensatz zu den gewöhnlich benutzten Glassenkkörpern ein solcher von Metall gewählt worden, um einen raschen Temperaturübergang von der Flüssigkeit zum Senkkörper zu bewirken; ausserdem musste die Metallmasse als guter Wärmeleiter ausgleichend zwischen den einzelnen Flüssigkeitsschichten wirken.

Um zu entscheiden, ob Schwankungen des Luftdruckes eine merkliche Veränderung im Volum des Senkkörpers hervorzurufen befähigt waren, musste der äussere Druckkoeffizient desselben bestimmt werden. Es wurde dazu aus einem cylindrischen dickwandigen Glasgefäß mit einer Kapillaren, die



mit Hilfe einer dicken Metallplatte aufgekittet werden konnte, ein geeignetes Piézometer hergestellt und die Volumänderungen für messbare Druckänderungen bestimmt und zwar einmal, wenn das Glasgefäss nur Wasser, ein anderesmal, wenn es ausserdem noch den Senkkörper enthielt. Man erhielt so die Volumänderung des letzteren minus der Änderung eines gleich grossen Volums Wasser und konnte daraus mit hinreichender Genauigkeit den äusseren Druckkoeffizienten des Senkkörpers ableiten.

In dem Glasgefäss bewirkte eine Druckzunahme von 1 mm. Quecksilber, wenn es nur mit Wasser gefüllt war, eine Volumzunahme von  $0.054 \text{ mm.}^3$ , wenn es ausserdem den rund  $125 \text{ cm.}^3$  fassenden Senkkörper enthielt, eine solche von  $0.093$ . Auf diesen allein kam also eine Änderung von  $0.039 \frac{\text{mm.}^3}{\text{mm. Hg}}$ . Da ein gleiches Volum Wasser um  $0.007 \frac{\text{mm.}^3}{\text{mm. Hg}}$  komprimiert wird, beträgt der wahre Druckkoeffizient des Senkkörpers  $0.046 \frac{\text{mm.}^3}{\text{mm. Hg}}$ . Es würde also eine im Verlauf eines Versuches auftretende Barometerschwankung von 2 mm. das gemessene Volum erst um  $0.1/125000$  falsch werden lassen.

Nach Angabe des Verfertigers war der Senkkörper, als er geschlossen wurde, glühend; man kann also annehmen, dass bei Zimmertemperatur in demselben noch ein Druck von  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{4}$  Atmosphäre herrscht. Es würde mithin bei der Erwärmung von  $0^\circ$  auf  $30^\circ$  eine Druckänderung von etwa 2 cm. Quecksilber auftreten. Die Wärmeausdehnung des Hohlkörpers muss also eine scheinbar grössere sein, als die eines Vollkörpers wäre. Dieselbe wurde aus der scheinbaren Ausdehnung von destillirtem Wasser, dessen spezifisches Gewicht mit dem Senkkörper in der üblichen Weise gemessen wurde, berechnet. Als grundlegend wurden die Werthe der Dichte des Wassers nach den Beobachtungen von Thiesen, Scheel und Diesselhorst<sup>1)</sup> angenommen.

Die Ausdehnung des Senkkörpers ergab sich für die folgenden bei der Berechnung der Seewasserausdehnung gebrauchten Intervalle:

$$\begin{aligned} &\text{von } 0^\circ \text{ bis } 20^\circ \text{ zu } 26.3 \times 10^{-6} \\ &\text{— } 10^\circ \text{ — } 20^\circ \text{ — } 26.4 \\ &\text{— } 20^\circ \text{ — } 30^\circ \text{ — } 26.5 \end{aligned}$$

Die Werthe sind um ein wenig grösser und zeigen eine geringere Abhängigkeit von der Temperatur, als sich nach den Beobachtungen von Fizeau<sup>2)</sup> an einer gleich zusammengesetzten Legierung erwarten liess.

<sup>1)</sup> Wiedemanns Annalen der Physik und Chemie **60**. 349. 1897. — Die geringen Änderungen bei der definitiven Berechnung der Werthe für die Wasserausdehnung gegenüber den zuerst gegebenen kommen nicht in Betracht. Siehe: Wissenschaftliche Abhandlungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zu Charlottenburg. Band III. Berlin 1900 bzw. Beiblätter zu den Annalen der Physik **25**. 13. 1901.

<sup>2)</sup> Comptes rendus hebdomadaires de l'acad. des sciences et belles-lettres. t. **62**. 1001 und 1133, 1865 bzw. Poggendorfs Annalen der Physik und Chemie **128**. 579. 1866.

### Das Thermometer. — Die Bäder.

Das von Richter — Berlin gelieferte Thermometer aus Borosilikatglas 59<sup>III</sup> war ein Stabthermometer mit einem Gefäss von 60 mm. Länge und 4 mm. Durchmesser. Die mittlere Gradlänge betrug 8·107 mm. Es wurde bezüglich der Teilfehler auf einer mit Mikroskop versehenen Längenteilmachine untersucht und hierbei wurden einmal die Abstände der vollen 5 Grad-Striche von einander gemessen, zum andern noch sämtliche Striche, welche jemals bei den spezifischen Gewichtsbestimmungen überhaupt benutzt werden konnten, kontrollirt und zwar alle Striche von  $-5^{\circ},0$  bis  $+0^{\circ},6$ ; von  $3^{\circ},5$  bis  $5^{\circ},6$ ; von  $9^{\circ},5$  bis  $10^{\circ},6$ ; von  $14^{\circ},3$  bis  $15^{\circ},7$  etc. bis  $35^{\circ},6$ .

Zur Bestimmung des Kalibers wurden zwei getrennte Reihen, die eine zu Beginn, die andere am Schluss der Messungen durchgeführt; über deren Übereinstimmung siehe Seite 150. Die Messung der Länge des abgetrennten Fadens geschah auf der oben erwähnten Teilmaschine. Die eine Kalibration wurde mit einem Faden von etwa  $5^{\circ},4$  Länge, die andere mit einem solchen von  $3^{\circ},4$  durchgeführt.

Der Nullpunkt wurde öfters kontrollirt und eine geringe regelmässige Erhöhung desselben entsprechend dem noch geringen Alter des Thermometers gefunden. Da das Thermometer nur bis  $36^{\circ}$  geht, also eine direkte Bestimmung des Siedepunktes nicht erlaubt, wurde es bei konstanter Zimmertemperatur (ca.  $25^{\circ}$ ) mit einem Tonnelotschen Normalthermometer aus verre dur verglichen, dessen Konstanten im Bureau international des poids et mesures zu Breteuil mit einer Genauigkeit von  $\frac{1}{1000}^{\circ}$  bestimmt waren. Die im Folgenden gegebenen Temperaturen beziehen sich mithin auf die Skala des Wasserstoffthermometers.

Das Seewasser befand sich in einem cylindrischen Glasgefäss von 7·5 cm. Durchmesser und 18·5 cm. Höhe. Dasselbe war oben durch einen breiten Glasschliff, in dessen Decke Rohrstützen eingesetzt (geblasen) waren, verschlossen. Der eine derselben — jener, durch welchen der Aufhängedraht des Senkkörpers geführt war — sass centrisch, die andern zwischen dem Mittelpunkt und dem Rande. Die letzteren dienten zur Aufnahme des Thermometers, eines Mahlkeschen Fadenthermometers<sup>1)</sup> zur Bestimmung der Korrektion des herausragenden Fadens, des Rührers sowie einer kleinen Arretiervorrichtung für den Senkkörper. Die bei der Füllung benutzten Stützen wurden während der Beobachtung durch Korke verschlossen; über die Thermometer war an der Stelle, an der sie in die Stützen eingesteckt waren, ein Schlauch übergeschoben zur Abdichtung, sodass eine Verdunstung nur an den Punkten möglich war, wo eine solche sich nicht umgehen liess.

Dieses Gefäss sass in einem grossen doppelwandigen Dewarschen Gefäss, zwischen

<sup>1)</sup> Zeitschrift für Instrumentenkunde, Band 13; 58—62. 1893.

beiden war Wasser als Bad und zwar so hoch, dass die Rohrstutzen noch etwa 1 bis 2 cm. von ihm bedeckt waren. Das Dewarsche Gefäss befand sich wiederum in einem grossen rechtwinkligen Holztrog, der etwa 20 Liter Wasser fasste. Derselbe hatte vorn eine Glaswand, um die Übersicht zu ermöglichen. In dem äusseren Trog wurde das Badwasser von passender Temperatur gemischt und dann dem Dewarschen Gefäss durch eine kleine Pumpe oder unmittelbar durch Schöpfen zugeführt.

Der Trog stand auf einer eisernen Grundplatte, die durch Kurbel und Trieb in der Höhe bequem verstellt werden konnte, um Behufs gründlichen Rührens den Senkkörper gegen den Boden des Gefässes anlegen zu können, wobei er noch durch die erwähnte kleine Arretiervorrichtung von oben gehalten wurde. Es war dies nötig, weil ohne diese Vorsicht der feine Aufhängedraht durch die beim Rühren unvermeidlichen Stösse des Senkkörpers zerrissen wäre.

### Die Verdunstung.

Es hatte sich als unmöglich erwiesen den Rohrstutzen, durch welchen der Aufhängedraht ging, so eng zu wählen, dass eine merkliche Verdunstung überhaupt nicht auftreten konnte, da bei engem Rohr der Draht stets an die Wände kam und dort durch Kapillarität haftete. Es musste deshalb ein Rohr von 10 mm. innerer Weite genommen werden. Das Seewasser wurde aber stets nur so hoch eingefüllt, dass es etwa 5 cm. unterhalb des oberen Randes des Stutzens blieb. Um einen Überblick über die hierbei möglichen Änderungen im spezifischen Gewichte während der Dauer einer Messreihe, die von der ersten Wägung bei 0° bis zur letzten bei 30° immerhin 6 bis 7 Stunden erforderte, zu erhalten, wurde die Verdunstung unter gleichen Verhältnissen der verdunstenden Fläche und gleicher Höhe des Rohres in einem 10 mm. weiten Glasrohr gemessen. Es betrug bei 17°4 und etwa 4° hygrometrischer Differenz die Verdunstung in einer Stunde 1·2 mgr. bei destillirtem Wasser. Mithin würden hochgegriffen bei 20° 2, bei 25° 3 und bei 30° 5 mgr. Wasser in der Stunde verdunsten; also wenn das Seewasser je 1 Stunde bei jeder dieser 3 Temperaturen geblieben wäre, würden im ganzen 10 mgr. verdunstet sein. Das Gefäss, in welchem die Ausdehnungsbestimmungen angestellt wurden, fasste 600 cm.<sup>3</sup> Seewasser, dessen specifisches Gewicht den Werth von 1·03 nie erreichte. Eine Verdunstung von 10 mgr. würde also in unserm Falle das spezifische Gewicht um  $\frac{618-0.04}{600-0.04} = 0.5 \times 10^{-6}$  vergrössern, ein Betrag, der, selbst wenn man ihn verdoppelt, — da ja auch während des Rührens durch Herausziehen der benetzten Rührerstange eine Verdunstung eintrat, — gegenüber den möglichen Fehlern der Temperaturbestimmung wenig im Betracht kommt. Es durfte mithin von einer Korrektur aus dieser Fehlerquelle abgesehen werden.

### Die Beobachtungen.

Da das Seewasser die von ihm absorbierten Gase langsam abgibt und durch Blasenbildung am Senkkörper bei nicht gasfreiem Wasser Fehler zu befürchten waren, wurde jede Probe, ehe sie in das zur Messung dienende Gefäss eingefüllt wurde, eine halbe bis drei viertel Stunde in einer dickwandigen Glasflasche an der Wasserluftpumpe evakuiert und stark geschüttelt. Es wurde hierdurch auch ohne Erwärmung eine praktisch ausreichende Entgasung des Seewassers bewirkt, sodass am Ende der Messreihen niemals Gasblasen am Senkkörper beobachtet werden konnten (Vgl. Anmerkung S. 147).

Der Gang der Beobachtungen war folgender: Nachdem der Apparat mit dem entgasten Seewasser gefüllt und zusammengesetzt war, wurde er durch eine schwache Kältemischung ein wenig unter  $0^\circ$  abgekühlt und alsdann mit der Messung begonnen. Bei jeder der um etwa  $5^\circ$  von einander abstehenden Temperaturen (0, 5, 10 . . . . 25, 30) wurden 3 Gewichtsbestimmungen und 6 Temperaturmessungen gemacht. (In einigen Ausnahmefällen wurde auch noch bei einer bis zu  $2^\circ,5$  unter  $0^\circ$  liegenden Temperatur beobachtet. Vgl. die Tabelle.) Da die Schwingungen der Wage infolge der Reibung des zur schwingenden Masse relativ grossen Senkkörpers sehr stark gedämpft waren, wurden jedesmal 6 Umkehrpunkte abgelesen, aus den Ablesungen 1—5 und 2—6 für sich in der üblichen Weise je eine Ruhelage abgeleitet und diese beide zum Mittel vereinigt. Ergab sich hier eine Unregelmässigkeit, so wurde die Beobachtung verworfen und sofort eine neue gemacht. Unmittelbar vor und nach der Bestimmung der Umkehrpunkte erfolgten die Temperaturmessungen<sup>1)</sup>. Dass vor jedem Beobachtungssatz wiederholt gerührt und der Temperatúrausgleich abgewartet wurde, ist selbstverständlich. Am Schluss der 3 Sätze wurde das Fadenthermometer abgelesen und die Länge des herausragenden Fadens notiert.

Aus den Beobachtungen wurde nach der Methode der kleinsten Quadrate das Volum als Funktion der Temperatur nach einer Reihe von der Form

$$v = a + bt + ct^2 + dt^3$$

dargestellt. Es wurde hierbei als Einheit des Volums bei jeder einzelnen Seewasserprobe das Volum eingesetzt, das für die  $0^\circ$  zu nächst liegende Temperatur gefunden war. Um hierbei die Rechenarbeit etwas zu erleichtern, wurden zuerst unter Zugrundlage eines genäherten Ausdehnungskoeffizienten die Volumina auf Temperaturen umgerechnet, welche nur noch Zehntel Grade enthielten. Es konnte sich hierbei im extremen Falle nur um

<sup>1)</sup> Um bei der Ablesung des Thermometers Parallaxenfehler zu vermeiden, war mit Gummibändern an demselben ein Stückchen Glasspiegel befestigt. Vor dem Objectiv des Ablesefernrohres war ein horizontaler Faden angebracht; dem Fernrohr wurde jedesmal eine derartige Neigung gegeben, dass der gespiegelte Faden durch die Mitte des Gesichtsfeldes ging.

Reduktionen für  $0^{\circ},05$  und im Volum um solche von etwa  $20 \cdot 10^{-6}$  handeln; es waren mithin durch die Einführung der genäherten Ausdehnungskoeffizienten höchstens Fehler von einigen Einheiten der 7. Stelle zu erwarten, auf die ja nach der ganzen Anlage der Untersuchungen kein Werth mehr gelegt werden darf.

Die nachstehenden Tabellen geben die beobachteten Volumina für die angegebenen Temperaturen, die sich hieraus ergebenden Ausdrücke für  $v_t$  als Funktion der Temperatur und die danach berechneten Volumina. Mit  $B-R$  sind die Differenzen: «Beobachtetes Volum — Berechnetes Volum» bezeichnet. Zur Definition der einzelnen Seewasserproben sind angegeben:  $s^{0/4^{\circ}}$  und  $p$ , ersteres das spezifische Gewicht bei  $0^{\circ}$  bezogen auf Wasser von  $4^{\circ}$ , letzteres der Gesamtsalzgehalt in Promille, wie er sich nach Titrationen des untersuchten Seewassers ergab.

I.  
Künstlich. ( $s^{0/4} = 1.002509$ ;  $p = 3.2^{0/100}$ )

$$v_t = v_{+0.051} + (1.44 - 49.189t + 7.85609t^2 - 0.0428780t^3) \times 10^{-6}$$

$t$	$v_{\text{beob.}}$	$v_{\text{ber.}}$	$B-R$
+ 0.051	1.0000000	0.9999980	+2.0
5.085	0.9999442	0.9999488	-4.6
9.485	1.0002061	1.0002050	+1.1
14.895	1.0008745	1.0008700	+4.5
19.450	1.0016994	1.0017011	-1.7
25.319	1.0030939	1.0030965	-2.6
30.088	1.0044667	1.0044655	+1.2

II.  
Nr. 29. ( $s^{0/4} = 1.006681$ ;  $p = 8.37^{0/100}$ )

$$v_t = v_{-0.296} + (-11.87 - 31.523t + 7.59606t^2 - 0.0420873t^3) \times 10^{-6}$$

$t$	$v_{\text{beob.}}$	$v_{\text{ber.}}$	$B-R$
- 0.296	1.0000000	0.9999982	+1.8
+ 4.885	1.0000058	1.0000103	-4.5
9.936	1.0003846	1.0003833	+1.3
15.004	1.0010855	1.0010830	+2.5
20.212	1.0021090	1.0021068	+2.2
24.754	1.0032188	1.0032243	-5.5
29.899	1.0047136	1.0047115	+2.1

III.  
Nr. 28. ( $s^{0/4} = 1.008467$ ;  $p = 10.61^{0/100}$ )

$$v_t = v_{-0.298} + (-9.31 - 22.951t + 7.35636t^2 - 0.0385591t^3) \times 10^{-6}$$

$t$	$v_{\text{beob.}}$	$v_{\text{ber.}}$	$B-R$
- 0.298	1.0000000	0.9999981	+1.9
+ 5.000	1.0000512	1.0000550	-3.8
9.697	1.0004238	1.0004247	-0.9
14.907	1.0011613	1.0011556	+5.7
19.824	1.0021240	1.0021262	-2.2
25.237	1.0034757	1.0034770	-1.3
30.211	1.0049490	1.0049483	+0.7

IV.  
Nr. 30. ( $s^{0/4} = 1.011756$ ;  $p = 14.66^{0/100}$ )

$$v_t = v_{-0.164} + (-5.37 - 7.452t + 7.03855t^2 - 0.0360003t^3) \times 10^{-6}$$

$t$	$v_{\text{beob.}}$	$v_{\text{ber.}}$	$B-R$
- 0.164	1.0000000	0.9999962	+3.8
+ 4.728	1.0001090	1.0001129	-3.9
9.981	1.0005836	1.0005857	-2.1
14.868	1.0013250	1.0013211	+3.9
20.118	1.0023996	1.0024003	-0.7
24.661	1.0035470	1.0035423	-4.7
30.607	1.0053317	1.0053280	+3.7

## V.

Nr. 9<sup>II 1</sup>). ( $s^{0/4} = 1.015116$ ;  $p = 18.92^{0/00.}$ )

$$v_t = v_{-0.783} + (-1.90 + 5.322t + 6.830521t^2 - 0.034556t^3) \times 10^{-6}.$$

$t$	$v_{\text{beob.}}$	$v_{\text{ber.}}$	$B-R$
- 0.783	1.0000000	0.9999982	+1.8
+ 4.986	1.0001852	1.0001902	-5.0
9.780	1.0006731	1.0006712	+1.9
14.793	1.0014622	1.0014597	+2.5
20.417	1.0026624	1.0026599	+2.5
24.828	1.0038061	1.0038117	-5.6
30.486	1.0055315	1.0055295	+2.0

## VI.

Nr. 10<sup>II 1</sup>). ( $s^{0/4} = 1.018658$ ;  $p = 23.25^{0/00.}$ )

$$v_t = v_{-0.203} + (2.12 + 20.0858t + 6.51543t^2 - 0.032024t^3) \times 10^{-6}.$$

$t$	$v_{\text{beob.}}$	$v_{\text{ber.}}$	$B-R$
- 0.203	1.0000000	0.9999983	+1.7
+ 4.940	1.0002541	1.0002574	-3.3
9.737	1.0007869	1.0007884	-1.5
14.946	1.0016611	1.0016565	+4.6
19.879	1.0027370	1.0027349	+2.1
25.054	1.0041021	1.0041078	-5.7
30.834	1.0059025	1.0059005	+2.0

## VII.

Nr. 12. ( $s^{0/4} = 1.020754$ ;  $p = 26.1^{0/00.}$ )

$$v_t = v_{-0.262} + (5.92 + 27.7869t + 6.43581t^2 - 0.032024t^3) \times 10^{-6}.$$

$t$	$v_{\text{beob.}}$	$v_{\text{ber.}}$	$B-R$
- 0.262	1.0000000	0.9999996	+0.4
+ 5.310	1.0003264	1.0003283	-1.9
10.124	1.0009171	1.0009136	+3.5
14.569	1.0016867	1.0016898	-3.1
20.189	1.0029283	1.0029267	+1.6
25.068	1.0042413	1.0042421	-0.8
30.303	1.0058669	1.0058667	+0.2

## VIII.

Nr. 25. ( $s^{0/4} = 1.023254$ ;  $p = 28.9^{0/00.}$ )

$$v_t = v_{+0.079} + (-0.51 + 35.9621t + 6.41980t^2 - 0.034649t^3) \times 10^{-6}.$$

$t$	$v_{\text{beob.}}$	$v_{\text{ber.}}$	$B-R$
- 1.720	0.9999579	0.9999562	+1.7
+ 0.079	1.0000000	1.0000023	-2.3
5.016	1.0003349	1.0003371	-2.2
9.747	1.0009296	1.0009277	+1.9
14.518	1.0017727	1.0017687	+4.0
20.044	1.0030201	1.0030205	-0.4
24.988	1.0043632	1.0043672	-4.0
30.683	1.0061476	1.0061458	+1.8

## IX.

Nr. 11. ( $s^{0/4} = 1.025990$ ;  $p = 32.38^{0/00.}$ )

$$v_t = v_{-0.245} + (13.44 + 46.1307t + 6.230055t^2 - 0.032974t^3) \times 10^{-6}.$$

$t$	$v_{\text{beob.}}$	$v_{\text{ber.}}$	$B-R$
- 2.668	0.9999384	0.9999357	+2.7
- 0.245	1.0000000	1.0000024	-2.4
+ 4.917	1.0003828	1.0003869	-4.1
10.036	1.0010732	1.0010706	+2.6
14.843	1.0019682	1.0019629	+5.3
19.941	1.0031460	1.0031492	-3.2
24.880	1.0045075	1.0045098	-2.3
30.435	1.0062601	1.0062586	+1.5

## X.

Schwedisch ( $s^{0/4} = 1.027242$ ;  $p = 33.94^{0/00.}$ )

$$v_t = v_{+0.182} + (-6.17 + 51.8018t + 6.06225t^2 - 0.030647t^3) \times 10^{-6}.$$

$t$	$v_{\text{beob.}}$	$v_{\text{ber.}}$	$B-R$
- 2.215	0.9999128	0.9999089	+3.9
+ 0.182	1.0000000	1.0000033	-3.3
4.777	1.0003725	1.0003763	-3.8
9.767	1.0010483	1.0010499	-1.6
14.784	1.0019964	1.0019858	+10.6
19.722	1.0031367	1.0031383	-1.6
24.635	1.0044832	1.0044907	-7.5
29.810	1.0061169	1.0061134	+3.5

1) Der Index II deutet an, dass wegen Fehler (Gasblasen? Wägefehler?) die erste Messreihe verworfen wurde und die Resultate einer zweiten hier wiedergegeben sind.

## XI.

Ingolf 94. ( $s^{0/4} = 1.028073$ ;  $p = 35.08$  ‰.)

$$v_t = v_{-0.024} + (3.04 + 53.592t + 6.14208t^2 - 0.033124t^3) \times 10^{-6}.$$

$t$	$v_{\text{beob.}}$	$v_{\text{ber.}}$	$B-R$
- 2.734	0.9999045	0.9999021	+ 2.4
- 0.024	1.0000000	1.0000016	- 1.6
+ 5.104	1.0004300	1.0004322	- 2.2
9.768	1.0010805	1.0010818	- 1.3
15.273	1.0021404	1.0021365	+ 3.9
19.924	1.0032522	1.0032469	+ 5.3
25.508	1.0048060	1.0048167	-10.7
30.024	1.0062568	1.0062522	+ 4.6

## XII.

Ingolf 96. ( $s^{0/4} = 1.028159$ ;  $p = 35.11$  ‰.)

$$v_t = v_{-0.028} + (1.70 + 53.782t + 6.15644t^2 - 0.034008t^3) \times 10^{-6}.$$

$t$	$v_{\text{beob.}}$	$v_{\text{ber.}}$	$B-R$
- 2.488	0.9999072	0.9999052	+2.0
- 0.028	1.0000000	1.0000001	-0.1
+ 5.096	1.0004301	1.0004285	+1.6
10.225	1.0011608	1.0011589	+1.9
15.287	1.0021422	1.0021411	+1.1
19.917	1.0032440	1.0032465	-2.5
25.645	1.0048571	1.0048566	+0.5

## XIII.

Nr. 4. ( $s^{0/4} = 1.028432$ ;  $p = 35.41$  ‰.)

$$v_t = v_{-0.387} + (19.58 + 56.674t + 5.97610t^2 - 0.029348t^3) \times 10^{-6}.$$

$t$	$v_{\text{beob.}}$	$v_{\text{ber.}}$	$B-R$
- 0.387	1.0000000	0.9999985	+1.5
+ 5.245	1.0004732	1.0004769	-3.7
10.313	1.0012070	1.0012074	-0.4
14.523	1.0020181	1.0020133	+4.8
19.770	1.0032492	1.0032494	+0.2
24.531	1.0045686	1.0045728	-4.2
29.840	1.0062537	1.0062555	+1.8

Die Abweichungen:  $B-R$  ergeben einen systematischen Gang, der sich in der folgenden Übersicht (XIV) der Fehler deutlich ausspricht.

Ein solcher Gang kann aus zwei völlig verschiedenen Ursachen entstehen: 1) aus Fehlern in der Bestimmung der Thermometerkonstanten (Teilfehler + Kaliberfehler); diese müssen sich natürlich in den verschiedenen Beobachtungsreihen bei denselben Temperaturen gleichmässig einstellen; 2) aus mangelnder Anpassung des zur Darstellung der Volumänderung gewählten rechnerischen Ausdruckes an die Ausdehnung selbst. Bei den geringen Konzentrationsänderungen der verschiedenen untersuchten Salzlösungen (0.3 ‰ bis 3.6 ‰) war auch aus dieser Ursache eine Übereinstimmung der etwaigen Abweichungen bei den verschiedenen Temperaturen für die einzelnen Seewasser zu erwarten.



## XIV.

Konzentration.	Unter 0°.	Bei 0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
3·2 <sup>0</sup> / <sub>00</sub>		+ 2·0	- 4·6	+ 1·1	+ 4·5	- 1·7	- 2·6	+ 1·2
8·37		+ 1·8	- 4·5	+ 1·3	+ 2·5	+ 2·2	- 5·5	+ 2·1
10·61		+ 1·9	- 3·8	- 0·9	+ 5·7	- 2·2	- 1·3	+ 0·7
14·66		+ 3·8	- 3·9	- 2·1	+ 3·9	- 0·7	- 4·7	+ 3·7
18·92		+ 1·8	- 5·0	+ 1·9	+ 2·5	+ 2·5	- 5·6	+ 2·0
23·25		+ 1·7	- 3·3	- 1·5	+ 4·6	+ 2·1	- 5·7	+ 2·0
26·1		+ 0·4	- 1·9	+ 3·5	- 3·1	+ 1·6	- 0·8	+ 0·2
28·9	+ 1·7	- 2·3	- 2·2	+ 1·9	+ 4·0	- 0·4	- 4·0	+ 1·8
32·4	+ 2·7	- 2·4	- 4·1	+ 2·6	+ 5·3	- 3·2	- 2·3	+ 1·5
33·9	+ 3·9	- 3·3	- 3·8	- 1·6	+ 10·6	- 1·6	- 7·5	+ 3·5
35·08	+ 2·4	- 1·6	- 2·2	- 1·3	+ 3·9	+ 5·3	- 10·7	+ 4·6
35·11	+ 2·0	- 0·1	+ 1·6	+ 1·9	+ 1·1	- 2·5	+ 0·5	-
35·4		+ 1·5	- 3·7	- 0·4	+ 4·8	+ 0·2	- 4·2	+ 1·8
Mittel	+ 2·5	+ 0·4	- 3·2	+ 0·5	+ 3·9	+ 0·1	- 4·2	+ 2·1

## XV.

Unter 0°	Bei 0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	
	+1·6	-1·4	+0·6	+0·6	-1·8	+1·6	-0·9	
	1·4	1·3	0·8	-1·4	+2·1	-1·3	+0·0	
	1·9	0·6	-1·4	1·8	2·3	2·9	1·4	
	3·4	0·7	2·6	0·0	0·8	0·5	1·6	
	1·4	1·8	1·4	1·4	2·4	1·4	0·1	
	1·3	0·1	2·0	0·7	2·0	1·5	0·1	
	0·0	+1·3	3·0	7·0	1·5	3·4	1·9	
-0·8	-2·7	1·0	1·4	0·1	0·5	0·2	0·3	
+0·2	2·8	0·9	2·1	1·4	3·3	1·9	0·6	
1·4	3·7	0·6	2·1	6·7	1·7	3·3	1·4	
0·1	2·0	1·0	1·8	0·0	5·2	6·5	2·5	
0·5	0·6	4·8	1·4	2·8	2·6	4·7	-	
	1·1	0·5	0·9	0·9	0·1	0·0	0·3	
Summe	+1·6 -1·4	+12·0 -11·8	+8·1 -7·9	-10·7 -10·8	+12·2 -12·6	-13·2 -13·1	-14·7 -14·5	+5·5 -5·6
	±0·6	±1·8	±1·2	±1·7	±1·9	±2·0	±2·3	±0·9

Um den ersten Punkt näher zu untersuchen, wurden die Abweichungen der Fehler  $B-R$  gegen die Mittelwerthe in Tab. XIV. gebildet, also gleichsam die hypothetischen Fehler der Konstantenbestimmung des Thermometers rechnerisch ausgeglichen. In Tabelle XV (S. 11) sind diese Abweichungen zusammengestellt.

Es wird aus dem Vergleich der beiden Fehlertabellen XIV und XV wahrscheinlich, dass wirklich systematische Fehler in den Konstantenbestimmung des Thermometers enthalten sind. Diese Annahme wird noch durch folgende Vergleichung der beiden zur Berechnung benutzten Kaliber etc.-Tabellen des Thermometers bestätigt.

Gesamtfehler des Thermometers in  $\frac{1}{1000}^{\circ}$ .

	Bei $0^{\circ}$	$5^{\circ}$	$10^{\circ}$	$15^{\circ}$	$20^{\circ}$	$25^{\circ}$	$30^{\circ}$
Reihe I (April 1900)	-17	-48	-49	-43	-31	-35	-15
— II (Sept. 1900)	-46	-76	-71	-62	-57	-66	-52
Diff. (II—I)	-29	-28	-22	-19	-26	-31	-37

Die Differenzen (II—I) ergeben die Möglichkeit von Kaliber etc.-Fehlern der geforderten Grösse. Mit den Resultaten der I. Reihe wurden die Beobachtungen für die Konzentrationen  $26.1^{0.00}$  bis  $35.11^{0.00}$  einschliesslich, mit denen der Reihe II die übrigen Seewasserproben — bis zu  $23.25^{0.00}$  einschliesslich sowie  $35.4^{0.00}$  — berechnet. Fasst man jede dieser beiden Gruppen für sich allein zusammen, so ergibt sich folgende Fehlerverteilung.

Mittel der Fehler der Volumina in  $1 \times 10^{-6}$  bei den Temperaturen:

	$-2^{\circ},5$	$0^{\circ}$	$5^{\circ}$	$10^{\circ}$	$15^{\circ}$	$20^{\circ}$	$25^{\circ}$	$30^{\circ}$
--	----------------	-------------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Die Beobachtungen sind reducirt mit den

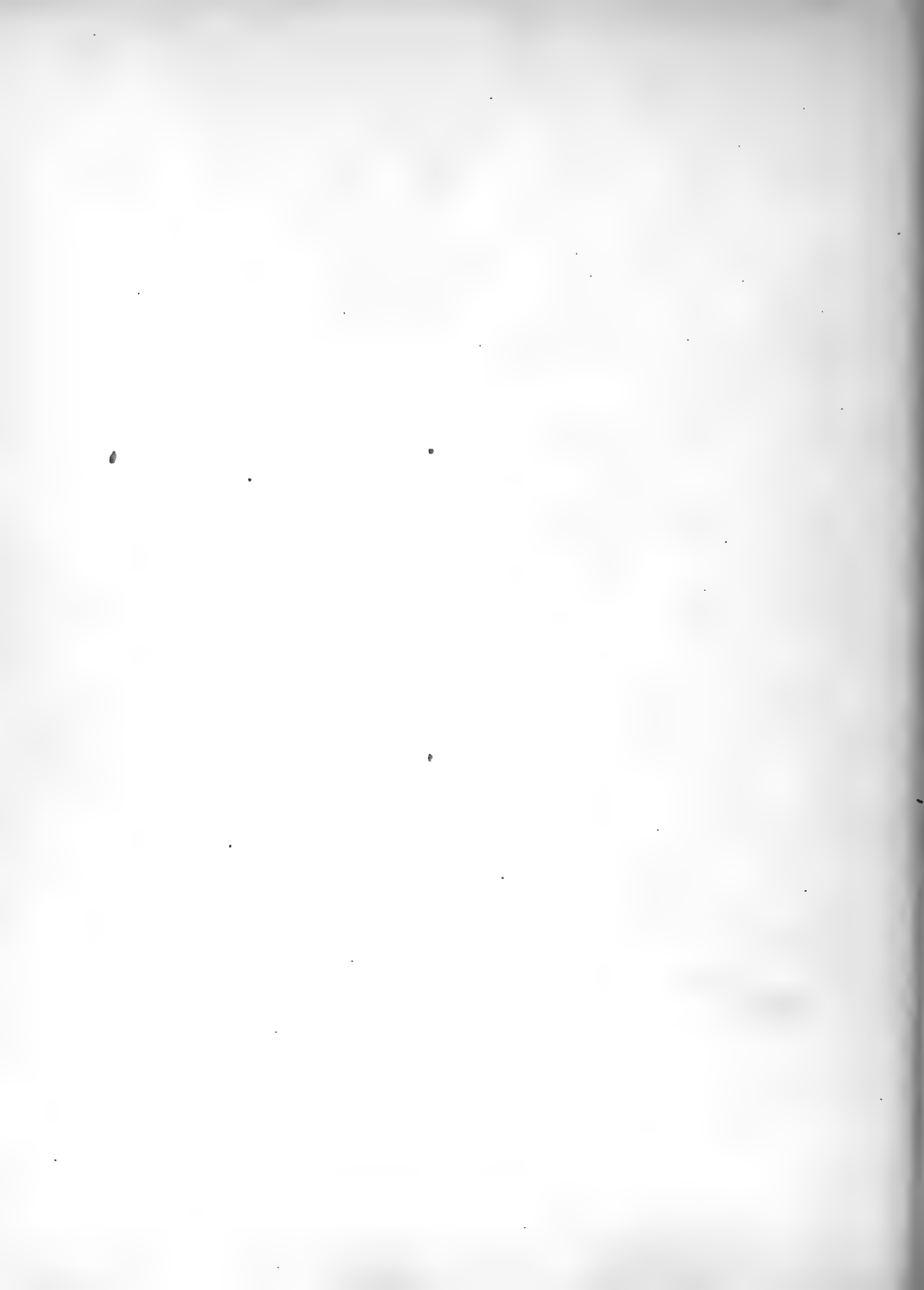
Thermometerfehlern von Reihe I . . . .	+2.5	-1.6	-2.1	+1.2	+3.6	-0.2	-4.1	+2.3
II . . . .	—	+2.0	-4.1	-0.1	+4.1	+0.3	-4.2	+1.9

Diese Tabelle macht es allerdings wahrscheinlich, dass auch nach einer Ausgleichung der etwaigen Thermometerfehler sich doch noch systematische Abweichungen ergeben hätten, die dann wohl auf eine mangelhafte Anpassung der Volumenausdehnung an den gewählten rechnerischen Ausdruck hindeuten müssten. Die Neuberechnung der Konstanten mit einem bis zur 4. Potenz von  $t$  fortschreitenden Gliede, welche durchgeführt wurde, ergab keine wesentlich bessere Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung und wurde demgemäss im weiteren nicht berücksichtigt.

Ob ein Ausdruck von völlig anderer Form<sup>1)</sup> die Resultate besser wiedergegeben hätte, muss unerörtert bleiben, da eine abermalige Neuberechnung der Konstanten nicht erfolgte, weil unter dem bei der vorliegenden Untersuchung im wesentlichen massgebenden Gesichtspunkte, nämlich dem der Aufstellung von Umrechnungskonstanten für praktische Zwecke, schon durch die erreichte Übereinstimmung von Beobachtung und Berechnung der beabsichtigte Zweck erfüllt war. Es sind deshalb den weiteren Rechnungen die Volumina zugrunde gelegt, wie sie sich unmittelbar aus den Tabellen I bis XIII ergeben, wenn die Volumina bei 0° gleich 1 gesetzt werden.

---

<sup>1)</sup> Vgl. die oben S. 142 angeführte Abhandlung von Thiesen, Scheel und Disselhorst über die Ausdehnung des Wassers.



INSTITUT FOR  
ZOOLOGI

# THE DANISH EXPEDITION TO SIAM 1899-1900

Results of the zoological Collections

made by

**Dr. Th. Mortensen**

---

Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, naturvidensk. og mathem. Afd.



**Kjøbenhavn**

Bianco Lunos Bogtrykkeri

1902

1111

## Introduction.

---

The following notes may serve as an introduction to the scientific works on the zoological collections made by the author in Siam in 1899—1900.

«The Danish Expedition to Siam» had only two members, Mag. Sc. JOHNS SCHMIDT, as Botanist, and the author of those introductory remarks, Dr. TH. MORTENSEN, as Zoologist. The expedition was made at the expenses of the Danish Government and the Carlsbergfond. Further the East Asiatic Co. in Copenhagen gave us very great assistance, and the Director of the Company, H. N. ANDERSEN, Councillor of state, deserves our best thanks for his liberality. But especially we are exceedingly obliged to H. Exc. Admiral A. DE RICHELIEU, who helped us in every way in Siam; to him it is mainly due that the results of this little expedition are so valuable.

On the 1<sup>st</sup> of Oct. 1899 we left Copenhagen onboard S. S. «Siam» of the East Asiatic Co. The passage took a rather long time, so we did not reach Bangkok till the 12<sup>th</sup> of December. We were kindly received by the Siamese Government, and having got a letter of introduction to the Governor of Muang Krat, we left Bangkok on the 19<sup>th</sup> of Dec. on H. Siamese M. S. «Chamroen» for the little island of Koh Chang in the eastern part of the Gulf of Siam. We had chosen this place with the consent of the Admiral; here was a Government Station, where we could stay, and soldiers to assist us with the dredgings etc., and, last not least: this small place we might hope to study rather completely in the short time (about 3 months), we could stay. Especially for the Botanist this was a matter of importance.

The place however turned out to be a rather bad one for researches on marine Zoology. On account of the several large rivers disemboguing themselves in the neighbourhood the water was quite muddy, and especially the sound between Koh Chang and the mainland was a very bad dredging-ground, the bottom being deep, soft mud with very little animal life; there were almost no corals in the sound, which fact sufficiently indicates the character of the place. Happily I had not to restrain my researches to the

sound — if so my efforts would have been almost lost. Adm. RICHELIEU placed a rather large boat to my disposition, with which I could go out for several days, and then better places were found with the rich and varied fauna, one might expect in tropical waters. Such places were especially Koh Kahdat, a little island a few miles S. of Koh Chang, and the small islands of Koh Chuen, Koh Mesan, and Koh Kram farther North.

All round Koh Chang the bottom was the horrible mud, which filled the dredge instantly, and gave almost nothing but dead bivalve shells. There was, however, a small good place on the western coast of Koh Chang, the little island of Koh Lom, consisting only of some rocks with a few trees. Here was a very interesting fauna to be found above low-water mark, especially large Chitons and several forms of Cirripedia among the immense numbers of oysters forming here (and everywhere on the rocks of the shores) a broad white border between high and low water mark. Under the smaller stones on the shore were found large numbers of a black Synaptide and several other animals.

At Koh Kahdat there was a beautiful sand-bottom with corals and the rich animal life connected with them. Just outside the reef there was a rich dredging ground, but only a very narrow belt, scarcely a hundred meters broad. At the depth of about 5 fathoms the well-known mud began; when we came there with the dredge, it was instantly filled with mud — and on the other side the corals tore the net of the dredge. The boat was by no means easily steered, and it was too big to be rowed — thus the difficulties connected with dredging here were very great. But when we happened to get over all the difficulties, the hauls were mostly very rich.

Even better was the place at the islands of Koh Mesan, Koh Chuen, and Koh Kram. The bottom was sand with stones and corals out to the greatest depths found here, c. 30 fathoms. As the Madreporarian Corals are found only out to 3—4 fathoms in these waters, there were excellent conditions for dredging outside the reefs, and very rich collections were made here. It was most interesting to compare the fauna of the sound between Koh Mesan and the mainland (Cap Liant) with that of the sound at Koh Chang, the fauna being very rich and varied here in the clear water. — If the station had been here, the collections would have been even much richer; but here was no water to be had, and no people lived in the neighbourhood. A stay of about a week here with the boat was only possible by the Admiral ordering supplies of water and food for us from Rayong. — Among the collections from this place I may mention some bottom-samples, which were extremely rich in small Crustaceans (Cumacea, Ostracoda etc.).

Several times the Admiral allowed me to go with H. S. M. S. «Chamroen» to dredge, and thus I have been able to investigate the fauna of a large part of the east side of the Siam-Gulf, from Koh Kong to Koh si Chang. As the depth is very uniform in the Gulf, and the bottom is mud everywhere, I have not tried to go far out from the coast, supposing



the fauna to be rather uniform over the whole area. Thus I have made only a few dredgings in 20—30 fathoms — except at Koh Kram and Koh Chuen — and my researches are mainly restricted to near the islands named and the Gulf of Rayong, where I have made several dredgings on the way between Koh Chang and Koh Chuen.

The richest parts of the collections are the Fishes, Crustaceans, Mollusks and Porifera. Echinoderms were less numerous than I had expected; thus for inst. only one species of Crinoids was found (whereas I found 4—5 species on a coral-reef at Singapore). Of Fishes I got a very large number in the fishing-stakes of the natives at Koh Kong and in the mouth of the river Paknamwen. An otter-trawl which I had brought with me, was used several times most successfully from «Chamroen», till it was lost in the mud. In the dredge fishes were often taken, but of course not in such vast numbers as in the trawl.

A very rich fauna was found in the coral-blocks: Annelids, Gephyreans, Crustaceans, Ophiurans and boring bivalves were taken in large numbers, when the blocks were broken to pieces. A most important part of this peculiar fauna is formed by the Porifera. All the holes in the coral-blocks, which were not inhabited by other animals, were filled out by fleshy, and mostly flesh-coloured or white sponges; but especially the underside of the blocks was covered by mostly incrusting sponges of the very beautiful colours — red, blue, yellow, green, black, in all variations — a most pleasing sight.

Besides the marine fauna also the interesting animal life in the Mangrove was carefully studied, as well as the fauna on the muddy coasts of the sound, which proved to be of no small interest. — Also collections of the terrestrial fauna were made, though by far the most weight was laid on the marine researches. Some of the lower Arthropods have turned out to be most interesting, especially several species of *Pauropus*, *Scolopendrella* and *Koenenia*.

To give a more detailed account of the animal life in the Mangrove, on the coasts, in the coral-blocks etc. would be very interesting. This, however, must wait till the collections have been worked out.

On the 21<sup>st</sup> of March 1900 we left Koh Chang, and on the 1<sup>st</sup> of June we arrived at Copenhagen on S.S. «Cathay» of the East Asiatic Co.

I may now be allowed to express here my best thanks to the Danish Government and the Carlsbergfond for supporting the working out of the collections, and to the Royal Danish Society of Sciences for publishing the scientific results of the Expedition.

TH. MORTENSEN.



# THE DANISH EXPEDITION TO SIAM 1899-1900

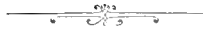
D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, 6. Række, naturvidensk. og mathem. Afd. XII. 2

---

## I. Gasteropoda opisthobranchiata

by

Dr. **R. Bergh**



**Kjøbenhavn**

Bianco Lunos Bogtrykkeri

1902



During the time from the 22th of Dec. 1899 to the 21st of March 1900 Dr. TH. MORTENSEN made a series of collections in the eastern part of the Gulf of Siam, from Koh Kong to Koh si Chang. Researches were made only from the coasts out to the depth of about 30 fathoms. The most important localities were the following:

The sound between Koh Chang and the mainland: the bottom being deep soft mud, very few animals were found there, but at the coasts (Lem Ngob) a varied fauna occurred, also *Nudibranchiata*, partly (*Doriopsis*) on the flat muddy shore, which was dry at low water, partly (*Idalia*) on the stones and rocks covered with algæ (*Acetabularia*) and oysters.

On the N., S. and W. coast of Koh Chang several *Nudibranchiata* were found on old coral-blocks at a depth of about 1 fathom (*Chromodoris histrio*, *Phyllidiella nobilis*, *Ph. pustulosa*).

At Koh Mesan and Koh Kam a very rich fauna occurred at a depth of ca. 5 fathoms: Echinoderms, Crustaceans, Mollusca etc.; the bottom was sand with algæ and phanerogamous plants (*Halophila*). A noticeable feature in this fauna made the numerous specimens of *Philine quadripartita*.

At Koh Chuen and Koh Kram some places at a depth of c. 30 fathoms gave a very rich harvest of Gorgonids, Echinoderms, Mollusca etc. The bottom was hard with small stones.

A little S. of Koh Tulu a single Nudibranch (*Thordisa maculigera*) was taken at a bottom of sandy mud with enormous numbers of dead shells, at a depth of about 10 fathoms. Off Tung Kaben another Nudibranch (*Melibe bucephala*) was taken at a bottom of sandy mud overgrown with the above named phanerogamous plant, *Halophila*, at a depth of about 6 fathoms. W. of Koh Kut, at a depth of about 15 fathoms, soft mud, some specimens of *Philine quadripartita* were found.

On floating Sargasso were found an *Aplysia* and a *Plakobranchnus*.

The list of *Opisthobranchiata* obtained through the expedition of Dr. MORTENSEN is the subsequent one:

### Tectibranchiata.

- Aplysia immunda*, BGH. n. sp.  
*Aplysiella unguifera* (RANG)?  
*Aplysiella incerta*, BGH. n. sp.  
*Aclesia ocelligera*, BGH. n. sp.
- Doridium lineolatum*, H. et A. ADAMS.  
*Atys naucum* (L.).  
*Philine quadripartita*, ASCAN. var. *Siamensis*.

### Ascoglossa.

- Plakobranchnus ocellatus*, VAN HASS.

### Nudibranchiata.

- Thordisa maculigera*, BGH.  
*Chromodoris histrio*, BGH.  
*Casella atromarginata* (CUV.).  
*Idalia plebeia*, BGH. n. sp.  
*Phyllidiella pustulosa* (CUV.).  
 — *nobilis*, BGH.  
*Doriopsis rubra*, KELAART.  
 — *nigra* (STIMPSON). var. *nigerrima*.  
*Doriopsilla pallida*, BGH. n. sp.
- Marionia chloanthes*, BGH. n. sp.  
*Bornella digitata*, AD. et REEVE.  
 — *excepta*, BGH.  
*Melibe bucephala*, BGH. n. sp.  
*Nossis indica*, BGH. N. Gen., n. sp.

- 
- Marsenia perspicua* (L.).

## *Tectibranchiata.*

### *Aplysiidae.*

#### *Aplysia* (L.).

#### *Aplysia immunda* BGH. n. sp.

Pl. I, Figs. 1—8.

One specimen was taken by Dr. MORTENSEN on February 17th 1900 at Koh Kahdat on a floating alga; on being set in spirit it poured out a carmine fluid from below the dorsal shield.

The length of this specimen was 17<sup>mm</sup>, the breadth 9<sup>mm</sup> and the height 8<sup>mm</sup>; the mantle-shield was 8<sup>mm</sup> long, the gill-slit 14<sup>mm</sup> and the gill 5<sup>mm</sup> long. The sole of the foot was 5<sup>mm</sup> broad. — The ground colour of the specimen was whitish, but partly oppressed through a dark-gray or gray colour, forming a network on the sides of the foot-lobes; in this network are again seen many round whitish spots. A similar colouring was found on the anterior part of the back and on the head. Some sparingly scattered black round spots formed a contrast to this colouring (fig. 1). The mantle (the dorsal shield) showed a similar, but much lighter, net-like colouring, also with scattered black spots; from the anterior margin of the mantle a median black band ran some way forward. The inside of the foot-lobes was also whitish, but with strong, black, sparingly communicating, perpendicular bands. The gill whitish. The sole of the foot light dirtily whitish.

The form was elongated. The lobes of the foot reached through two thirds of the length of the animal quite to the end of the body, and were, especially in the middle, rather high (3<sup>mm</sup>).

The shell was 8<sup>mm</sup> long, and of a breadth of 6<sup>mm</sup>; it was calcareous, but quite thin, and therefore it had been broken into several pieces.

The central nervous system, as in the typical *Aplysia*, showed the roundish cerebral ganglia, connected by a not quite short commissure; the pleural ones were of about the same size; behind these latter the pedal ganglia were found, more than twice the size of the others, and connected by a commissure, longer than the diameter of the ganglia.

The otocysts had a diameter of 0.12<sup>mm</sup>. Before the fore end of the gill was seen a longish, yellow spot (*Osphradium?*).

The plump *bulbus pharyngeus* had a length, height, and breadth of 3mm; the end of the radula-sheath projected rather strongly behind at the lower side of this pharyngeal bulb. The palatal hooks were yellowish, mostly somewhat bent, small staves of a length of up to 0.09mm, often somewhat swollen towards the point (fig. 2). The mandible plates were yellow, the anterior end brown, of a breadth of up to 0.6mm, formed of closely packed cylinders of a length of up to 0.12mm (fig. 3). The broad tongue with a yellow, glistening radula tapering to the fore end, and containing 22 series of tooth-plates; farther backwards in the sheath 12 series were found of which 3 were not fully developed; thus the total number of series was 34. In the series up to 15 lateral plates were found on either side of the median one. The plates were yellow; the breadth of the median plates was 0.18mm; the length of the five outermost lateral ones 0.06—0.08—0.09—0.13—0.15mm. The hook of the outermost plate but four (fig. 4) had a height of 0.08mm. The median plates were of the common form with the legs wide apart; the hook on the edges had (6—7) fine denticles, and at the base of these on either side 2 coarser denticles. The lateral tooth-plates (fig. 5) to the outermost ones had a strong hook with dentate margins, and at the base of the hook outward two larger and a few smaller denticles were found; at the base inward one denticle; the two outermost ones (fig. 6) were quite without hook, the following had a small hook.

The salivary glands were as usual, their tapering posterior end reached almost to the pylorus-region of the masticatory stomach.

The oesophagus was posteriorly dilated into an anterior stomach. The masticatory stomach had a diameter of 3.5mm; on its inside were seen in the usual way the (about 12) clear, pyramidal masticatory plates, most of which, however, were rather small. In the cardiac part of the posterior stomach two series of plates were seen, very much resembling the other, but very unequal as to size (fig. 7). The larger plates had a height of up to at least 0.5mm. — All the stomachs were filled with copious, feltlike contents, consisting of different, most filiform algæ.

The yellowish white, almost cylindric liver had a length of 8mm.

The penis was cylindric, 4mm long, with a strong retractor at the posterior end (fig. 8); the praeputium had a very strongly marked furrow on the inside; the glans, which stretched through two thirds of the length of the cavity of the praeputium, was almost cylindric and without any trace whatever of papillæ or hooks, neither were any such seen on the crown of the praeputium.

#### *Aplysiella*, P. FISCHER.

P. FISCHER, *descript. d'une espèce nouv. du genre Phyllaplysia*. Journ. de conchyl. 1872. p. 295—296.  
— , *man. de conchyliologie*. 1887. p. 567.



VAYSSIÈRE, rech. — sur les moll. opisthobr. I. *Tectibranches*. 1885. (Ann. du mus. d'hist. nat. de Marseille, II, 3). p. 71 (—75). pl. 3, fig. 70—76).

PELSENEERS, rech. sur divers *Opisthobranches*. 1894. p. 26. pl. 10, fig. 80—81.

Forma corporis fere ut in *Aplysiis* propriis, attamen nonnihil elongata, postice nonnihil latior, antice (capite et collo) angustior. Scutum palliale cum testa non desunt. Podarium non angustum.

Ganglia visceralia antice inter pleuralia sita.

1. *Aplysiella incerta*, BGM. n. sp.

Pl. I, Figs. 9—18.

One specimen of this form was taken together with *Dolabrifera unguifera* (see hereafter) on Febr. 17th, 1900, at Koh Kahdat.

Preserved in spirit the specimen had a length of 25<sup>mm</sup>, by a breadth of 13<sup>mm</sup>, and a height of 6<sup>mm</sup>; the length of the gill-slit was 7<sup>mm</sup>. The colour was dirtily yellow, on the back scattered black spots were seen; the short and thick gill, of a length of 5<sup>mm</sup>, was yellowish white; on the sole of the foot scattered yellow gray spots and numerous white dots were seen.

The form was as usual, in the general outline longish-oval; the foot-lobes were small, the right one overlapped the other, and the shell was quite covered; the gill was rather large. On the back small, rather thick cones of a height of up to 0·30<sup>mm</sup> were found sparingly scattered (fig. 9).

The shell (fig. 10) was horn-like, yellowish, not quite thin, of a length of 9·5<sup>mm</sup>, by a breadth of up to 8·5<sup>mm</sup>, only little bent, of the common form; the nucleal part was exceedingly small, the lines of growth were rather distinct.

The yellowish central nervous system (fig. 11) was upon the whole very similar to that of *Notarchus*. The cerebral ganglia which adjoin each other, were roundish, almost twice the size of the pleural ones; between the latter the two visceral ganglia were found, the right one closely adjoining the right pleural one, the left one connected with the left pleural one by a short connective; close behind the arch formed by the pleural and the visceral ganglia, the large, transverse-oval pedal ganglia are found, somewhat notched in the hinder end, and connected by a short commissure. The rather large buccal ganglia were connected by a short commissure; the short-stalked gastro-oesophageal ganglia were small (of a diameter of 0·08<sup>mm</sup>), roundish. The nerve cells had a diameter of at least up to 0·12<sup>mm</sup>.

The otocysts had a diameter of 0·10<sup>mm</sup>; they were closely filled with otoconia of a diameter of up to 0·016<sup>mm</sup>.

The buccal tube had a length of 2<sup>mm</sup>. The short-pyriform bulbus pharyngeus

had a length of 4<sup>mm</sup>, the radula-sheath projected behind at the lower side. The brownish mandible plates had a height (length) of 1<sup>mm</sup>, by a breadth of up to 0.28<sup>mm</sup>; their elements (fig. 12) which were a little bent, were angularly cylindric, of a height of up to 0.020<sup>mm</sup>, closely set. The palatal hooks (fig. 13) of the upper wall of the buccal cavity were of the common form, of a length of up to 0.065<sup>mm</sup>, yellowish. A countless number of glands were found everywhere on the walls of the buccal cavity. The powerful tongue had a glittering, brown radula; when spread out this latter had, together with the radula-sheath, a length of 3<sup>mm</sup>. In the radula which was anteriorly highly tapering, 32 series of tooth plates were found, in the sheath 12 developed series and 4 undeveloped ones; thus the total number of series was 48. In the hindmost series of the tongue about 68 lateral plates were found on either side of the median ones. The plates were yellow, only the outermost ones were colourless. The breadth of the median plates was 0.12<sup>mm</sup>; the height of the hook of the three outermost lateral ones was 0.05—0.055—0.06<sup>mm</sup>, and the height rose by and by to 0.08<sup>mm</sup>. The median plates (fig. 14) were of the common form, with highly spread legs; on either side of the point one somewhat stronger denticle and two smaller ones were found. The inner lateral plates were also of the common form (fig. 14) with two truncate hooks; on the outer edge of the first still two small denticles were found, on the following (5—6) ones only one denticle, which then disappeared, while the cleft between the hooks deepened, and these latter became longer (fig. 15); on the outermost plates only a trace of the cleft was found (fig. 16).

The salivary glands were 6<sup>mm</sup> long, whitish, somewhat thicker posteriorly, attached to the fore half part of the masticatory stomach.

The oesophagus was posteriorly developed into a proventricle showing strong folds with soft tufts. The masticatory stomach was short-pyriform, of a diameter of 3<sup>mm</sup>, very muscular and somewhat tendinous glittering; it contained the common, here slightly yellowish, pyramidal masticatory plates, arranged in the usual way, to a number of 12, of which 9 were large, of a height of up to 1<sup>mm</sup>. In the cardiac part of the posterior stomach some series of hooks were found (fig. 17); they were high, little stiff, almost colourless, very finely streaked longitudinally, straight or somewhat bent, truncate or pointed, and had a height of at least up to 0.55<sup>mm</sup>, by a diameter at the base of up to 0.12<sup>mm</sup>.

The dirtily brown liver had a length of 12<sup>mm</sup>, by a diameter of 4<sup>mm</sup>; it was conical.

The penis had a length of 4.5<sup>mm</sup>, by a diameter at the somewhat thicker upper end of 0.5<sup>mm</sup>; it was grayish; the praeputium was provided with fine longitudinal folds, and a stronger furrow; the glans was almost 1<sup>mm</sup> long, conical; at its base, as also at the top of the praeputium some few, not hard cones (fig. 18) of a height of up to 0.12<sup>mm</sup>.

2. *Aplysiella unguifera* (RANG)?

*Aplysia unguifera*, RANG. l. c. 1828. p. 52, pl. V, fig. 4—7.

*Dolabrifera unguifera*, GRAY, l. c.

Pl. I, Figs. 19—30.

One specimen of the form examined here was taken on Febr. 17th, 1900, at Koh Kahdat.

The animal, preserved in spirit, had a length of 12<sup>mm</sup>, by a breadth of up to 6<sup>mm</sup>, and a height of up to 4<sup>mm</sup>; the length of the gill-slit was 4.5<sup>mm</sup>. — The colour was whitish; on the back a few scattered black spots were seen, and here and there small whitish tufts with brown-gray, roundish bases; on the fore part of the back three such tufts were found in a longitudinal series. The marginal part of the foot-sole was finely dotted with gray. The gill was whitish.

The form was as usual. The left parapodium joined the shell closely, covering one half of it, while the right one lay almost exposed in the gill-slit, scarcely covered by the right foot-lobe which had a height of 2<sup>mm</sup>. The tufts of the back (fig. 19) had tubercles and short branches.

The shell (figs. 20, 21) had a length of 5<sup>mm</sup>, by a breadth of 3.75<sup>mm</sup>; it was flattened, only posteriorly at the nucleus a little hollowed (fig. 21), rather thin, but highly calcinated and firm; its contour was ovate, narrowing posteriorly, the right margin was posteriorly somewhat notched; the nucleal part projected upward in a knob; the lines of growth were rather strong.

The relations of the central nervous system were not to be determined. The otocysts had a diameter of 0.075<sup>mm</sup>, they were crammed with otoconia.

The bulbus pharyngeus was whitish, of a length of 1.5<sup>mm</sup>, the radula-sheath projected a little on the lower side posteriorly. The palatal hooks were as usual, of a length of up to 0.04<sup>mm</sup>, rising more or less obliquely (fig. 23). The yellowish mandible plates had a length of 0.55<sup>mm</sup>, by a breadth of up to 0.12<sup>mm</sup>; their hinder edge was a little convex, while the fore edge was a little concave, above and below they were rounded. The elements of the plates were closely set; their hook mostly bent upwards, forked, now and then somewhat irregular, of a height of 0.10<sup>mm</sup> (fig. 22). The tongue was as usual; in the slightly yellowish radula 17 series of tooth-plates occurred, in the sheath 12 developed series and 3 undeveloped ones; thus the total number of series was 32. In the series up to 30 lateral plates were found on either side of the median ones. The breadth of the median plates was 0.08<sup>mm</sup>; the height of the hook of the second lateral plate was 0.055<sup>mm</sup>, the heights of the 4 outermost plates were 0.04—0.06—0.08—0.10<sup>mm</sup>, and the height rose to 0.12<sup>mm</sup>; the colour of the plates was yellowish, the outermost ones were

almost colourless. The median plates (figs. 24, 25) were of the common form, with highly spread legs, the cutting edge had 2 strong denticles on either side of the median hook. Also the inner lateral plates (figs. 24—26) were of the common form; the first had an inner and an outer denticle besides the two truncate median ones; in the following plates only an outer denticle was found, and from the sixth or seventh plate (fig. 27) also this denticle was wanting; in the plates of about the outer half of the series the basal plate was shorter and the compressed hooks erect, rather straight, tapering; the outermost ones (fig. 28 a) decreased in size.

The salivary glands were as usual, rather long, reaching to the masticatory stomach, thin, rugged, whitish.

The hinder part of the oesophagus was developed into a first stomach. The masticatory stomach formed a short, highly muscular cylinder of a diameter of 1.6<sup>mm</sup>; the length was smaller than the breadth. The stomach showed the common two circles of pyramids; they were hyaline, almost colourless with a bluish tint, of rather irregular forms (fig. 29), of a height of up to 0.30<sup>mm</sup>, with the common, here scarcely slightly iridescent axial string.

The penis is long, as is also the glans penis; on the inside of the praeputium, as also, but more sparingly, on the glans, a not large number of rather soft cones (fig. 30) distributed into a few longitudinal series, were found, reaching to a height of up to 0.06<sup>mm</sup>.

For the present it must remain doubtful whether the present form is identical with the *Aplysia unguifera* of the Mediterranean described by RANG. The latter is of a greenish colour, and shows small round wartlets («verruculis rotundis»). Its shell is similar to that described above.

As mentioned above, the relations of the nervous system, i. e. the situation of the visceral ganglia were not to be determined, and so the fact is not certain, although probable, that the present form belongs to the *Notarchidae*. It will then have to be referred to the *Aplysiella*, which is likely to be identical with the *Dolabrifera*.

#### **Aclesia, RANG.**

*Aclesia*, RANG. Hist. natur. des Aplysiens. 1828. (p. 68) Pl. XX, XXI, XXII.

Notaeum sicut rhinophoria et tentacula villis majoribus simplicibus et compositis instructum; fissura branchiali brevi. Scutum palliale sicut testa desunt; branchia, ren et pericardium in cavitate branchiali libera (scuto non tecta). Podarium non angustum.

Ganglia visceralia antice, inter pleuralia sita. Penis conulis armatus.

The genus was established by RANG, and the plates XX—XXII have the name of *Aclesia*; in the text (p. 68) he has retracted the name, referring the species named in the plates to the genus *Notarchus* of CUVIER, where, however, they do not belong. The genus has mostly been adopted by the malacologists and conchylologists<sup>1)</sup> for forms like those originally given by RANG; but no more exact examination has hitherto been made.

The exterior of the *Aclesia* is characteristic by the simple or compound tufts or appendages scattered over the back, the rhinophores, and the tentacles; the gill-slit is quite short. Mantle-shield and shell are wanting, and accordingly the gill, the kidney, and the pericardium lie exposed (not covered by the mantle and the shell) in the gill cavity. The foot-sole is not narrow, the foot-lobes which surround the gill-cavity, are quite small.

The place of the visceral ganglia, as in the *Aplysiella*, but contrary to the case in the *Aplysia*, is far forward, between the pleural ganglia. The glans penis is armed with soft cones.

The *Aclesia* seem to belong to the warmer seas, and especially to those of the tropics.

*Aclesia ocelligera*, B&H. n. sp.

Pl. I, Figs. 31—38. Pl. II, Figs. 1—11.

Of this beautifully coloured form a single specimen was obtained on the 25th of Decbr. 1899 at Koh Chang.

This specimen had in spirit kept a length of 3<sup>cm</sup>, a height of 1<sup>cm</sup>, and a breadth of 1.2<sup>cm</sup>; the length of the rhinophores was 3<sup>mm</sup>, of the tentacles 3.5<sup>mm</sup>, and of the gill-slit 7<sup>mm</sup>. The foot was almost as long as the whole body, of which length the tail made 5.5<sup>mm</sup>; the breadth of the foot in its greatest length was 9<sup>mm</sup>, the breadth of the foot-brim 1.5<sup>mm</sup>. — The ground-colour was yellowish white, appearing here and there, especially on the fore part of the body, as small spots and narrow stripes, but mostly it is superseded by close-standing black points, which very often form small rings; between the rhinophores, as also on the gill-covers (foot-lobes) groups of somewhat larger black spots with a light halo are seen; such rings are also seen at the base of the tentacles. In the middle between rhinophore and tentacle a fine eye-spot is seen on each side, and along the side of the body a series (6—7 in all) of irregularly arranged eye-like spots, moreover 3—4 spots of the same kind on the gill-covers. These eye-like spots were round

<sup>1)</sup> The genus *Thalampus* of SWAINSON (A treatise of Malacology. 1840. pp. 250, 359) is often mentioned as being synonymous with *Aclesia*. The characters given by SWAINSON, are partly incorrect, and quite insufficient; the characteristic tufts on the back of the *Aclesia* are not at all mentioned.

or oval, with a largest diameter of 1.25—1.5<sup>mm</sup>, and showed the pupil whitish, framed inwardly by a brownish yellow ring, and outwardly by a somewhat broader, light ring. The tufts of the back were whitish, only at the hinder part of the back brown at their base. The nether lip of the marginal furrow of the fore end of the foot had fine transversal furrows perpendicular on the margin; in about the first third part of the foot-brim were found whitish small tubercles, in the other part whitish, narrow transversal furrows; the sole of the foot had numerous confluent grayish points and spots.

The intestines were nowhere to be seen from the outside, only the eyes might be seen indistinctly before and outside of the rhinophorium.

The form was the common one. The nether lip of the furrow of the tentacle projected somewhat lobately at the base; on the tentacles were seen several villi of the common kind, among which one was almost as long as the tentacle itself. Between the tentacles, at the fore end of the head, some small villi were found. On the rhinophores (fig. 33) these villi were feebler as on the tentacles; above on the forepart of the body they were almost wanting, while below towards the foot 1—2 series of such villi were seen. The seminal furrow was very conspicuous, yellowish white, almost flat. On the hinder part of the body (with the rudimentary foot-lobes (gill-covers)) were seen 4—5 irregular series of villi (with 7—8 villi in each series). These villi had a height of up to 1.5<sup>mm</sup>; they were simple, of a tapering conical form (fig. 31), mostly a little compressed, sometimes, especially the hinder ones, dividing into several ends, or compound (fig. 32). The gill-slit was narrow, wider at the fore end, the gill-cover rather thin. The foot of the common form, the foot-lobes very small; the convex anterior margin with projecting corners, the brim not quite narrow, at the margin smaller villi were seen, especially at the end of the mentioned transverse furrows; the tail had an only little conspicuous dorsal crest, also provided with villi. The wide gill-cavity (fig. 1) had a length of 11<sup>mm</sup> by a breadth of 8<sup>mm</sup>. On account of the wanting of a shell no mantle-plate was found in this cavity, but the organs were uncovered. Anteriorly the papilla of the vulva (fig. 10 f) was seen; it had a length of 1.5<sup>mm</sup>, was black dotted, curved, freely projecting, and slit in the right side. Behind this papilla the pericardium and the kidney were found; the former had a somewhat oblique position, and the right part of its upper surface was black spotted. To the right of the kidney the strong gill curved backwards; it was black spotted at the base of the upper surface, otherwise with transverse, dotted stripes; it had a length of 9<sup>mm</sup>, by a height of up to 4<sup>mm</sup>, and a thickness of up to 3<sup>mm</sup>; the lower side was yellow; half of it was not attached. To the left at the base of the gill the distinct reno-branchial opening was found. Behind the base of the gill and turned towards it the rectum was seen; it had a length of 3<sup>mm</sup>, was black dotted, and somewhat bent to the left; the end of the rectum projected as a free anal papilla (fig. 1 a). At the floor of the

gill-cavity was seen anteriorly outside of the vulva a white dotted, thin layer, the sub-branchial gland, while the bottom otherwise was black spotted, and showed the liver and two transverse windings of the intestine.

The central nervous system (fig. 2) was very similar to that of *Notarchus*<sup>1)</sup>. The cerebral ganglia somewhat lengthily joining each other, the pleural ones somewhat removed from the former and much smaller. Between the latter the two visceral ganglia were seen adjacent to each other; the right one of these ganglia was directly adjoining the (right) pleural one, while the left one was connected with the (left) pleural one by a distinct connective. The pedal ganglia (fig. 2 c), which were connected by a short commissure, were little smaller than the cerebral ones. The buccal ganglia were roundish, connected by a quite short commissure. — The nerve-cells reached to a diameter of up to 0.22mm.

The eyes had a diameter of 0.28mm; they were imbedded in the hypoderm, and were copiously provided with black pigment. The otocysts were attached to the pedal ganglia, of a diameter of 0.12mm, filled with not very numerous otoconia. The tufts of the upper surface of the animal (figs. 31, 32) were of the common structure of the skin, only with a much smaller number of pigment cells. The mentioned subbranchial gland showed closely packed globular gland-cells, mostly of a diameter of 0.08—0.16mm.

The buccal tube had a length of 1mm; it was externally gray, internally black dotted. — The bulbus pharyngeus was short pyriform, of a length of 4mm, by a breadth and height of 3mm, of a yellowish white colour, dark-gray in the region of the pharynx, the end of the thick radula-sheath projected posteriorly at the lower side. A great median stripe of the (blackish) palate was covered with irregularly close packed palatal hooks (figs. 34, 35). These hooks were horny, highly compressed, their hinder edge was somewhat thicker; along this edge they had a length of 0.06mm by a greatest height of up to 0.025mm, and the gradually rising hook continued in a short point turned towards the pharynx. The yellowish mandible plates were short reniform, of a breadth of up to 0.8mm formed of closely crowded, cylindrical elements (fig. 36) reaching to a height of up to 0.16mm, by a breadth of up to 0.025mm. The walls of the buccal cavity were black. The short and broad tongue was blackish, to which colour the shining yellow colour of the radula formed a strong contrast. The foremost third part of the radula seemed to be wanting (fig. 3), and the remainder was tapering anteriorly, and provided with much damaged plates. In the radula were seen 14 series of tooth-plates (counted at the outer edge), further backward in the short sheath (fig. 3 a) 8 fully developed ones and 3 not fully

<sup>1)</sup> A. VAYSSIÈRE, rech. — sur les moll. opisthobr. I. *Tectibranches*. (Ann. du musée d'hist. nat. de Marseille. Zool. II, 3). 1885. pp. 91–97. pl. 4, figs. 94, 95.

developed, so that the total number was 25. There appeared to be up to 25 lateral plates in the series on either side of the median one. The plates were yellowish; the breadth of the median one was 0.20mm, the height of the hook of the inmost lateral ones was 0.10mm, and rose gradually to 0.18mm, whereupon it decreased towards the end of the series; the height of the outmost but one was 0.14mm, that of the outmost one 0.10mm. The median plates (fig. 4 a, 7) were of the kind common in related forms, and showed rather spread legs connected by a thinner part; the pointed hook of the highly recurved fore edge was dentate, and on either side of this hook (3—) 4 denticles were seen. The three inmost lateral plates (fig. 5) were more clumsy, and the hook of these plates was lower; the inmost one (fig. 5 a) had on the inner edge one, one the outer edge 1—2 denticles; the following ones had no denticles inwardly, but 2—3 outwardly. On the following 3 (—4) lateral plates (fig. 4 b) two denticles were found on the hook; the following ones (fig. 8) had only one denticle, and on about the ten outermost ones no denticles were found (fig. 37, 8).

The whitish salivary glands had a length of 5mm; they were slender (fig. 9 b), covered with fine tubercles, and reached to the middle of the stomach, one was attached above the cardia, the other below the same to the right.

The oesophagus was whitish, of a length of 3mm, a little wider at the cardia (fig. 9 a). The stomach (fig. 9 c) was somewhat irregularly globular or short pyriform, of a length and a diameter of 5mm; the foremost part of it was somewhat thin-walled, while the posterior, more yellow part was very muscular and thick-walled. On the inner side of the latter part were found 8 larger and about 12 smaller stomach-plates in two circles displaced among each other. These plates were, as it were, pyramidal, somewhat bent; their base had a diameter of up to 2.5mm, was egg-shaped, angular-roundish or -oval; their height was smaller than the base, they were tapering to the top, or ended in a little angular flat, were of a cartilaginous firmness, translucent bluish, and showed the common, finely iridescent axial or subaxial column. In and at the pylorus of the posterior stomach, which had a length of about 1.5mm, several series of smaller stomach-plates were seen; they were lower, conical, not so hard as the above mentioned, and their base had a diameter of up to 0.25mm. — The intestine (fig. 9 f) rising from the pylorus of the posterior stomach, was to begin with scarcely thicker, of a diameter of 2mm, in the other part somewhat thinner; the first part of it was situated in a furrow of the right side of the fore end of the liver, then it turned to the left covered by the liver, appeared next at the left side of the liver, bent forward, left the upper edge of the fore end of the liver to the right, turned again to the left covered by the liver, appeared again backwards at the left edge of the liver, at the posterior end of which it formed a large winding, and rose to the anal papilla (fig. 1 c, 9 g). The whole length of the intestine was about 5.5cm., by a dia-



meter of 1—2<sup>mm</sup>. On account of its rather copious contents the intestine was of a blackish gray colour. These contents consisted of a large number of fine and very fine particles of sand mingled with a vegetable substance.

The yellowish liver whose colour made a contrast to the windings of the intestine, had a length of 12<sup>mm</sup>, by a breadth of 6·5<sup>mm</sup>, and a height of 7<sup>mm</sup>; it was almost sausage-shaped (fig. 9 dd), and by the windings of the intestine it was divided into a number of longer or shorter lobes united with each other. Anteriorly and to the right beside the intestine a little biliary cavity was found, which had several openings at the top, opening close at the pylorus of the posterior stomach; beside this cavity a little, bent diverticulum was found, closely attached to the liver (biliary bladder?).

The pericardium (fig. 1 b) was large, of a short-oval form, of a length of 7<sup>mm</sup>, by a breadth of 5<sup>mm</sup>; at the hinder edge to the left the pericardio-renal aperture was found. At the right edge of the pericardium, and closely attached to it (fig. 1), the above mentioned, curved, lengthy organ (osphradium?) was resting; it was black pigmented on the outside, while on the lower side close-standing, round, whitish tubercles were seen of a diameter of up to 0·30<sup>mm</sup>; the nature of which was not to be more exactly determined. On the lower side of the organ towards the outside a ganglion (osphradial?) was seen, likewise of a diameter of 0·30<sup>mm</sup>. The ventricle of the heart (fig. 1 b) had a length of 2<sup>mm</sup>; at the arcus aortae (ant.) a little crista was found with folds on the inside.

The yellowish white kidney (fig. 1 a) had a length of 8<sup>mm</sup> with a curved left edge; its anterior concavity encompassed the posterior and left half of the edge of the pericardium, while the posterior concavity adjoined the gill. The structure was the common one; concretions were not found in any great number.

The yellowish white hermaphrodite gland was situated at the hinder end of the liver; it was irregularly globular, of a diameter of 3·5<sup>mm</sup>, of the common structure; in the round lobes ripe oogene cells and zoosperms were scarcely found. The thin, white duct of the hermaphrodite gland (fig. 10 a) wound between the lobes of the liver to the anterior genital mass and farther along the upper and inner edge of this mass. This latter yellowish white mass (fig. 10 b) was somewhat compressed, of a length of 2·2<sup>mm</sup>, and below at the right side it showed the finer windings of the albuminous gland; on its upper side the small pyriform spermatocyst was found. This mucous-albuminiparous gland continues in a cylindric tube of a length of 4<sup>mm</sup>, which tube is divided into two parts by a strong fold or partition-wall through its whole length. The tube, the spermoviduct, ends in a large vulvar papilla (fig. 10 f), of which the upper part projects digitately, split into two half parts of unequal size, while the nether part receives the duct of the spermatheca. This latter (fig. 10 e) appears before the ventricle of the heart resting on the hinder end of the masticatory stomach, as a clear, colourless, globular bladder of a

diameter of  $1\text{mm}$ , the duct being twice the length of the bladder<sup>1</sup>). — The bag of the penis had a length of  $5\text{mm}$  by a diameter at the upper end of  $1.2\text{mm}$ , and was tapering anteriorly; the anterior half was black pigmented; at the hinder end a strong retractor (fig. 11 a) was attached, and below the middle another one. The inside is also black dotted, and shows fine longitudinal folds, among which one stronger than the others continues to the conical glans that has a length of  $0.40\text{mm}$ . At least the base of the glans as also the top of the praeputium show close standing, soft cones (fig. 38) of a height of up to  $0.2\text{mm}$ . (No chitinous covering was found).

A later obtained specimen, taken Decr. 30<sup>th</sup> 1900 on the coast of Lem Ngob had a length of  $18\text{mm}$ , by a height and breadth of up to  $7\text{mm}$ ; the gill-slit had a length of  $2.5\text{mm}$ , the height of the dorsal tufts was up to  $4\text{mm}$ , the breadth of the sole of the foot was almost  $4.5\text{mm}$ . The colour was as above.

The form as above, the only difference being that as well the tentacles as the rhinophores (fig. 33) were highly provided with tufts; the number of the series of the dorsal tufts seemed smaller (3—4), and the tufts (fig. 32) were much more complicated. The length of the gill-cavity was  $6\text{mm}$ , the gill was  $5\text{mm}$  long by a height of  $2.5\text{mm}$ ; the anal papilla which was also bent anteriorly, had a length of  $2\text{mm}$ ; the vulvar papilla scarcely projecting, with a simple slit.

The bulbus pharyngeus of a length of  $2.5\text{mm}$ , quite as above, as also the palatal hooks and the yellow mandible-plates. The tongue showed 15 series of tooth-plates, in the sheath were found 7 fully developed ones and three not fully developed; thus the total number of the series was 25. In the series, on either side of the median plate, up to 19 lateral plates were seen. The median plates did not quite correspond with those of the other specimen; their legs were less widely spread, and so the breadth was only  $0.16\text{mm}$ ; on either side of the hook only one denticle was found, and outside the hook three denticles were seen (fig. 7). The first lateral plate had on the outside three denticles (fig. 7). The form of the outermost tooth-plate was very much varying (fig. 8), its height was  $0.02$ — $0.04\text{mm}$ , the next one was already  $0.07\text{mm}$  high, and the following  $0.10\text{mm}$ . The two outermost ones had no denticle, the third showed an indication of such a one, and the ninth or tenth (counted from the outside) had two denticles.

The oesophagus of a length of  $3\text{mm}$ . The stomach as above, the diameter of the masticatory stomach  $2.5\text{mm}$ .

---

<sup>1</sup>) The anterior genital mass appears to be very similar to that of *Notarchus punctatus*, as shown by GUIART (*Gasterop. opisthobr.* Mém. de la soc. zoolog. de France. XIV. 1901. p. 155, Fig. 95).

## Doridiidae.

**Doridium**, MECKEL.*Doridium lineolatum* (H. & A. ADAMS).

*Aglaia lineolata*, H. et A. ADAMS. The genera of recent moll. II. 1858. p. 27. III. Pl. 58, fig. 4.

Pl. II, Fig. 12.

The here examined form seems to be identical with the one figured (originally) by ADAMS, which was taken «von Gould in Australien». To these words and a figure is confined what is hitherto known of the animal.

The only (soft) specimen kept in spirit, was taken by Dr. MORTENSEN on the 6<sup>th</sup> of Febr. 1900 to the north of Koh Kam at a depth of 5 fathoms on sandy bottom. The length is now 6<sup>mm</sup>, by a breadth of 4<sup>mm</sup>, and a height of 3.2<sup>mm</sup>. — The back (fig. 12) was covered with not quite narrow, brownish gray transverse lines, sometimes dividing and anastomosing, and alternating with similar whitish ones; the outside of the foot-lobes showed similar gray transverse lines, only a little lighter, and still lighter were those on the sole of the foot. The fore-end of the head was whitish, but the edge black, which latter colour was also found on the lower side of the hinder wings. The sides of the body were whitish, dotted with brownish gray, and the upper side of the foot had the same colour. The gill, the vulva, and the seminal furrow on the contrary were white.

The form was the one common in the *Doridiidae*. The fore shield was somewhat longer and a little narrower than the hinder shield; the not thin lateral edges somewhat loosened, the hinder one a little more; eyes were scarcely to be seen. The hinder shield was posteriorly broader, its lateral margins, especially the right one, more conspicuous; the shield passes posteriorly in the median line into the lower side of the body proper, and either of its lateral parts forms a wing-like lobe downwards projecting, with the point turned somewhat inwardly, and somewhat concave on the inside; the right lobe was somewhat larger than the left one. The shields were quite even. The sides of the body were as usual; the gill-cavity which was overhung by the hinder shield, was as usual, and so was also the large gill that was turned downward. The foot was as usual; its even lobes running along its whole length, were rather thick, not high; the whole hinder part of the body rests on the large, broad, freely projecting tail.

The shell, as far as it might be judged, was of the common form, the right end of the large winding projected rather far into the right dorsal lobe; the shell seemed to be calcinated to a great extent, and was very fragile.

The intestines were nowhere to be seen from without.

The central nervous system that encompassed the fore end of the bulbus pharyn-

geus, was the common one, showing all the roundish ganglia, also the genital ganglion was as usual. — The otocysts that were prominent like a watch-glass, had a diameter of 0.10mm, and were highly filled with small otoconia of the common kind.

The bulbus pharyngeus was almost 1mm long, more lengthly than usual. The sativary glands were as usual. The liver was black.

In the lobules of the hermaphrodite gland ripe sexual elements were found. The mucous-albuminous gland was also long and refolded, whitish and yellow. The penis as usual. The prostata seemed to be unicornous.

### Bullidae.

#### Atys, Montf.

*Atys*, *Montf.* CONCHOL. system, II. 1810. pp. 342—344.

— — A. ADAMS, monogr. of the fam. Bullidae. Sow., thes. conchyl. II. 1855. pp. 557, 584—585.

— — R. BERGH, malakol. Unters. IV, 3. Bullacea. 1901. pp. 257—261.

Animal testa omnino retractile. Testa solida, periostraco obtecta, globosa vel magis elongata, spiraliter striata, spira non prominenti; apertura longa, ampla, antice paulum latior, columella antice plicata; labium externum antice et postice productum.

Clypeus frontalis postice bilobatus, supra oculis conspicuis; rhinophoria plicaeformia; epipodia sat fortia.

Mandibulae ovales, e columnis angulatis compositae. Radula multiseriata; dentes mediani latiores; laterales non numerosi, hamati; formula radularis  $\infty - I - \infty$ . — Ventriculus masticatorius laminis tribus illis Haminaearum subsimilibus instructus.

Penis fortior sacco supplementario et prostata praeditus.

#### *Atys naucum* (L.).

*Bulla naucum* L. Syst. nat. ed X. T. I. 1758. p. 726.

— ed. XII. T. I, pars 2. 1767. p. 1183.

*Atys naucum* L. REEVE, conchol. ic. XVII. 1869. Atys. Pl. I, Fig. 1 a—c.

— — L. KOBELT, l. c. Bulliden. 1896. pp. 13—15.

— — L. R. BERGH, l. c. 1901. pp. 259—261. Taf. XX, Fig. 13—21.

Pl. III. Figs. 20—23.

One single specimen of this form was taken on Febr. 13<sup>th</sup>, 1900 to the north of Koh Kahdat on a depth of 4—5 fathoms; the bottom was coarse sand.

The animal was quite retracted in the shell, and rather hardened. The shell had a length of 33mm, by a breadth of up to 23mm, and a height of up to 20mm; it was of

only little thickness, white, but appeared grayish yellow on account of the thin yellowish cuticle.

The form was not to be determined; at about the middle of the length of the frontal shield the black eyes shone through not far from each other. The arcuate gill was 11<sup>mm</sup> long by a breadth of 3·5<sup>mm</sup>, and a thickness of up to 3·5<sup>mm</sup>; the number of leaf-fascicles on either side was about 18; about the last fourth part of the gill was freely projecting.

The central nervous system was like that of the specimen before examined by me, and so was also the case with the eyes and the otocysts.

The length of the buccal tube was 2<sup>mm</sup>. — The bulbus pharyngeus had a length of 3·5<sup>mm</sup>, by a breadth of up to 3<sup>mm</sup>, and a height of up to 1·5<sup>mm</sup>. The yellowish brown mandible plates (fig. 20) were separated above and below by a little interval; above they were rather broad and rounded, somewhat tapering below, almost 1<sup>mm</sup> long; their rather straight fore edge was finely dentate; the elements (fig. 21) formed, from behind forward about 30 quincuncial oblique series, and were somewhat bent, angular columns of a height of about up to 0·14<sup>mm</sup>; their upper end was dentate. The tongue was strong; the yellow, tapering radula contained 38 series of tooth-plates, the 13 foremost of which were incomplete; in the radula-sheath were further found 24 series, 3 of which were not fully developed; thus the total number of series of tooth-plates was 62. In the series up to 25 lateral plates were found on either side of the median one<sup>1)</sup>. The basal piece of the plates was yellow, otherwise they were almost colourless. The breadth of the median ones was 0·07<sup>mm</sup>, the height of the lateral ones up to 0·14<sup>mm</sup>. The median plates (fig. 22 a) were small, rather broad, with rather broad hook. The lateral plates with rather broad basal part refolded at the edge, and rather higher and slenderer hook rounded at the end; they had all, also the innermost ones (fig. 22), smooth edges.

The salivary glands were whitish, of a length of 11<sup>mm</sup>, reaching to the masticatory stomach, thin, tapering in the foremost half-part, and covered with fine tubercles.

The oesophagus of a length of 9<sup>mm</sup>, with a swelling before the cardia. The masticatory stomach of the common form had a length and breadth of 6<sup>mm</sup>. The highly curved, beautiful masticatory plates had a length of 3·5<sup>mm</sup>; the upper part of the body had a beautiful, chest-nut colour, inside the margin was seen an iridescent blue band, and the surface, as before described, was furrowed; the lower part of the body was as usual, transparent, yellowish gray. The short part behind the masticatory stomach without any widening. The greater part of the intestine was extended to a diameter of

<sup>1)</sup> In the specimen formerly examined by me (l. c. p. 260) the number of series of tooth-plates was 70 (44 + 26), the number of lateral plates on either side of the median one 20.

1<sup>mm</sup> by an animal, brown and gray substance which was not to be determined. — The liver was reddish yellow.

The hermaphrodite gland situated backwards on and in the liver, was, as to colour, scarcely to be distinguished from the latter. The lobes of this gland were, at least great part of them, differentiated as masculine and feminine ones. The hermaphrodite duct was long, strong, and formed several windings; its fore part was much thinner. The anterior genital mass was longish, with several constrictions; it projects below, as often by the *Bullacea*, in a continuation of a length of 5·5<sup>mm</sup>, which was flattened, and through which ran a longitudinal furrow; at the hinder end the yellowish white albuminous gland with quite fine gyri. Near the latter gland the globular seminal bladder of a diameter of 3·5<sup>mm</sup> opened by means of a rather short duct. The spermoviduct had the common partition wall; the strong vulvar papilla had a brownish aperture<sup>1)</sup>. The strong penis had a length of 9<sup>mm</sup>; at its compact upper end a strong retractor was attached; the thick-walled prostata of a length of 6·5<sup>mm</sup> empties by means of a not short duct into the cavity of the praeputium, and not far from this duct the curved appendicular bag of a length of 4<sup>mm</sup>; above in the praeputial cavity the glans of a length of 2·5<sup>mm</sup> projects freely, and through it runs a strong longitudinal furrow<sup>2)</sup>.

### Philine, Asc.

#### *Philine quadripartita*, ASCAN.

Dr. MORTENSEN has in February and March 1900 obtained, on muddy bottom at a depth of 5 fathoms to the north of Koh Kam, and on sandy bottom at a depth of 15 fathoms to the west of Koh Kut in the Siam Sea, in all 21 specimens of a *Philine*, probably identical with the typical one.

The specimens had a length of 1·3—3·3<sup>cm</sup>. Their colour was transparently milk-white or yellowish white, with exceedingly fine white dots, and the intestines were to be distinguished from without, quite as in the typical form. Also the form was the same, only the hinder end of the foot-lobes was rather constantly somewhat produced backwards.

The three largest (more exactly examined) specimens had a length of 3 and 3·4<sup>cm</sup>, by a breadth of respectively 2·2 and 2·8<sup>mm</sup>, and a height of 7<sup>mm</sup>; the length of the fore shield was 1·4 and 1·6<sup>cm</sup>, that of the hinder shield 1·6 and 1·8<sup>cm</sup>; the foot-lobes had a breadth of up to 1<sup>cm</sup>, only loosened in the edge, the foot a length of 2—2·2<sup>cm</sup>. — The

<sup>1)</sup> Comp. R. BERGH, malacolog. Unters. VI. 1902. Taf. XXVIII, Fig. 1.

<sup>2)</sup> Comp. l. c. VI. 1902. Pl. XXVIII, Fig. 2, 3.

shell was quite as in the typical species, of a length of 1.6—1.8<sup>cm</sup>, by a breadth of 1.2—1<sup>cm</sup>.

The *bulbus pharyngeus* had a length of 3.35—3.5<sup>mm</sup>, with a backward somewhat projecting radula-sheath. The radula was brownish yellow. In the radula were found 13, 15, and 16 series of tooth-plates, in the sheath 10 and 9 such, and thus the total numbers of series were 23, 24, and 25. The length of the plates (measured in a straight line) was 0.7<sup>mm</sup>, the colour was light yellow; the number of the denticles was nearly 100. — The salivary glands quite as in the typical species.

The length of the masticatory stomach was 9—11.5<sup>mm</sup> by a breadth of 5.5—6.5<sup>mm</sup>. The stomach plates were of the common form, also violet on the outside, or more brownish with a whitish middle part, and with the common two small holes; now and then calcified globules were also found here on the outside of the stomach plates. — In the cavity of the stomach shells and shell-pieces of a bivalve were found in an indeterminate animal mass mingled with grains of sand.

The bag of the penis had a length of from 2.5 up to almost 3<sup>mm</sup>. The prostata formed, as in the typical form, a large ball of windings, mostly of a diameter of 0.018<sup>mm</sup>; the small globular gland as above. The hammer-shaped glans had (in all three specimens) longer legs than that of the typical species, and its sheath was longer and bifurcate.

This latter circumstance seems rather different from that of the typical form, but on the other hand it is scarcely sufficient to justify an establishing of a new species. The number of species already established on the variations of the shell, is sufficiently large<sup>1</sup>).

<sup>1</sup>) A. series of species given as new ones, is found in the literature from the Indo-China sea:

*Philine argentata*, GOULD. Proc. zool. soc. VII. p. 139.

— *acutangula*, A. ADAMS. Ann. mgz. n. h. IX. p. 161.

— *japonica*, LISCHKE. Japan. Meeresconchylien. III. 1874. p. 77. Taf. V. Fig. 13—14.

*Ph. striatella*, Tapp. Canefri. Zool. del viaggio—Magenta. Malacologia. 1874. p. 109. Tav. II. Fig. 9.

— *scalpta*, A. ADAMS. Ann. mgz. n. h. IX. 1862. p. 160.

— *crenata*, AD. l. c. p. 169.

— *striolata*, AD. l. c. p. 160.

— *coreanica*, AD. Sow. thes. II. 1855. p. 601. Pl. 125, Fig. 166.

— *vitrea*, GOULD. Proc. Boston Soc. VII. 1859. p. 139.

( — *caurina*, BENSON. Journ. As. soc. XXIV. 1856. p. 128.)

And the following from the Australian Sea:

*Philine orientalis*, AD. Proc. zool. soc. 1854. p. 672.

— *angasi*, GROSSE et FISCHER. J. de conchyl. 1865. Pl. 2, F. 8.

and from the Red Sea:

*Philine erythraea*, AD. Proc. zool. soc. 1872. p. 11.

— *Vaillantii*, ISSEL. Malacol. del Mar rosso. 1869. p. 166.

## *Ascoglossa.*

### *Plakobranchus*, van HASS.

- R. BERGH, malacolog. Unters. Heft. III. 1872. p. 145—174. Taf. XVII—XX. — IV. Abth. 2. 1900. p. 206—208.  
 — , neue Nacktschnecken d. Südsee. I. Journ. d. Mus. Godefroy. Heft. II. 1873. p. 12—15. Taf. IX,  
 Fig. 5, 6; Taf. X, Fig. 22—25; Taf. XI, Fig. 3—6.

### *Plakobranchus ocellatus*, van HASS.

- Pl. ocellatus*, van HASS. Allg. Konst-en-Letter-Bode voor het jaar 1824. I. Deel, No. 3. p. 24—35.  
*Pl. argus*, BERGH, l. c. 1872. p. 151—165. Taf. IX, Fig. 6—9; Taf. XVII, XVIII.

Pl. II. Figs. 13—14.

At Koh Kahdat, on Febr. 19<sup>th</sup> 1900, was fished a specimen creeping on sargasso.

This specimen had in spirit kept a length of 15<sup>mm</sup>, by a breadth of 6·5<sup>mm</sup>, and a height, with the lobes raised, of 4·5<sup>mm</sup>. — The colour all over the back and on the inside of the foot-lobes was white; at the fore end of the pericardial protuberance and still more numerous at the fore part of the back, small reddish yellow eye-spots were seen with light centra; also the sole of the foot was white with rather numerous, spread, small and quite small, round black spots. The furrow of the (highly contracted) tentacles, and the fore edge of the head were black, and above the edge a series of (4) somewhat larger, black eye-spots were seen. At the edge of the dorsal lobes a series of (16—17) similar black eye-spots were seen, and the other parts of the outside of these lobes were covered with small reddish yellow eye-spots which imparted to the whole region a reddish yellow colour.

The form was as usual. The eyes which are situated beside each other, were indistinctly transparent in the neck. At the pericardio-renal, median protuberance the foremost smaller part containing the ventricle of the heart, was rather strongly separated from the hindermost part with the auricle and the kidney. Not far from the right edge of the pericardium the small whitish anal papilla was seen; more backward the renal pore appeared. The dorsal folds and the folds on the inside of the dorsal lobes were as usual, neither did they reach quite to the end of the body. The number of folds before the middle of the body was about 43. Immediately at the base of the right tentacle the male genital aperture was seen.

The central nervous system showed, as before described, the roundish cerebro-pleural ganglia and the pedal ganglia, as well as the (3) visceral ones situated between the latter: on each side a smaller one, and between these a larger one (gangl. azygum). — The eyes that are situated close to each other, had a diameter of 0·16<sup>mm</sup>; as before men-



tioned they contained a more yellowish lens and a colourless vitreous corpus. The otocysts had also a diameter of 0.16<sup>mm</sup>, the globular light yellowish otolith a diameter of 0.10<sup>mm</sup>.

The buccal tube whose fore end was surrounded by a strong glandular layer, had a length of 0.75<sup>mm</sup>. The small, scarcely 1<sup>mm</sup> long, bulbus pharyngeus which was enclosed by thick glandular masses, was of the common form, with the common transverse half-rings on the dorsal side; posteriorly it was provided with the common, semilunar, solid, somewhat flattened, crop-like process; below the globular radula bag was found. The bulbus pharyngeus as usual chiefly formed by the large muscular mass of the tongue. The upper series of tooth plates contained 7 developed plates and one undeveloped one; in the lower series 7 plates were found in a row, and the radula bag (the diameter of which was 0.26<sup>mm</sup>) contained a very large number. The slight yellowish tooth plates were of the common form, the hooks on each side mostly provided with 11—12 short, blunt denticles (fig. 13).

The globular follicles of the hermaphrodite gland contained ripe sexual elements. The penis bag had a length of 1.2<sup>mm</sup>; the glans was provided with an almost cylindric, slightly curved prickle, which only at the base was yellowish; it had an oval opening at the end which, as it were, was obliquely cut off (fig. 14).

Since the figure made by von HASSELT of his *Plakobranchus ocellatus*, has been published<sup>1)</sup> (the original specimen is wanting in the museum of Leyden), there can scarcely be any doubt that the *Pl. argus*, more exactly examined by me, is specifically identical with his species. The colour of this form appears to be varying to a high degree, and several forms (*Pl. ianthobaptus*, GOULD; *Pl. gracilis*, PEASE; *Pl. variegatus*, PEASE; *Pl. camiguinus*, B<sub>GH.</sub>, and perhaps still more) that have been established as species, are likely to be only varieties of locality and colour.

The form examined here, corresponds, with regard to the prickle of the penis, perfectly with the *Pl. argus*.

---

<sup>1)</sup> R. BERGH, die van Hasselt'schen Nudibranchien. Notes from the Leyden Museum. IX. Note XLIII. 1887. p. 311. Taf. 6, Fig. 5.

## *Nudibranchiata.*

### *N. holohepatica.*

#### **Dorididae.**

#### Dorididae cryptobranchiatae.

#### **Thordisa, BGH.**

#### *Thordisa maculigera* BGH.

*Th. maculigera*, R. BERGH. Malacolog. Unters. Heft. XII. 1877. p. 540—542. Taf. LXI, Fig. 19—24; Taf. LXII, Fig. 1—2.

*Doris villosa*, ALDER and HANC. Notice of a coll. of nudibr. moll. Trans. zool. soc. of London. V, 3. 1864. p. 119, Pl. XXXIII, Fig. 1.

Pl. II, Figs. 18—21.

One specimen of this form was taken on Febr. 9<sup>th</sup> 1900 two miles south of Koh Tulu, at a depth of 10 fathoms, on a bottom of mud mixed with sand.

This specimen had in spirit kept a length of 22<sup>mm</sup> by a breadth of 15<sup>mm</sup>, and a height of 5<sup>mm</sup>; the height of the retracted rhinophores was 2<sup>mm</sup>, that of the retracted gill 2·5<sup>mm</sup>; the breadth of the mantle brim was mostly 5<sup>mm</sup>, that of the foot 3·5<sup>mm</sup>, the greater part of which belonged to the foot brim; the length of the tail was 2·5<sup>mm</sup>. The consistency was not hard, a little stiff. — The ground colour of the animal was yellowish. On the back were found numerous scattered brownish gray dots, often forming small groups, especially on the back proper; on the mantle brim larger gray spots were seen most of which were furnished with the mentioned dots; the club of the rhinophores was brownish red, the gill leaves brownish gray on the outside, yellowish on the inside. The lower side of the mantle brim showed scattered, quite small and small, black dots, and so did also the foot brim; beside the edge of the mantle several larger spots formed by the confluence of smaller ones, were found. — Above the liver shone through with a grayish colour.

The animal was flattened to a rather high degree, the contour oval, the mantle edge bent in a somewhat undulating manner. The back was everywhere covered with very numerous small globular tufts, which were also seen at the roundish openings of the rhinophores and the gill. The club of the rhinophores had about 30 leaves and a white end papilla; the gill showed 6 tripinnate leaves, behind the gill the whitish, almost sub-central truncate anal papilla. The lower side of the mantle brim was smooth. The short tentacles, as it were, refolded at the top. The foot narrow, with a short tail.

The central nervous system as usual, each of the cerebro-pleural ganglia

showed a distinct separation of their two parts, the roundish pedal ones were somewhat larger than each of these parts. The commissures were rather short. The olfactory ganglia were almost sessile, of a flattened bulb-shape, the buccal ganglia with a short commissure.

The eyes were almost sessile, of a diameter of  $0.18\text{mm}$ . The otcysts (statocysts) of a diameter of  $0.08\text{mm}$ , closely filled with otoconia of the common kind. The leaves of the rhinophores were made stiff in the common way. The skin (of the back) contained a numberless multitude of the common long spicules partly with crumbling content, partly hardened in a glass-like manner, which also rose in the tufts; their diameter rose to  $0.04\text{mm}$ .

The short, clumsy bulbus pharyngeus had a length of  $2.5\text{mm}$ , by a breadth and thickness of  $2\text{mm}$ ; the strong, downwards bent radula sheath which projected on the lower side, was almost of the same length as the bulb. The labial disk was covered by a strong cuticle. The yellowish radula of the strong, rather broad tongue contained about 20 series of tooth plates, in the radula sheath were found about 30 series, so the total number of series of tooth plates was about 50. On either side of the quite narrow rhachis about 45—50 lateral plates were seen. These plates were yellowish, of the common hook-shape; the length of the basal plate was about  $0.14\text{mm}$ , the height of the hook about  $0.12\text{mm}$ ; the heights of the hooks of the six outermost ones were  $0.05$ — $0.06$ — $0.075$ — $0.08$ — $0.12\text{mm}$ . The tooth plates (figs. 18, 19) were of the most common hook-shape; the innermost ones were upon the whole somewhat smaller; else they kept the same size almost to the end of the series, where the basal plate was shortened and at last quite reduced, while in the six last ones the feeble hook-point, as it were, was dissolved into a little flat brush (fig. 20); the seventh plate, again, had the common hook-shape.

The salivary glands were small (about  $8\text{mm}$  long), thick, brownish; the efferent duct scarcely shorter than the gland.

The oesophagus had a length of  $3\text{mm}$ ; the almost globular stomach had a diameter of  $4\text{mm}$ ; the intestine which issued backward from the upper side of the stomach, and ran in a curve to the anal papilla, was  $8\text{mm}$  long. — The posterior visceral mass was a little flattened, of a length of  $8\text{mm}$ , by a breadth of  $5\text{mm}$ ; anteriorly it was broader, with a cleft for the stomach, on the lower side to the right it was somewhat more flattened by the anterior genital mass, chiefly formed by the yellowish brown liver; on the left side of the stomach the yellowish biliary bladder projected with a facet of a diameter of  $0.4\text{mm}$ .

The ventricle of the heart had a length of  $0.9\text{mm}$ . The brownish blood gland situated before the central nervous system, was flattened, of oval contour, with the point forward, of a length of  $2\text{mm}$ . The pericardio-renal organ (the renal syringe) situated to the right beside the base of the auricle, had a length of  $0.8\text{mm}$ .

The thin layer of the hermaphrodite gland as usual; the efferent duct which issued

to the right from the fore end of the gland, formed a not long grayish ampulla. The compressed, yellowish anterior genital mass had a length of 4<sup>mm</sup>; the mucous-albuminous gland was small; the seminal bladders as usual (fig. 21). The seminal duct was not long; it consisted as usual of a prostatic and a muscular part; the penis had a length of 1·5<sup>mm</sup>, the greater part of its cavity was occupied by the unarmed glans of a length of 1<sup>mm</sup>, through which the continuation of the seminal duct ran to the point, somewhat wider in the latter part.

The form here examined was *Thordisa maculigera*; if, as may be possible, it should turn out to be identical with the *Doris villosa* of ALDER and HANCOCK, it will have to assume the latter specific name.

Dr. MORTENSEN took somewhat later at Koh Mesan on stony bottom at a depth of 10—15 fathoms another specimen, somewhat smaller, and with the larger marginal spots more black.

#### Chromodoris, ALD. et HANC.

##### *Chromodoris histrio*, BGH.

R. BERGH, neue Nacktschnecken der Südsee. IV. Journ. d. Mus. Godeffroy. Heft XIV. 1878. p. 8—9. Taf. I, Fig. 9—12; Taf. III, Fig. 10—14.

Pl. II, Figs. 22—24.

Of this form two specimens were taken on March 9<sup>th</sup> 1900, at the west coast of Koh Chang, on old coral blocks, at a depth of one fathom.

These specimens, when living, had a length of 14<sup>mm</sup>. The ground colour was transparent whitish, and so was also the colour of the rhinophores and the gill; the mantle edge was yellow with longish violet spots; on the back two series of roundish violet spots were seen, and anteriorly further a short median series.

The specimens kept in spirit have a length of 5—6<sup>mm</sup>, by a breadth of 3<sup>mm</sup>, and a height of 2<sup>mm</sup>. The colour was generally yellowish white; no traces of spots were found.

The form was as usual. The rather posteriorly situated gill consisted of 7—8 leaves; the anal papilla was subcentral.

The central nervous system was as usual. The short-stalked eyes of a short-oval form had a length of 0·10<sup>mm</sup>; the otocysts (statocysts) of a diameter of 0·06<sup>mm</sup> were closely filled with otoconia of a diameter of up to 0·013<sup>mm</sup>.

Around the outer mouth a strong glandular layer was found. The bulbus pharyngeus had a length of 1<sup>mm</sup>, the radula sheath projected somewhat posteriorly.

The dark yellow brown labial plate was strong, of a length of 0.6<sup>mm</sup>, by a breadth of up to 0.2<sup>mm</sup>; its elements (fig. 23) of the common hook-shape, split at the end, of a length of up to 0.02<sup>mm</sup>. The tongue was of the common form; in the radula were found 14 and 18 series of tooth plates, in the sheath 16 and 14, and thus the total number of series was 30—32. In the series up to about 40—50 tooth plates were found. The plates (fig. 24) were very light yellowish, the hooks attained a height of up to 0.02<sup>mm</sup>. The innermost one had one denticle on the inner edge of the hook, and 2—3 denticles on the outer edge; in the following plates the hook-edge showed 8—10 denticles, while the outermost ones only were denticulated in the point.

The salivary glands were long, whitish.

The digestive as well as the sexual organs were as in other *Chromodorididae*.

### Casella, H. et A. ADAMS.

#### *Casella atromarginata* (Cuv.).

- Doris atromarginata*, CUV. Ann. du mus. IV. 1804. p. 473. pl. 2, fig. 6.  
 — — CUV. Quoy et Gaim., Voy. de l'Astrolabe. II. 1834. p. 251, pl. 16, fig. 6—7.  
*Casella Gouldii*, H. et A. ADAMS. The genera of recent moll. II. 1858. p. 57. pl. 63, fig. 5.  
 — *philippinensis*, R. BERGH. Malacolog. Untersuch. Heft. VI. 1874. Taf. XXIII, Fig. 1.  
 — *atromarginata*, CUV., R. BERGH. Neue Nacktschnecken der Südsee. Journ. d. Mus. Godeffroy. Heft. VI. 1874. p. 102—109. Taf. II, Fig. 15—29, Taf. III, Fig. 21—32.  
 — — CUV., R. BERGH, l. c. Heft. XVII. 1890. p. 942—943. Taf. LXXXVI, Fig. 2; Taf. LXXXIX, Fig. 23—24.

Of this form which oftener (1874, 1890) has been examined by me, one specimen was taken (together with *Marionia chloanthes*) on March 3<sup>d</sup> 1900 at Koh Kram.

The specimen kept in spirit showed the back and the sides reddish brown, for the greater part white dotted; the dorsal brim was as usual. The length of the highly contracted and refolded animal was 2.8<sup>cm</sup>, by a breadth of 1.5<sup>cm</sup>, and a height of 1.2<sup>cm</sup>.

The mantle edge of the animal was quite as in the typical *Cas. atromarginata*; nevertheless the possibility is not precluded that it may belong to the *Cas. cincta*<sup>1)</sup> found in the western part of the Indian Ocean.

<sup>1)</sup> Comp. R. BERGH, malacolog. Unters. Heft. XVI, 2. 1889. p. 838—841. Taf. LXXVII, Fig. 9.

## Dorididae phanerobranchiatae.

## Dor. phanerobr. suctoriae.

s.

## Goniodorididae.

Comp. R. BERGH, System der nudibr. Gasteropoden, l. c. 1892. p. 1147—1157.

*Idalia*, F. S. LEUCKART.

F. S. LEUCKART, Br. animal. quor. descript. 1828. p. 15. Fig. 2 a, b.

R. BERGH, üb. die Gattung *Idalja*, LEUCK. ARCH. f. Naturg. XLVII, 1. 1881. p. 140—181. Tab. VI—VIII.

— l. c. 1892. p. 1155—1156.

Corpus vix depressum, dorso angustiori, podario latiori et eauda lanceolata producto. Notaeum sat planum, margine nonnihil prominenti circumcirca continuo, papilligero. Rhinophoria intramarginalia, sat magna, non retractilia; branchia postica, e foliis simpliciter pinnatis arcu dispositis formata. Caput utrinque in tentaculum sat breve desinens. Podarium latum, antice rotundatum, postice cauda applanata continuatum.

Discus labialis annulo angusto hamulorum confertorum armatus. Radula angusta, rhachide nuda; pleurae dente laterali majori hamiformi et externo lamelliformi. Ingluvies buccalis fortis fere sessilis.

Glans penis hamulis armata; prostata magna.

The genus is rather strongly marked off in the group of *Goniodorididae* (provided with sucking apparatus). Only a small number of species is known.

The new species mentioned below, belongs to the

Subg. *Idalia* (proprie).

Notaeum medio papilligerum.

*Idalia plebeia*, BGR. n. sp.

Pl. III, Figs. 15—19.

I have before me four specimens of this form obtained near the coast of Lem Ngob.

The colour of the specimens in spirit was light dirtily yellowish white; the rhinophores and the point of the gill-leaves were black or brown black; spots of a similar dark colour were also sometimes found here and there on the dorsal appendages.

The length of the largest specimen was 11.5<sup>mm</sup>, that of the others about 8<sup>mm</sup>.

In the former the length of the foot was 11·5<sup>mm</sup>, by a breadth of up to 4<sup>mm</sup>; the height of the body was up to 3<sup>mm</sup>; the length of the dorsal appendages was up to 4·5<sup>mm</sup>, that of the gill leaves up to 2·5<sup>mm</sup>, that of the rhinophores 2·5<sup>mm</sup>, and of the tentacles 0·75<sup>mm</sup>; the length of the tail was 2·25<sup>mm</sup>.

The contour of the body was somewhat lengthened-oval. The back was little arched; the appendages rose from the slightly projecting edge all around with rather regular short distances between them; only between the two foremost and the two hindmost ones the distance was a little greater. These appendages, papillæ (epinotidia) were all more or less club-shaped, narrower below, thicker and rounded above, almost of the same size, here and there 1—2 smaller ones (reproducing) were found; they were smooth on the surface, not falling off. Anteriorly two (frontal) appendages were found, posteriorly two (caudal) ones, and on either side by the two individuals 6, by the others 7 appendages. The beautiful, slender, strong rhinophores had a short stalk and a not much perfoliated club, with an end-papilla; the number of the leaves was about 25. The rather large gill formed of 10—12 leaves, was placed in a large bow quite posteriorly on the back; the simple leaves decreased posteriorly irregularly in size; on the inside of the leaves (fig. 15) on either side of a quite narrow rhachis, a not large number (up to 15) of transverse folds was found. The only slightly projecting anal papilla was found posteriorly in the rather wide opening of the bow made by the gill. In all the specimens is found medianly, about midway between the rhinophorium and the gill, a single papilla, of about the same size as the marginal papillæ, and otherwise of the same kind. The sides of the body are rather low, anteriorly on the right the genital opening is seen. The rather strong head is flattened anteriorly; above it is on either side produced in a short tentacle. The foot is rather strong, rounded anteriorly; the foot-edge is only little prominent, the flattened tail roundly pointed.

The intestines shone nowhere through.

The central nervous system was almost quite like that of *Idalia elegans* (comp. l. c. Taf. VI, Fig. 1—3). Neither was here found any ganglion olfactorium distale; but on the contrary, as in the former species, a ganglion genitale. The nerve cells had a diameter of at least up to 0·10<sup>mm</sup>.

The eyes were almost sessile, of a diameter of 0·06<sup>mm</sup><sup>1)</sup>. The otocysts were attached to the pedal ganglia, of a diameter of 0·08<sup>mm</sup>, with rather numerous otoconia of

<sup>1)</sup> In one specimen two eyes not far from each other were seen on one side, one of which was somewhat smaller than the other. I have before seen a similar duplicity of the eye in *Phidiana lynceus* (Vidensk. Meddelels. fra den naturhist. Forening i Kjøbenhavn f. 1866. 1867. p. 108. Tab. IV, Fig. 1, 2, 4).

the common kind. In the rhinophores small spicules were seen, as also very sparingly in the skin and in the interstitial connective tissue.

The buccal tube was short. The *bulbus pharyngeus* was almost quite as in the mentioned species, of a length of almost 1mm; at the hinder end the radula sheath is somewhat projecting; at about the middle of the upper side the crop is situated with a rather broad base. The slightly brownish yellow labial ring was formed of several series of closely packed, somewhat compressed elements of a height of up to 0.009mm, and a diameter of up to 0.0045mm. The buccal cavity was almost quite filled by the large tongue. In the radula and its continuation in the sheath 27—28 series of tooth plates were found (in the three specimens), of which the three hindermost ones were not yet fully developed. The relations of the radula were as in the typical species. The tooth plates were almost colourless, especially the outermost ones. The rhachis was quite narrow. The height of the lateral plates was 0.08mm, that of the marginal ones about 0.04mm. The form of the lateral plates (fig. 16) was about as in the typical species, but the denticulation of the edge of the hook much stronger, the number of denticles was mostly towards 30. The marginal plates (fig. 17) were also chiefly of the same form as in the typical species, the outmost leaf-like, rather low, the nature of the edge was rather varying. — The crop of the *bulbus pharyngeus* is, as in the mentioned species, almost as large as the bulb itself, mostly globular, of the same appearance and structure as in the mentioned species; its not wide opening was triangular.

The whitish salivary glands were as in the typical *Idalia*, also somewhat constricted in the middle.

The oesophagus (fig. 18 a) was rather long and thin; in its hinder end was found in one specimen a torn out tooth-plate of the tongue; it ran into the stomach at the bottom of the hepatic cleft beside the biliary duct (fig. 18 c). The stomach (fig. 18 b) was bag-shaped, of a length of about 1.5mm, the greater part of its length situated before the liver, with longitudinal folds on the inside, one of which continued almost through the whole length of the intestine (3.5mm) (fig. 18 d). The digestive cavity contained a small mass of animal substance.

The grayish yellow liver had a length of 4.5mm; it was anteriorly curtailed, posteriorly a little pointed, on the lower side flattened; anteriorly to the right it was a little flattened by the anterior genital mass, on the upper side rather strongly furrowed.

The hermaphrodite gland was in colour (now) scarcely to be distinguished from the liver; its structure appeared to be the same as in the typical species; in its lobes were found fully developed ovigerous cells, but scarcely developed zoosperms. — The whitish anterior genital mass was about 2.5mm long, the prostata formed great part of it; the opaque spermatocyst rested on the clear, globular spermatheca below, which



latter had a diameter of about 0.5<sup>mm</sup>. The prostatic part of the seminal duct was short, the muscular part at least four times as long as the penis into which it passed by and by. The almost cylindric penis had a length of about 1.5<sup>mm</sup>; anteriorly the glans of a truncate conical form (fig. 19) projected, its diameter was 0.2<sup>mm</sup>. The inside of the glans was in the common way provided with closely set, slightly yellowish hooklets, most of which were rather clumsy, of a length of 0.013<sup>mm</sup>, by a height of up to 0.07<sup>mm</sup>. The armature continues, as usual, rather far into the seminal duct. The duct of the mucous gland was rather wide, with a strong fold. The vestibulum with rather strong longitudinal folds.

---

## Dorididae cryptobranchiatae.

## Porostomata.

## Doriopsidae.

**Doriopsis, (PEASE) BGH.**

Comp. l. c. 1892. pp. 1114—1122.

1. *Doriopsis rubra* (KELAART).

*Doris rubra*, KELAART. New species of Ceylon nudibr. mollusks. Journ. of R. As. soc. (Ceylon) III. 1857. p. 92.

*Doriopsis rubra*, (KELAART) ALDER and HANCOCK, notice of a coll. of nudibr. moll. Trans. zool. soc. V, 3. 1864. p. 126. Pl. XXXI, Fig. 1—2.

— —, (KELAART) COLLINGWOOD, on some new sp. of nudibr. moll. Trans. Linn. soc. 2 S. II, 2. 1881. p. 135 (Pl. X, fig. 18).

Pl. II, Fig. 16.

One single specimen of this species was taken on March 2<sup>nd</sup>, 1900, at Koh Kram, on a depth of 30 fathoms.

The specimen which was kept in spirit, was highly contracted, soft; it had a length of 18<sup>mm</sup>, by a breadth all round of 10<sup>mm</sup>, and a height of 7·5<sup>mm</sup>; the breadth of the mantle brim was 1·5<sup>mm</sup>, the height of the rhinophores 2<sup>mm</sup>, of the gill 3<sup>mm</sup>; the breadth of the foot was 6·5<sup>mm</sup>, the length of the tail scarcely 1<sup>mm</sup>. — The colour of the back was upon the whole red-brown, somewhat spotted; the rhinophores and the gill were darker; the foot was reddish, the sides of the body grayish.

The form was as in other *Doriopsides*. The back was smooth, the mantle brim not broad, bent in an undulating manner; the rhinophores were situated very anteriorly, the gill very posteriorly; the former were provided with numerous thin leaves, the latter was formed of 8 leaves, the strong, reddish yellow anal papilla filled up the branchial circle posteriorly. The point of the pharyngeal cone projected somewhat into the outer mouth, tentacles were scarcely to be seen. The foot was as usual, the tail quite short.

The central nervous system (together with the ganglia rhinophor. distalia) was reddish yellow, in other respects as usual, only the lower commissures were longer than usual, and so the pedal ganglia did not join each other; the roundish buccal ganglia adjoining each other, and situated, as usual, before and between the salivary glands. — The short-stalked eyes had a diameter of 0·25<sup>mm</sup>, provided with a large lens. The otocysts had a diameter of 0·12<sup>mm</sup>, closely packed with otoconia of the common kind. Slightly hardened spicules were not wanting in the leaves of the club of the rhinophores.

In the skin of the back calcified cells were found scattered, sometimes reddish yellow, sometimes irregular.

The (slightly reddish-) yellow pharyngeal cone which almost quite filled the buccal tube, was 2.5<sup>mm</sup> long, truncately conical; the common, strong retractors were attached at its base; through its cavity stretched just to its point the continuation of the bulbus pharyngeus, and along the latter the efferent duct of the secondary salivary gland (*Gl. ptyalina*). This gland which was situated under and behind the pharyngeal cone, was of a reddish gray colour, (3<sup>mm</sup>) broad, and consisted of two halves adjoining each other. The continuation of the bulbus pharyngeus which projected somewhat bent from the depression at the hinder end of the pharyngeal cone, was yellowish, of a length of 7<sup>mm</sup>, cylindric, with the common triangular aperture. At its hinder end were found the (slightly reddish) yellow, oval, somewhat flattened salivary glands (*gl. salivales*). The thicker oesophagus which showed several constrictions, was 6<sup>mm</sup> long. The posterior visceral mass (the liver) was irregularly conical, of a length of 12<sup>mm</sup>, by a breadth anteriorly of 7<sup>mm</sup>, and a height of 6.5<sup>mm</sup>; the slit in the hinder end was 4<sup>mm</sup> long; the colour was reddish gray; its cavity (the stomach) was wide.

The pericardium was as usual; the blood gland reddish gray.

The anterior genital mass had a roundish-quadratic contour, was biconvex, and had a length and height of 5<sup>mm</sup> by a thickness of 3<sup>mm</sup>; it was reddish yellow and yellow. The globular spermatheca had a diameter of 2.5<sup>mm</sup>. the spermatocyst was much smaller, strutting with sperm; the uterine duct as usual long and with many windings. The prostata was large, with several bends, continuing into the thin, highly wound seminal duct, the end of which (as also the end of the vaginal duct, the vagina) was red brown. The strong bag of the penis was 2.5<sup>mm</sup> long, black at the base; the yellowish glans was cylindric, somewhat broader at the base, 0.37<sup>mm</sup> long by a diameter in the middle of 0.10<sup>mm</sup>. The glans in the greater length of its outside (fig. 16), was provided with about 20 series of (quincuncial) hooks; this armature continued further to a length of 2<sup>mm</sup> into the seminal duct (fig. 16). The slightly yellowish hooks had the form common in the *Doriopsidae*, and had a height of up to 0.02<sup>mm</sup>, and they showed also irregularities as in other species.

The examined form, no doubt, belongs to the *Doriopsis rubra*, which is very common in the Indian Ocean.

## 2. *Doriopsis nigra* (Stimps.) var. *nigerrima*.

R. BERGH, malacolog. Unters. Heft XVII. 1890. p. 963—964.

Pl. II, Fig. 17.

One specimen of this species, which is widely spread in the Indian Ocean, the Indo-Chinese Sea, and the Japanese Sea, was taken on Jan. 2<sup>nd</sup> 1901 at Lem Ngob.

This specimen is said to have been velvet black when living; it was in spirit quite black, a little lighter at the sides of the body. Its length was 2·5<sup>cm</sup>, by a breadth of 1·5<sup>cm</sup>, and a height of 0·6<sup>cm</sup>.

The form was as usual. The diameter of the branchial tuft, which was formed of 8 leaves, was 8<sup>mm</sup>.

The yellowish glans penis projecting from the genital aperture, had a length of 0·35<sup>mm</sup>, and was armed with about 12 irregular quincuncial series of hooks; the armature continued in the common way into the seminal duct, at least to a length of 6<sup>mm</sup>. The hooks were yellowish, almost always straight, of a length of up to 0·4<sup>mm</sup> (fig. 17).

### **Doriopsilla, BERG.**

R. BERGH, die Doriopsen d. Mittelmeeres. Jahrb. d. malacozool. Ges. VII. 1880. p. 316—326. Taf. 11, Fig. 3—11.

— üb. die Gattung *Doriopsilla*. Zoolog. Jahrb. IX. 1896. p. 454—458.

The genus *Doriopsilla* is already externally distinguished from the *Doriopsis*, which are all soft, and mostly with smooth back, by their stiffness and the granulous nature of the back and still more by the quite different situation of the buccal ganglia.

In the whole large group of *Gasteropoda* the situation of the buccal ganglia is below the pharynx, accordingly backward on the upper side of the pharyngeal bulb; the organ situated before these ganglia, is the bulbus pharyngeus, and behind them the oesophagus begins. The fore end of the alimentary canal is, in all *Doriopsididae*, a peculiar suctorial apparatus, and as well mandible plates as tongue is wanting. In the genuine *Doriopsis* the buccal ganglia are situated at the hinder end of a long, cylindrical, muscular tube, where also the small salivary glands open. To judge by the place of these ganglia and the salivary glands, this tube would have to be regarded as a bulbus pharyngeus. This arrangement is quite different in the *Doriopsillae*. In the latter the buccal ganglia are situated at the fore end of this tube, at the base of the pharyngeal cone, close behind the pedal ganglia. The arrangement of the alimentary system in the *Doriopsillae* is otherwise quite as in the *Doriopsis*, and so the single parts of the system should be homologous. But this is, according to the situation of the buccal ganglia, which seems otherwise to be determinative, not the case here. In the *Doriopsis*, in which the ganglia are situated far behind, the long tube ending in the pharyngeal cone, was to be regarded as the pharyngeal bulb; while in the *Doriopsillae*, where the buccal ganglia are situated before, the pharyngeal cone alone represented the bulbus pharyngeus, and the part behind the bulb. the oesophagus.

The salivary glands have in both genera kept the same place, and, according to the above interpretation, they should in the *Doriopsis* as usual open in the hinder end of the bulbus pharyngeus, in the *Doriopsillae* at the base of the pharyngeal cone.

Of this genus only one species, the *D. areolata*, from the Adriatic Sea and the eastern part of the Atlantic Ocean (the northwestern coast of Spain), has hitherto been known. To this is now to be added another species, *D. pallida*, from the Indian Ocean (the Siamese Sea). If the *Doriopsis granulosa* of PEASE (Proc. zool. soc. London. XXVIII. 1860. p. 32) from the neighbourhood of the Sandwich Islands really belongs to the *Doriopsididae*, it is likely also to be a *Doriopsilla*.

*Doriopsilla pallida*, BGH., n. sp.

One little specimen of this form was found between Koh Mesan and Cape Liant on a large Alcyonid, which was taken on March 7<sup>th</sup>, 1900, at a depth of 5—8 fathoms.

The specimen which was kept in spirit, showed the rather stiff back to be whitish with slightly grayish, small prominences; the rhinophores and the gill-leaves were somewhat darker gray, the foot was grayish. In the middle of the back the liver shone through with a dark gray colour. — The form was short-oval, the length was 6<sup>mm</sup>, by a breadth of 5<sup>mm</sup>, and a height of 3<sup>mm</sup>.

The back proper was framed all round by the stiff, rather thin mantle brim which had a breadth all round of 1·5<sup>mm</sup>; the back was everywhere covered with truncate conical, slightly grayish, not stiff tufts; on the upper, as well as on the smooth lower surface of the mantle brim series of spicules were seen shining through, more or less perpendicular on the edge. The rhinophores were small, conical; the contracted, roundish gill-slit was surrounded by somewhat larger tufts; the number of gill-leaves seemed to be four. The head formed only a small papilla, as it would seem, without tentacles. The sides of the body had almost disappeared, the genital papilla was as usual. The foot was rather strong, anteriorly rounded; it was also rounded posteriorly, but here somewhat tapering; the tail was quite short.

The central nervous system was as in other *Doriopsididae*, only the buccal ganglia — one of the chief characters of the *Doriopsillae* — were situated anteriorly. — The short-stalked eyes had a diameter of 0·16<sup>mm</sup>; they had a large, slightly yellow lens and a large black pigmental capsule. The otocysts had a diameter of 0·06<sup>mm</sup>, and were closely filled with otoconia of the common kind. Everywhere in the skin was found a great many long spicules, most of which were not much calcified; they had a diameter of 0·013—0·016 (0·020)<sup>mm</sup>; such spicules were also found (up to 0·2<sup>mm</sup> high) in the tufts of the back. Similar spicules were also everywhere mingled in the interstitial connective substance.

The pharyngeal cone (bulbus pharyngeus) of a length of 0.5<sup>mm</sup> filled almost completely the buccal tube; the secondary salivary gland (*gland. ptyalina*) was situated below the latter. The bent continuation (bulbus pharyngeus, oesophagus) was 2<sup>mm</sup> long, cylindrical, as usual with triangular aperture; at the hinder end of this the small salivary glands. The narrower hinder end was joined by the likewise bent, thickwalled, somewhat thicker continuation (oesophagus, the first stomach), which had a length of 3<sup>mm</sup>, and opened somewhat tapering into the cavity of the brown gray liver.

The specimen seemed not to be sexually developed, and the penis was not seen.

### Phyllidiidae.

Comp. R. BERGH, l. c. 1892. p. 1123—1129.

#### Phyllidiella, BGR.

##### 1. *Phyllidiella nobilis*, BGR. Var.

*Phyllidiella nobilis* BGR. R. BERGH, Bidrag til en Monographi af Phyllidierne. Naturhist. Tidsskrift. 3 R. V. 1869. p. 485—492; 512—513. Tab. XXIV, Fig. 8—12.

— — Malacolog. Unders. Heft. 10. 1876. p. 383; — Heft. XVI, 2. 1889. p. 860—862. Taf. LXXXIV, Fig. 11—18; — Heft XVII. 1890. p. 973. Taf. LXXXV, Fig. 4; Taf. LXXXIX, Fig. 48.

— — R. BERGH, neue Beitr. zur Kenntn. d. Phyllidiaden. Verh. d. k. k. zool. bot. Ges. in Wien. XXV. 1876. p. 661—662.

*Phyllidia spectabilis*, COLLINGWOOD. On some new species of nudibranchiate moll. Trans. Linn. soc. II, 2. 1881. p. 136. pl. X, fig. 19—23.

Pl. II, Fig. 15.

The specimen examined here, and figured, when living, by Dr. MORTENSEN, was taken on Jan. 18<sup>th</sup>, 1900, at the southwestern point of Koh-Chang, on coral bottom, at a depth of 1 fathom.

The length of the living animal was 15<sup>mm</sup>. The animal, with regard to colour, agreed with the figure given by BROCK (l. c. Taf. LXXXV, Fig. 4), in the arrangement of the dorsal figures it agreed rather well with my figures (l. c. 1869. Tab. XXIV, Fig. 9, and l. c. 1890. Taf. LXXXIX, Fig. 48).

The specimen, which was well kept in spirit, had a length of 11<sup>mm</sup>, by a breadth of 4<sup>mm</sup>, and a height of 2<sup>mm</sup>. All the three figures of the margin of the mantle brim, as well as those of the front and of the tail, as of the fore part of the back, were of a dull, wax-yellow colour; the figures of the middle and hinder parts of the back were greenish white, all the figures showed whitish tubercles. The velvet black colour separating the figures was in this variety of the species not at all found in the dorsal figures,

and in those of the brim only as a short wedge penetrating from the edge. According to what is stated above, upon the whole 20 transverse stripes shone through all around on the lower side of the brim. The rhinophores were black, the foot yellow.

The animal was not more exactly examined. The specific determination seemed to be sure enough.

Of this species were further taken 3 specimens of a respective length of 13, 14, and 16<sup>mm</sup>, on March 9<sup>th</sup>, 1900, on coral blocks at the north end of Koh-Chang; these specimens approached nearer to the typical specimen by being provided with a velvet black colour in the figures of the dorsal side.

## 2. *Phyllidiella pustulosa* (Cuv.).

*Phyllidia pustulosa*, Cuv. Ann. du Mus. V. p. 268. pl. XVIII A, fig. 8.

*Phyllidiella pustulosa*, BgH. l. c. 1869. p. 455—485; 510—512. Tab. XX—XXIV A.

— — — — —, R. BERGH, malacol. Unters. Heft X. 1876. p. 382—383. Taf. XXV, Fig. 4, 5. —  
Heft. XVII. 1890. p. 933.

One specimen of this form of a length of 2<sup>cm</sup> was taken together with the above mentioned specimens of *Ph. nobilis*.

## *Nudibranchiata cladohepatica.*

Fam. Tritoniidae.

**Marionia**, VAYSS.

Comp. R. BERGH, l. c. 1892. p. 1069—1070.

*Marionia chloanthes*, BGH. n. sp.

Pl. II, Figs. 25—27.

One specimen of this beautiful animal was taken by Dr. MORTENSEN on March 3<sup>d</sup>, 1900, at Koh Kram together with *Casella atromarginata*.

The specimen had, kept in spirit, a length of 20<sup>mm</sup>, by a breadth of the body of up to 7<sup>mm</sup>, and a height of up to 5·5<sup>mm</sup>; the breadth of the frontal veil was 5·5<sup>mm</sup>; the height of the rhinophores together with their sheath was 2·25<sup>mm</sup>, that of the gill up to 3·5<sup>mm</sup>; the breadth of the foot was 7·5<sup>mm</sup>, the length of the tail 0·5<sup>mm</sup>. — The ground colour was yellowish white with a slight reddish tint, the tubercles of the back were more whitish; the sheath of the rhinophores, as also the stalk of the gill was strongly grass-green; medianly through the whole length of the back, a broad, green stripe, less distinct at the edges, shone through.

The form was as usual in the genus. The frontal veil was not highly projecting, medianly it was somewhat notched, and had on either side 4 conical papillæ, some of which showed tubercles on the lower side; at the outer margin of the veil the common, but not highly developed, spoon-like tentacle was found. The club of the rhinophore was as usual of a form like a sword-knot. The back was flattened, and everywhere (as also the upper side of the frontal veil and the sheaths of the rhinophores) covered with rather close-standing tubercles; the margin of the back was a little projecting. On either side of the back, and rather regularly arranged, were seen 9 rather strong gills, of somewhat different sizes, the hindmost ones, however, as large as the largest ones. The (green) powerful stem was also mostly divided into 2—3 branches above, or had, as was also the case with the branches, small twigs on the sides; the leaves of these twigs were two or three times pennate. Between these gill-stems here and there single, almost sessile small gills were found. The sides of the body were not low, smooth; the genital aperture as usual; the anus was found about in the middle of the body. The foot was anteriorly somewhat tapering, rounded, with a rather long, slight, marginal furrow; the foot brim not quite narrow, the tail quite short.

The intestines were nowhere to be seen from without.



The central nervous system had a breadth of 2<sup>mm</sup>; it was of the common form, the roundish pedal ganglia were larger than the pleural ones, which were only little separated from the cerebral ones. — The otocysts which were situated before the short cerebro-pedal connective, had one larger otolith and several small pale ones.

The buccal tube had a length of 4<sup>mm</sup>, and was surrounded by a not strong glandular layer. The bulbus pharyngeus was of the common form, 7<sup>mm</sup> long, by a breadth and height of 4·5<sup>mm</sup>; the upper wall of the buccal cavity was to be seen from without with a deep black colour; the palate is medianly quite slightly rough at the small longitudinal folds; also the tectum radulæ, the cheeks, and the rhaphe of the lower side of the tongue are velvet black. The plate on the fore side of the mandible was as usual; the transversely folded marginal part of the labial disk was dirtily yellow. The mandibles measured in a straight line 7<sup>mm</sup>; the single ones had a breadth of 2·5<sup>mm</sup>; they were yellow, only the marginal part was strong reddish yellow; the form was as usual, only the hinder end rather tapering; the masticatory edge showed the usual (here about 5—6) series of tubercles, the oblique cones of a height of up to 0·08<sup>mm</sup>. The tongue was as usual strong and broad; its radula was yellow, tapering anteriorly, and containing 22 series of tooth plates, in the sheath 10 more were found, of which the three hindmost ones were not fully developed; thus the total number of series was 32. On either side of the median plate up to 45 lateral ones were found. The plates were yellow; the breadth of the median ones was up to 0·16<sup>mm</sup>; the height of the outermost lateral one was 0·16<sup>mm</sup>, that of the outermost but three from the outer end of the series 0·20<sup>mm</sup>, and the height increased to 0·25<sup>mm</sup>. The median plates (fig. 25 a) were of the common form, with a clumsy short median tooth and two similar smaller lateral teeth. The first lateral plate (fig. 25 b) was of the common form deviating from that of the other lateral plates, with a short, strong hook; the other plates were all of the common hook-shape (fig. 26), with smooth edges; the outermost ones were weaker.

The whitish salivary glands were as usual.

The oesophagus was short, black next to the pharynx, passing into the first stomach, which, by its contents, was globularly extended (to a diameter of 4<sup>mm</sup>). Behind the first stomach the masticatory stomach is found; it is muscular, formed somewhat like an hour-glass, of a diameter of 2·5<sup>mm</sup>; its somewhat larger fore half part showed the common girdle of firm leaves, in situ red yellow, placed lengthwise, and converging towards the axis of the circle, where they almost join each other. These stiff, yellow leaves (fig. 27) were of different sizes, of a height of up to 0·75<sup>mm</sup>, by a length of 1<sup>mm</sup>; their number was about 30—40, and they were of the structure otherwise common in the Marioniae. From the hinder end of the stomach issues the intestine (of a length of 7<sup>mm</sup>); its fore part is dilated by similar contents as those of the first stomach. These

contents were composed of small, up to 2<sup>mm</sup> long, pieces of a red Alcyonaria, and gray lumps of a similar kind.

The grayish yellow principal liver was short-conical, of a length of 5.5<sup>mm</sup>, hollowed on the fore side; its small cavity was filled by chymus. Quite separated from this liver was found a little, plane-convex secondary liver of a length of 3<sup>mm</sup>, with a special efferent duct leading to the first stomach before the girdle of plates.

The pericardium and the renal syrxinx were as usual.

The thin layer of the hermaphrodite gland, which, as to colour, was scarcely to be distinguished from the liver, was provided with developed sexual elements. The lengthy, narrow anterior genital mass had a length of 4<sup>mm</sup>, by a height of 1<sup>mm</sup>, and was whitish and slightly yellowish; at the fore end of this mass the penis was found, at the hinder end the seminal vesicle. This latter was pyriform, and contained but little semen; the efferent duct together with its wider end (vagina) was twice the length of the vesicle. The short-pyriform bag of the penis had a height of 0.75<sup>mm</sup> (with a lengthy ganglion on its crown); the almost cylindric glans issuing from the bottom, projected with the point from the genital aperture. The mucous-albuminous gland was small.

The genus *Marionia* has not hitherto been known from the Indo-Australian Seas. The form examined here, seems to be a new species; the *M. occidentalis* of the western Atlantic (Buenos Ayres) shows also a green colour, but seems to differ from the present form.

### Fam. Bornellidae.

Comp. R. BERGH, l. c. 1892. p. 1051—1054.

### Bornella, GRAY.

GRAY, figures of moll. animals. IV. 1850. p. 107.

R. BERGH, neue Nacktschnecken d. Südsee. II. Journ. d. Mus. Godeffroy. Heft. VI. 1874. p. 95—102. Taf. I, Fig. 3—4. Taf. II, Fig. 30—33. Taf. IV, Fig. 1—28.

— malacolog. Unters. (Semper, Philippinen) Heft. VII. 1874. p. 287—308. Taf. XXXVI—XXXIX.

— report on the *Nudibranchiata*. The Zoology of H. M. S. Challenger. Zoology. Vol. X. Part XXVI. 1884. p. 34—43. Pl. VII, Figs. 13—22; pl. VIII, figs. 1—13.

— Die Nudibranchien des Sunda-Meer. Malacolog. Unters. Heft. XVII. 1890. p. 884—889. Taf. LXXXVIII, Fig. 26—30. Taf. LXXXIX, Fig. 1—2.

The genus *Bornella* has been provided with a series of species. Of the hitherto mentioned species scarcely more than three can be kept up: *B. digitata*, AD. et R., *B. calcarata*, MÖRCH, and *B. excepta*, BGH. The other never really examined species

(*B. arborescens*, PEASE; *B. Hancockana*, KELAART; *B. Adamsii*, GR.; *B. Hermannii*, ANGAS) are likely to belong to the typical species, the *Bornella digitata*<sup>1)</sup>

1. *Bornella digitata*, AD. et REEVE.

*Bornella digitata*, ADAMS et REEVE. Voy. of the Samarang. 1848. p. 67. Pl. XIX, fig. 1.

— — , AD. ALD. et HANC., notice of nudibr. moll. Trans. Zool. soc. V. 1866. p. 139—141. Pl. XXXIII, Fig. 8—9.

— — , AD. BGH. l. c. 1874. p. 301—308. Taf. XXXVII, Fig. 14—19; Taf. XXXVIII, Fig. 13—22.

Pl. III, Figs. 1—3.

Of this species 4 specimens were taken on March 2<sup>nd</sup>, 1900 at Koh Kram at a depth of 30 fathoms. Two of these specimens were sacrificed for the anatomical examination.

They are said, when living, to have been beautifully red with white transverse bands on the back, and with white rings on the dorsal papillæ.

The specimens which were kept in spirit, were upon the whole more or less pale yellow, with no trace of the former splendour. The length of the three largest was 6<sup>cm</sup>, by a height of the body of up to 1·4—1·5<sup>cm</sup>, and a thickness of up to 0·9<sup>cm</sup>; the height of the tentacles was 2·5<sup>mm</sup>, that of the first dorsal papilla 9—13<sup>mm</sup>, of the following ones about the same, that of the last ones 3<sup>mm</sup>; the breadth of the foot was anteriorly 5<sup>mm</sup>, posteriorly smaller.

The form was as usual. The singular tentacles were formed of 10—12, also 18—19 somewhat conical papillæ, placed in 2—3 narrow curves or circles. The sheath of the rather high rhinophores was always produced into three fingers; the club had a height of 4<sup>mm</sup>, and was provided with about 30 leaves on either side; the first finger-shaped papilla which was coalesced with the rhinophore, was of about the double height of the club. No appendages were found outside at the base of this papilla, nor at the base of the following ones. The second papilla had 3 strong fingers and 2 branchial tufts inside at the base. In the interval between this papilla and the following one at the margin of the back, or more inwardly, the sunken anal opening is found, and inside of this the renal pore. The third papilla had also three fingers, one of which was also sometimes forked in the end, and two gills; the fourth had two or three fingers, one of which, in one specimen, was again divided into three fingers, it had two to three gills; the fifth papilla was simply formed as a finger or had two fingers, with 2—3 gills; the sixth was simply finger-shaped or had two fingers with one or two gills. Medianly on the here narrow back were still found a seventh and eighth papilla,

<sup>1)</sup> Comp. R. BERGH, System der nudibranchiaten Gasteropoden. Malacolog. Unters. Heft. XVIII. 1892. p. 1053—1054.

formed by the coalescing of two papillæ, the seventh was mostly also slit in the end. — The tail projecting behind the last papilla, had a length of up to 2<sup>mm</sup>.

The visceral mass which reached to behind the sixth papilla, was attached to the wall of the body by a loose, felt-like connective tissue, and the different parts of the mass were loosely connected by such a substance.

The central nervous system was quite as before described (comp. l. c. 1874. Taf. XXXVIII, Fig. 17); the nerve cells had a diameter of up to at most 0·14<sup>mm</sup>. The long N. opticus was in the latter part black pigmented; the larger diameter of the short-ovate eye was 0·30<sup>mm</sup>, the lens was dark yellow. The otocysts which were situated at the quite short cerebro-pedal connective, had a diameter of 0·12<sup>mm</sup>, and were closely filled with otoconia of a diameter of up to 0·016<sup>mm</sup>. The club of the rhinophores with a large ganglion at its base.

The buccal tube is quite short. The bulbus pharyngeus is short and powerful, of a length of 5—6<sup>mm</sup>, by a breadth of 5—6<sup>mm</sup>, and a height of 3·5—5<sup>mm</sup>; its form is as shown before (l. c. Taf. XXXVI, Fig. 14, 17; Taf. XXXVIII, Fig. 20, 21). The labial plates which cover the thick praemandibular muscular mass anteriorly, join each other above and below; they are lemon-coloured or reddish on the outside, in the mouth-slit darker to dark brown; each plate, when spread out, measured 3<sup>mm</sup> in length, 2<sup>mm</sup> in breadth, they were, as usual, formed of small scales or plates arranged in series, and situated close behind each other, measuring in diameter about 0·007—0·009<sup>mm</sup> (comp. l. c. Taf. XXXVI, Fig. 15—16). When the above mentioned strong muscular mass is removed, the fore side of the powerful mandibles is laid free; they are yellow, below the hinge-part reddish chestnut; their length was 3·25—3·5<sup>mm</sup>, and the breadth of both together in situ 4<sup>mm</sup>, their vault in situ 1·25<sup>mm</sup>; the thin masticatory edge was smooth, the form as shown before (comp. l. c. Taf. XXXVIII, Fig. 1). The supplementary oral cavities were quite small. The cheeks anteriorly (in the region of the fore end of the tongue) and also the palate are lined with a powerful, brown yellow, as it were, very fine-grained cuticle. The erect tongue (comp. l. c. Taf. XXXVI, Fig. 17; Taf. XXXIX, Fig. 6, 7) of a height of 1·5—1·75<sup>mm</sup> and a breadth anteriorly of 1·25<sup>mm</sup> was of the common form with light yellow radula. At the anterior edge of the tongue 8—9 series of tooth plates were found, at the somewhat sunk upper side 6—5 series; in the somewhat (downwards) sloping radula sheath were found 24—26 fully developed series and three younger ones; so the total number of tooth plates was 38—41. The lateral plates of the foremost (oldest) series were much damaged, and often torn away; posteriorly on the back of the tongue their number on either side was 17<sup>1)</sup>. The yellow median plates had a height of up to 0·10<sup>mm</sup>, by a breadth of

<sup>1)</sup> The number of series of toothplates in the specimens before examined by me, was about the same, viz. in *B. arborescens* 33—45, in *B. digitata* 39, in *B. calcarata* 41, and in *B. excepta* also 41.

0.8mm, and were of the before described form (comp. l. c. p. 305. Taf. XXXIX, Fig. 8), with 10—11 fine denticles (fig. 20). The very slightly yellowish lateral plates (figs. 2 b, 3) were quite as before described, with somewhat obliquely rising, smooth-edged hook; the innermost ones and especially their hook were shorter, the hook then reaching by and by a height of up to 0.14mm; the outermost ones were again shorter.

The salivary glands formed as usual a whitish, felt-like mass, situated behind the bulbus pharyngeus and surrounding the fore end of the first stomach.

The oesophagus (fig. 1 a) was short, about 2mm long. It passed, without any distinct bound, into the first stomach (fig. 1 b), which was only little wider, about 4mm long, also thinwalled, and on the inside provided with fine longitudinal folds. The first stomach is on the upper side posteriorly quite covered by the two liver-branches of the second pair of papillæ; these branches join each other above, but are separated at the base; they pass below in a rounded way into a quite short, thinwalled biliary duct, opening into the hinder part of the stomach on each side; further down to the left one more opening is found of the quite similar biliary duct of the principal liver. Behind this stomach, the second one, the grayish hook-stomach (fig. 1 c) is found; it was cylindric, of a length of 6—7mm, by a diameter of 3mm, and through the muscular wall fine longitudinal lines (the series of thorns) shone through. At least 18 such series were found, with about 30 hooks in each series. The brown or reddish brown hooks had a height of up to at least 0.65mm; they varied much in form, height, and thickness, as before described (comp. l. c. pp. 296, 306). This stomach is distinctly bounded, as well at the cardia as at the pylorus, and set with hooks converging towards the middle. The following part is perhaps to be interpreted as a third stomach; it has a length of 6mm, by a diameter of 4mm; its fore end forms on one side a little horn, in which the refolded upper end of a strong fold begins; this fold shines highly through in its whole course some way along one side of the intestine; otherwise longitudinal folds are found in this stomach. The intestine (fig. 1 e) is the immediate continuation of this stomach; it runs first backwards, and then it turns upward; its length was about 10—15mm by a diameter of 2—3mm. — The stomachs and the intestine showed rather copious brown contents, formed of an undetermined animal mass in which were found diatomees, cnidæ, and strings of eggs, mingled with loose stomach-thorns.

The two large liver-branches belonging to the second pair of papillæ<sup>1)</sup>, have at the base a thickness of 3mm; they are rounded below, with a quite short biliary duct open-

---

The number of lateral plates in the series beside the median ones was in *B. arborescens* 8—11, in *B. digitata* 13—14, in *B. calcarata* 11, and in *B. excepta* 17—19.

<sup>1)</sup> In the first pair of papillæ, coalesced with the rhinophores, no liver-branch exists.

ing into the back part of the first stomach. The principal liver opens to the left into the stomach in a quite similar manner. This latter was lengthily conical, of a length of 4<sup>cm</sup>, and reached to the region of the sixth pair of papillæ; anteriorly it was 7<sup>mm</sup> broad, posteriorly its diameter was only 0·5<sup>mm</sup>; it gives off branches to the third, fourth, and fifth pairs of papillæ, which branches still at the base of the papillæ had a diameter of 1<sup>mm</sup>, and showed a comparatively not wide opening. The liver was redbrown, its relations was otherwise as before described (comp. l. c. pp. 297, 306).

The ventricle of the heart had a length of 3·5<sup>mm</sup>. The pericardio-renal organ (the renal syrinx) was short-pyriform, 1·5<sup>mm</sup> long.

The light yellow hermaphrodite gland situated between the liver branches of the third pair of papillæ, stretched both before and behind half-way to the next liver-branch; it had a length of about 14—15<sup>mm</sup>, by a breadth of 5—6<sup>mm</sup>, and was formed of about 20—26 lobes arranged in a single layer; these lobes had a diameter of 0·75—1·5<sup>mm</sup>. The hermaphrodite duct formed as usual an ampulla. The anterior genital mass was rather large, 6<sup>mm</sup> high, by a length of 5 and 10<sup>mm</sup>, and a thickness of 4<sup>mm</sup>; more than half part of it was formed by the powerful penis. The long seminal duct, which winds in close-lying, brownish yellow coils along the inside of the mucous-albuminous gland, passes into a whitish continuation rising along the hinder side of the penis to its top (comp. l. c. Taf. XXXVII, Fig. 19). The penis was bag-shaped, of a length of 6<sup>mm</sup>, somewhat curved, and rather thick-walled. This organ, having been cut open, showed on the inside quite the same structure in the two large specimens; in the upper part ran, along one side, two low rolls issuing above at the opening of the seminal duct, and below passing into each other; they, as well as the part between them, are transversely furrowed; no trace, however, was found of the armature of hooks, otherwise found in the *Bornellæ*, and the cuticle was almost quite smooth. I have, however, once before found the same relation (comp. l. c. 1890. p. 889). The small mucous albuminous gland was yellowish and whitish; the short-stalked seminal vesicle as usual.

## 2. *Bornella excepta*, БЕР.

R. BERCH, report on the Nudibranchiata (Challenger). l. c. 1884. p. 36—43. Pl. VII, Fig. 13—22; pl. VIII. Fig. 1—13.

Pl. III, Figs. 4—5.

One specimen of this form was taken together with specimens of the preceding species at Koh Kram, and was put together with these specimens.

The colour may consequently be supposed to have been scarcely different from that of the preceding species. The specimen, kept in spirit, was somewhat more whitish

than the others. The length was 3.2<sup>cm</sup>, by a height of the body proper of up to 7<sup>mm</sup>, and a breadth of up to 4<sup>mm</sup>; the breadth of the foot was 3<sup>mm</sup>; the diameter of the tentacle-star was 2<sup>mm</sup>; the height of the rhinophore together with its papilla was 7<sup>mm</sup>, and that of the second and third dorsal papilla was the same.

The form was upon the whole as usual. The tentacle-star had about 12 papillæ arranged in 2—3 circles; the papilla of the rhinophore was slit into 3—4 laps above; the second pair of papillæ showed 3 laps, outwardly at the base 3 small finger-shaped appendages, and inwardly 2—3 branchial tufts; the third pair was also three-fingered above, also with 2—3 similar appendages outside and two gills inside; between the second and third papilla the anus, and before it the renal pore, was found; the fourth pair of papillæ had 2—3 fingers, with 2 appendages and 2 gills; the fifth pair had 2 appendages and one gill; the sixth papilla was situated medianly, finger-shaped, with appendage inside and outside, but no gill, and the smaller, likewise median seventh and eighth papillæ had neither appendage nor gill.

The hepatic mass shone through the sides of the body with a gray colour, the anterior genital mass whitish.

The central nervous system was quite as before described (comp. l. c. p. 38). The oval otocysts had a largest diameter of 0.16<sup>mm</sup>, and were closely filled with otoconia of a diameter of up to 0.025<sup>mm</sup>. The eyes had a diameter of 0.28<sup>mm</sup>, the lens was strong yellow.

The bulbus pharyngeus was of the common form, 3<sup>mm</sup> long and broad, by a height of 2.5<sup>mm</sup>; the labial plates were, quite as in the other species, shining yellow brown, darker farther down in the mouth-slit; their scales had a breadth of up to 0.09<sup>mm</sup>. The muscular plate covering the mandibles, was of the common thickness. The mandibles themselves showed the common form (comp. l. c. Pl. VIII, Fig. 2—3); they were yellow, dark chestnut along the masticatory edge, of a breadth together of 3<sup>mm</sup> by a length of 3<sup>mm</sup>. On the inside of the cheeks and on the palate, a strong, smooth, yellow brown cuticle-lining was found. The tongue was of the common form, with yellow radula. In the latter 13 series of tooth-plates, in the sheath in all 21; thus the total number of series was 34. The number of lateral plates was up to 16. The median tooth-plates were yellow, the lateral ones yellowish; the height and breadth of the median plates was 0.08<sup>mm</sup>; the length of the lateral ones was up to 0.2<sup>mm</sup>. The median plates were as before described, the number of denticles on either side was 10—12; the lateral ones as in other species (comp. l. c. Pl. VIII, Fig. 4—8).

The salivary glands were as in the other species.

The short oesophagus passes into the first-stomach (Fig. 4 a), which posteriorly on either side receives a short biliary duct, and besides, quite posteriorly to the left, the duct of the principal liver (Fig. 4 b b-c). This stomach passes through a slight narrowing

into the somewhat longer, almost cylindrical, gray thorn-stomach (Fig. 4 d) (comp. l. c. Pl. VIII, Fig. 9). This stomach had a length of 3<sup>mm</sup> by a diameter of 0.8<sup>mm</sup>; it showed the common series of thorns, in all apparently about 20, in the series about 60—70 thorns seemed to occur. The thorns were dirtily yellow brown, of a height of up to 0.40<sup>mm</sup>, by a diameter at the base of up to 0.08<sup>mm</sup>; they were cylindric, a little thicker at the base, straight or somewhat bent, with truncate point, often with rough surfaces, otherwise as shown before (comp. l. c. p. 40. Pl. VIII, Fig. 10—11). This stomach passes into a thin-walled bag, along one side of which a strong fold is found; most likely this bag is a third stomach which continues with a narrowing into the short intestine. — The scarce contents of the alimentary cavity were an indeterminable animal mass, in which were found small Copepoda, cnidæ, and loose stomach-thorns.

The relations of the dirtily- and dark gray liver which showed many lobules on the surface, deviated very much from that which I have seen in the specimen of this species before examined, in which absolutely no liver-branches were given off to the papillæ (comp. l. c. p. 41. Taf. VIII, Fig. 9)<sup>1)</sup>. In the hinder part of the first stomach two liver-branches opened as usual, and the principal liver almost medianly. The anterior liver-branches (Fig. 4 bb) are very strong at the base, and continue in a process, first rather thick, then thread-like thin, rising into the second papilla; from the right branch issued one more similar process, stretching along the body-wall in the vicinity. The principal liver-branch (fig. 4 c) has a length of 2.2<sup>cm</sup> by a diameter of up to 3<sup>mm</sup>, its surface is rather rough. This principal liver provided the third and fourth pairs of papillæ with liver-branches. These latter were then tapering from the base, and at the passing into the papillæ almost filiform; they rose undivided to the place of furcation above the gill; the branches were thick-walled at the base, then they became thinner, and at last they only showed a quite thin layer of hepatic cells.

The heart, the renal syrx, and the urinal chamber were as before described.

The yellow hermaphrodite gland which covered the anterior half of the principal liver, had a length of 10<sup>mm</sup>, by a breadth of 3<sup>mm</sup>, and was formed of 10 larger lobes. The anterior genital mass had a length of 7<sup>mm</sup>, the full half of which was formed by the penis. The short-bag-shaped penis was 4<sup>mm</sup> high; when opened it showed quite the same structure as in the specimen examined before (comp. l. c. p. 42. Pl. VII, Fig. 18—19), the two festoons set with hooks passing into each other above and below. The thorns mostly placed in one series, were dark chestnut, only at the point a little bent, reaching to a height of 0.08<sup>mm</sup> (fig. 5), otherwise as before described. The mucous-albuminous gland was yellowish and whitish, the seminal vesicle pyriform.

<sup>1)</sup> This reminds of the variability of the liver-branches in *Dendronotus*.



## Fam. Tethymelibidae.

Comp. R. BERGH. l. c. 1897. p. 1039—1043.

**Melibe, RANG.**

*Melibe*, RANG. Man. — des moll. 1829. p. 129. pl. III, Fig. 3.

— , R. ALDER and HANC., notice of nudibr. moll. Trans. zool. soc. of London. V, 3. 1864. p. 37.

— , R. BERGH, malacolog. Unters. Heft. 9. 1875. p. 382—386. Taf. XLV—XLVIII.

— — , Beitr. z. Kenntn. d. japan. Nudibr. I. Verh. d. k. k. zool. bot. Ges. in Wien. XXX. 1880 p. 160—165, Taf. II, Fig. 1—11; Taf. III, Fig. 1—2.

— — , Beitr. z. Kenntn. d. Gatt. *Melibe*, RANG. Ztschr. f. wiss. Zool. XLI. 1884. p. 142—152. Taf. III.

— — , Beitr. zur Kenntn. d. Aeolidiaden. IX. Verh. d. k. k. zool. bot. Ges. in Wien. XXXVIII. 1888. p. 688—693. Taf. XVII, Fig. 13—14; Taf. XIX, Fig. 3—7.

*Chioraera*, GOULD. Un. St Explor. exped. Moll. 1852. p. 309. Fig. 404.

This so peculiarly and singularly looking animal has already in the infancy of malacology (1829) been formulated as representing a generic group, but remained very long (till 1864) misappreciated; it has, however, in the later decennaries several times been subjected to examination.

These animals which in some parts of the seas very likely will be found as frequent as Tethys in the Mediterranean, belong only to the warmer and tropic seas. Continued examination is likely to reduce the number of the mentioned species, which are the following:

1. *M. rosea*, RANG. — *M. capense*.
2. *M. Rangii*, BGH. — *M. rubrum*.
3. *M. fimbriata*, ALD. et HANC. — *M. indic.*
4. *M. pilosa*, PEASE. — *M. pacific.*
5. *M. capucina*, BGH. — *M. philipp.*
6. *M. leonina* (GOULD). — *M. pacific.*
7. *M. vexillifera*, BGH. — *M. japon.*
8. *M. papillosa* (de FILIPPI). — *M. japon.*
9. *M. ocellata*, BGH. — *M. indic.*
10. *M. ? australis*, ANGAS. — *M. pacific.*

*M. bucephala*, BGH, n. sp.

Pl. III, Figs. 6—10.

One single specimen of this form was taken on Febr. 22<sup>nd</sup>, 1900, not far from Tung Kaben, on a bottom of mud mixed with sand, at a depth of 6 fathoms, creeping on phanerogame plants (*Halophila*).

The animal, which was otherwise well preserved had unfortunately lost all its (large) dorsal papillæ, with the only exception of three.

The colour of the soft, living animal is stated to have been brown, passing in spirit almost instantly into green. Kept in spirit its colour was greenish white, but everywhere covered with very fine white dots, which were especially close-standing at and round the papulæ of the skin; on the sides of the body as also on the large dorsal papillæ (epinotidia) scattered brown papulæ were found; the inside of the cowl and the sole of the foot had no dots. — The length of the animal was 6<sup>cm</sup>, by a height of the body of up to 1.9<sup>cm</sup>, and a breadth at the back anteriorly of 1<sup>cm</sup>; the length of the head was 15<sup>mm</sup>, by a height of 9<sup>mm</sup>, and a breadth of up to 15<sup>mm</sup>; the height of the rhinophores was 4<sup>mm</sup>; the length of the innermost cirrhi of the margin of the cowl was up to 2.5<sup>mm</sup>; the height of the largest preserved dorsal papillæ was 15<sup>mm</sup>, by a breadth of 9<sup>mm</sup>, and a thickness of up to 4<sup>mm</sup>, at the base of the tail one more was found of a height of 9<sup>mm</sup>; anteriorly the foot projected freely to a length of 2.5<sup>mm</sup>, the breadth of the sole was 7<sup>mm</sup>, of which breadth almost 3<sup>mm</sup> on either side belonged to the foot-brim; the length of the tail (behind the large dorsal papillae) was 7<sup>mm</sup>.

With regard to the form of the body this species agrees with other *Melibes*. The cowl-shaped head had the common size, and was by a constriction separated from the body. The edge<sup>1)</sup> of the head is rather thin above and almost smooth (fig. 6); its other parts, however, are thick, inwardly somewhat refolded or convoluted, and provided with several, mostly perhaps about 5, close-set series of cirrhi, which are displaced among each other; these cirrhi are conical, somewhat constricted at the base, the innermost ones are the larger, towards the outside they decrease regularly in length. The inside of the cowl was smooth, only towards the oral aperture, and quite into it, it was closely covered with fine tubercles. The outside of the head was covered with similar tubercles and papulæ as those of the back; behind its middle was found on either side, and somewhat to the side, the rather high rhinophore, which was on the outside like the vicinity, above it was spread in a somewhat cup-like way and hollowed, with indented edge; from the bottom rises the beautiful club with about 10 leaves and a small terminal papilla. — The body which is upon the whole soft, was rather compressed. The back was longitudinally only little arched, rather flat, on it was found scattered everywhere small rounded papulæ and globular small papillæ set with fine tubercles. The lateral edges of the back seem to have been provided with 5—6 large dorsal papillæ set at rather regular distances, and in the intervals between these papillæ sometimes smaller ones of a height of 2—3<sup>mm</sup>. The large

---

<sup>1)</sup> The rather broad notch of the upper edge can scarcely have been produced by mutilation, as it is too regular, and the edge with the cirrhi tapered on either side towards this notch.

papillæ were sessile, below somewhat narrower, above broader with the edge more or less indented; their inner side was flat and almost smooth, while the outer side was somewhat arched and covered with rounded papulæ, as were also the edges. The anal aperture was before the second papilla (of the right side). The somewhat arched sides of the body were covered with white, mostly somewhat conical papulæ; between these papulæ similar ones were found sparingly scattered, most of which were retracted towards their base, brownish, of a diameter of about 0.75mm. Before (on the right side) the contracted genital aperture was found surrounded by papulæ. The narrow foot projected a little anteriorly, its rounded fore end was provided with a marginal furrow, the foot-brim was relatively broad; the sole of the foot was of almost the same breadth through its whole length; the tail was a little tapering.

The intestines were nowhere to be seen from without, which was, however, the case with thin muscular strings running along the whole length of the sides of the body. The walls of the body were rather closely connected with the intestines by a loose connective tissue. The cavity of the body did not reach to the last of the dorsal papillæ.

The central nervous system which was only with difficulty to be prepared off from the closely attached covering of connective tissue, was about like that of *M. papillosa* (comp. l. c. 1884. p. 148. Taf. III, Fig. 5, 14 d); its surface was rather uneven; the nerve cells had a diameter up to 0.2mm. — The quite short-stalked eyes had a diameter of 0.16mm. The otocysts had a diameter of 0.12mm, with rather numerous otoconia. The skin showed everywhere the common large number of glandular cells.

The outer mouth (below at the bottom of the cowl) is set with quite small white cones; also the inside of the buccal tube is covered with such cones more close-standing; this latter is separated from the bulbus pharyngeus outwardly and inwardly by a furrow. Both the buccal tube and the pharyngeal bulb are wrapped with a closely adhering connective tissue; the length of both together is 5mm by a diameter of 3.5mm; the long retractors of the pharyngeal bulb are as those of *M. papillosa*. The inside of the small pharyngeal bulb shows slight longitudinal folds set with very small papillæ. The mandibles joining above, are of a form about like that of other *Melibes* (fig. 7), somewhat curved longitudinally, of a length of 2.25mm, divided by a longitudinal ridge into an inner yellowish part and an outer (whitish-) colourless part; the masticatory edge is finely dentate in the upper part, in the lower part provided with coarser, rounded teeth.

The salivary glands were as usual, small (1mm long), uneven, whitish.

The oesophagus had a length of 4mm by a diameter of 2mm; the fine folds of its inside cease abruptly by the transition to the stomach. The stomach had a length of 6mm, by a diameter of 4mm, its form was oval; the belt of the stomach plates shines through in about the first half of it, and immediately before the belt the foremost liver branch is

attached on either side somewhat upwardly; the hinder, somewhat larger, part of the stomach transparent, it was rounded posteriorly, and from its hinder part the intestine issues to the right. The belt of plates consisted of 28 faint lemon-coloured, rather firm plates, partly alternating in height and length (figs. 8, 9), most of which were large; they had a length of up to 2.5<sup>mm</sup> by a height of up to 0.45<sup>mm</sup>. The part of the stomach behind the belt of plates was smooth. The short intestine was wider in its first part, and showed several small pocket-like widenings arranged in a series (comp. the corresponding organ in *M. papillosa*. l. c. Taf. III, Fig. 15 c); next the intestine passed arcuately down, and then rose to the anus; it was provided with a strong longitudinal fold. — The alimentary cavity was quite empty.

The three principal liver branches were as those in the last-mentioned species (comp. l. c. Fig. 14). The two foremost branches which open into the stomach anteriorly, were almost sessile, and had a thickness at the base of 3<sup>mm</sup>; the left one was already at the base connected with the long common liver-branch. This latter ran through the cavity of the body towards the last large dorsal papilla<sup>1</sup>); together with its ramified hepatic tubes, and the papillar principal branches, as also the numerous round lobules of the hermaphrodite gland, it is wrapped in felt-like, closely adhering connective tissue. The axial principal branch is quite thin-walled, tapering posteriorly, covered all round with close-standing lobules, which ramify from the base in a grapelike manner, and rise between the globular hermaphrodite glandules for a great part covering these latter. The 5—6 thick branches rising on either side to the dorsal papillæ, are of the same structure. The continuation of these branches, the intrapapillar hepatic branchlets, reach scarcely farther upward than half the length of the papillæ; below they are unbranched, and farther upward they only give off a few short branches (comp. l. c. Fig. 18).

On the foremost two thirds of the principal liver stem the numerous lobules of the hermaphrodite gland were found, lying partly more deeply, partly on the surface, more or less wrapped by connective tissue and by closely adhesive hepatic lobules. The lobules of the hermaphrodite gland are mostly globular, with a strong navel on one side, and reach a diameter of up to 1<sup>mm</sup>; they are composed of closely pressed smaller globes, the peripheric part of which contains eggs, the central part fully developed zoosperms (comp. l. c. 1875. Taf. XLVII, Fig. 21, 22; Taf. XLVIII, Fig. 13). The duct of the hermaphrodite gland appears anteriorly behind the pylorus, and runs to the anterior genital mass which is situated to the right anteriorly (fig. 10). This mass is large, 10<sup>mm</sup> long by a height of 6<sup>mm</sup> and a thickness of 4<sup>mm</sup>, and the duct of the mucous gland with the

---

<sup>1</sup>) In the hinder part of the body a Spionide was lying, of a length of 15 mm, by a diameter of 0.75 mm, with the head attached in the region of the attachment of the last dorsal papilla.

vestibulum genitale adds still 2<sup>mm</sup> to the length; on the outside the seminal vesicle is seen in the middle with its duct that turns down with many windings; before the former the prostata, and before the latter the penis with the seminal duct is found. The duct of the hermaphrodite gland forms at the middle of the inside a not thick, and not long, somewhat twisted ampulla; at the navel of the back side of the prostata this ampulla divides into the ovigerous and the seminal duct. The ovigerous duct is rather long, twisted, up to the last third part somewhat thicker (forming, however, no «fanshaped organ»), and opens at the thick end of the duct of the seminal vesicle beside the albuminous gland. The globular, yellowish prostata (fig. 10 b), which is quite finely granulated on the surface, has a diameter of 3·5<sup>mm</sup>; it has a strong navel on the hinder side, a less pronounced one on the fore side; from the latter issues the powerful seminal duct (fig. 10 a), of a diameter of 0·6<sup>mm</sup> and a length of 11<sup>mm</sup>. This duct opens into the top of the penis, which has a length of 8<sup>mm</sup> by a diameter of 2<sup>mm</sup>. The penis (fig. 10 d) is inversely conical, somewhat compressed; the praeputium is thin, and its cavity is quite filled by the strong, also somewhat compressed, conical glans, through which the seminal duct runs directly to its pointed, refolded end. The seminal vesicle (fig. 10 a) is bagshaped, 3<sup>mm</sup> long, its contents were semen; the winding, powerful duct was wider below, it opened in at the base of the duct of the mucous gland. The mucous-albuminous gland was grayish and whitish; the efferent duct passes into the vestibulum genitale (fig. 10 c) by a shallow narrowing.

Beside the animal was found a large spawn, which Dr. MORTENSEN regards as perhaps arising from it. The spawn forms a large heap of a diameter of 3·5<sup>cm</sup>, composed of the innumerable windings of a dull yellow tube of a diameter of 0·75<sup>mm</sup>. The tube contained inside of the tough, transparent covering several, between each other displaced series of more or less cleft eggs<sup>1)</sup>.

If the form of the cowl does not originate in mutilation, we have here a new species; on a contrary supposition the animal examined here would perhaps belong to the *Melibe papillosa* (de FILIPPI).

### Fam. Aeolidiidae.

#### Subfam. Flabellinidae.

Comp. R. BERGHE, System der nudibranch. Gasteropoden. Malacolog. Unters. Heft. XVIII. 1892. p. 1033.

<sup>1)</sup> Accordingly the spawn would be rather different from that of the Tethys. Comp. Lo Bianco, notizie biologiche. Mittheil. aus d. zool. Station zu Neapel. VIII. 1888. p. 421.

Corpus elongatum, gracile; notaeum processibus brachioformibus vel limbo marginali lato continuatum papillis non caducis praeditis. Rhinophoria perfoliata, tentacula elongata; podarium angulis tentaculatim productis.

Margo masticatorius mandibularis seriebus denticulorum instructus. Radula triseriata.

Although the nudibranchiate Gasteropoda already some years ago were known to such an extent and in such a way, that a systematic arranging might be attempted, the given arrangement will be likely to prove only to be temporarily justified, as the discovering of new forms that will not fit in with the given generic groups, will necessarily bring many alterations in the provisional arrangement.

Absolutely common to the different genera that have been put together in the family *Flabellinidae*, is only the elongated form of the body with the strong development of the marginal part of the back, as also the rather long tentacles. With the exception of *Calma* they have all perfoliate rhinophores, and with the exception of *Samla*<sup>1)</sup> they have all long foot-feelers. The latter genus shows also only one series of denticles on the masticatory edge of the mandibles, while the other genera have several series of such denticles. With the exception of *Pteraeolidia*, the radula of which is uniserial, the others have three series of tooth-plates<sup>2)</sup>. In *Flabellina* and *Calma* the glans penis is armed with a sting, while in the other genera it is unarmed.

The family, as established at present, contains the genera *Flabellina*, *Calma*, *Samla*, and the present new one<sup>3)</sup>.

#### Nossis, BERG. N. Gen.

Notaeum limbo marginali lato. — Penis inermis.

The genus is distinguished from the others by the thin conspicuous dorsal brim, otherwise it seems to be rather nearly related to *Samla*, and as in this latter the penis is unarmed, while by *Samla* the foot-feelers are wanting, and the masticatory edge of the mandibles has only one series of denticles.

#### *Nossis indica*, BERG. n. sp.

Pl. III, Figs. 11—12.

Two specimens of this form were taken at Koh Kam on March 2<sup>nd</sup> 1900, at a depth of 30 fathoms.

<sup>1)</sup> R. BERGH, *Ergebn. einer Reise nach dem Pacific (Schauinsland)*. Die Opisthobranchien. Zoolog. Jahrb. XIII, 3. 1900. p. 237.

<sup>2)</sup> Three series of tooth-plates are also found in the distant genera *Galvina*, *Capellinia*, *Hero*, *Madrella*. and in the *Coryphellidae*.

<sup>3)</sup> νόσσις, a Grecian poetess.

The length of the smaller specimen was 9<sup>mm</sup>, that of the larger one 11<sup>mm</sup>, the measures below refer to the latter. The height of the body proper was 2.5<sup>mm</sup>, the breadth (of the back) up to 4<sup>mm</sup>, 1<sup>mm</sup> on either side belonging to the dorsal brim; the length of the tentacles was 1<sup>mm</sup>, the height of the rhinophores 2<sup>mm</sup>, the length of the dorsal papillæ up to 7.5<sup>mm</sup> (by a diameter at the base of 0.6<sup>mm</sup>); the breadth of the foot was in the middle 2.5<sup>mm</sup>, nearly 1<sup>mm</sup> on either side belonging to the foot-brim, the length of the foot-feelers 2<sup>mm</sup>, of the tail 3<sup>mm</sup>. — The colour was upon the whole whitish; the brown-gray liver-lobes were distinctly seen shining through in the papillæ, and the yellowish liver was to be discerned everywhere through the body.

The form was elongated and rather narrow, posteriorly the tail projected over the body. The head showed well developed, but not long tentacles; the rhinophores were not long-stalked, the club had about 30 leaves (on either side of the rather broad rhachis) and end-papilla. The back proper was narrow, but with a thin, relatively broad brim, which projected into 7—8 little conspicuous, short and rounded lobes, on which the papillæ were placed in curves; of such curves 9—10 seemed to be present, and in the curves 4—7 papillæ seemed to be found; the number of papillæ appeared on either side to be 50—60; the back proper was even, as it were somewhat sunk between the brims, and, with the exception of the very hindermost part, naked. The papillæ were cylindric, a little tapering above, very closely adhesive (non caducae), the outermost ones were short, the innermost ones (2—3) very long, often (in the dead state) wound round others by which fact the determination of the distribution into series became very difficult and somewhat uncertain. The sides of the body were rather low, somewhat sloping inward; the genital papilla was found in the usual place; the anal papilla was lying between the first and second third parts of the length of the body, in a notch in the dorsal brim, in the margin of the back. The foot was anteriorly rather broad, with a marginal furrow, continuing through the rather long foot-feelers; the foot-brim was rather broad; the tail in which the back by and by passes, rather long, flatly tapering.

The cerebro-pleural ganglia were roundish, of almost double the size of the more oval pedal ones, the commissure of which was of about half the length of one of the ganglia; the large olfactory ganglia were a little larger than the pedal, globular (of a diameter of 0.25<sup>mm</sup>). — The almost sessile eyes had a diameter of 0.075<sup>mm</sup>; the globular otocysts had a diameter of 0.08<sup>mm</sup>, and were closely filled with otoconia of the common kind.

The buccal tube was surrounded by a strong glandular layer. — The bulbus pharyngeus had a short-oval form, 1.5<sup>mm</sup> long, the radula-sheath projected a little posteriorly. The mandibles were brown yellow; the hinge-part was not strong; the masticatory process was rather short; the masticatory edge, of a breadth of up to 0.06<sup>mm</sup>, was

set with several (up to about 12) close-standing (quincuncial) series of cones, which had a height of up to  $0.012\text{mm}$ , and were somewhat indented at the mouth-edge. The secondary mouth cavities were rather wide, and their back wall was lined with a strong yellow cuticle. The tongue had a long lower edge and a short upper one; on the former was found in the larger specimen 10 series of tooth-plates, on the latter 3 such series; in the smaller respectively 12 and 2 series were found. In the long radula-sheath was found in the former specimen 20 fully developed series and two undeveloped ones, in the latter specimen 17 and 2 series. Thus the total number of series of tooth-plates was 35 and 33. The median tooth-plates were light yellow, the lateral ones almost colourless. The breadth of the median plates was  $0.06\text{mm}$ , their height  $0.035\text{mm}$ ; the length of the lateral ones was mostly  $0.10\text{mm}$ . The median plates (fig. 11a) were rather low, the cutting edge had 6—7 pointed denticles, the basal plate was anteriorly deeply notched. The lateral plates (fig. 11b) were much flattened, thin, highly notched in the fore edge, and the outer leg of the basal plate was longer than the inner one; the tapering hook showed on the inner edge 8 (—10) short, pointed denticles.

Besides common salivary glands (*Gl. salivales*) also secondary salivary glands (*Gl. ptyalinæ*) seemed to be present.

The oesophagus was short. Into the roundish stomach opened on either side a biliary duct, and posteriorly the larger duct of the principal liver. The intestine was rather short.

The hepatic lobes of the dorsal papillæ were long, sometimes somewhat bent in a serpent-like way, with even surface. The yellow liver-branches issuing from the base of these lobes united at the base of the series, and branches of 2—3 series formed larger stems shining very distinctly through the clear dorsal brim. At the end of the dorsal papillæ the cnido-bag was found as usual, it was pyriform, of a length of up to  $0.7\text{mm}$ , by a diameter below of up to  $0.30\text{mm}$ ; besides smaller elements it contained larger ones of a length of  $0.037$ — $0.045\text{mm}$  (fig. 12). (In the buccal cavity of both specimens a countless number of these large cnidæ was found.)

The yellow hermaphrodite gland was of the same breadth as the back proper, and ran to the end of the body; in its close-pressed roundish lobules developed sexual elements were found. — The anterior genital mass was roundish, of a diameter of  $2.25\text{mm}$ , yellowish and whitish. The bag of the penis showed the unarmed glans.

---



**Marseniidae.**

R. BERGH, malacolog. Unters. Supplementheft III, 1—2. 1886—1887. m. 14 Taf.

**Marsenia, LEACH.***Marsenia perspicua* (L.).

Pl. III, Figs. 13—14.

Of this form 4 specimens, 3 female, and one male, were taken on Decr. 30<sup>th</sup> 1900 at the coast of Lem Ngob, of which only the largest one was more closely examined.

The largest one of the much hardened specimens which were kept in spirit, had a length of 11<sup>mm</sup>, by a breadth of 9·5<sup>mm</sup>, and a height of 5<sup>mm</sup>; the length of the foot-sole was 6<sup>mm</sup> by a breadth of 3·5<sup>mm</sup>; the length of the tail was 3<sup>mm</sup>; the breadth of the mantle-brim was almost 2·5<sup>mm</sup>. The length of the smallest (male) specimen was 4<sup>mm</sup>. — The colour of the mantle-brim was gray on the upper side with numerous white spots shining through, and with scattered black spots and stripelets; the back (fig. 13) itself was dark gray with numerous whitish dots and a few black spots. The lower side of the whole body was whitish gray, posteriorly and at the left side the shell shone through with a strong whitish colour, and the whole contour of the shell was upon the whole highly conspicuous. The upper side of the tentacles and the neck were black, as was also the upper side of the foot.

When the whole mantle was removed from the shell, the inside of the whole (also outwardly dark gray) middle part was seen to be gray with close-standing black spots, between which a few white ones were sprinkled.

The (slightly yellowish-) white, rather firm shell had a length of 7·5<sup>mm</sup>, by a breadth of almost 6<sup>mm</sup>, and a height of 4·5<sup>mm</sup>. Its form was as usual, the stripes of growth rather strong.

The form of the larger, more closely examined (female) specimen was the typical one. The back was completely smooth.

The central nervous system was quite as usual.

The buccal tube was 1·25<sup>mm</sup> long, black at the fore edge. The bulbus pharyngeus had a length of 2<sup>mm</sup>, by a breadth of 1·75<sup>mm</sup>, and a height of 1·5<sup>mm</sup>; its form was quite as usual. The mandibles were as usual; their fore end was yellow as far as the fold, otherwise they were colourless. — In the slightly yellowish (up to 0·30<sup>mm</sup> broad) radula of the tongue, 12 series of tooth-plates were found, under the tectum radulae 5 series, and in the long, rolled up sheath 33 series, of which the four hindmost ones were still undeveloped; thus the total number of series was 50. The median plates had

behind a breadth of 0·10<sup>mm</sup>, the anterior refolded edge had on either side of the pointed hook 3 (—4) denticles, the legs which were not of quite the same length, were less spread than usual (fig. 14). The lateral plates were of the common form; their body (as far as to the bending into the hook) had a length of 0·16<sup>mm</sup>; the hook showed at the upper edge mostly 11—12 denticles, sometimes also 7—8, at the lower edge 4 (—5) denticles.

The oesophagus as usual with a widening. On the fore side of the yellowish «psalterium», of a diameter of 1·5<sup>mm</sup>, the common, transversely situated bag (the second crop) is found. The stomach proper and the intestine seemed to be as usual. — The liver was yellow.

The gill was as usual, its height was up to 2<sup>mm</sup>. The olfactory organ (Spengel) had a breadth of up to 1·25<sup>mm</sup>.

No developed sexual elements seemed to be found in the ovary. The somewhat flattened mucous-albuminous gland was whitish; the few seminal vesicles were small and white. — The penis of the common form.

The larvæ of the *Marseniæ*, the *Echinospira* a. s. o. are found widely spread in plankton, and carried far and wide by the currents, and by far most of the forms of *Marsenia* described as species, are likely to be only local varieties of the *Marsenia perspicua* which seems to be almost cosmopolitan<sup>1)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Among the *Marsenia* collected by Plate at the western coast of South America I have pointed out several such varieties. Comp. Die Opisthobranchien der Sammlung Plate. Zool. Jahrb. Supplement IV, 3. 1898. pp. 564—569.

## Plate I.

*Aplysia immunda*, BEN.

- Fig. 1. Piece of the anterior back.  
 — 2. Thorns of the palate.  
 — 3. Elements of the mandibles.  
 — 4. Median and first (left) lateral plates.  
 — 5. Lateral plates.  
 — 6. Outer end of a series of plates, *a* outmost.  
     Figs. 2—6 with cam. drawn. 350×  
 — 7. Plates of the posterior stomach. 55×  
 — 8. Penis, *a* M. retractor.

*Aplysiella incerta*, BEN.

- Fig. 9. A papilla of the back. 100×  
 — 10. The shell, from the upper side.  $\frac{3}{1}$ .  
 — 11. The central nervous system. 55×. *aa* Ganglia cerebralia, *bb* Ganglia pleuralia, between the latter the two visceral Ganglia, *cc* Ganglia pedalia, *d* N. genitalis, *e* N. osphradialis, *f* Ganglia buccalia & gastro-oesophagalia.  
 — 12. Elements of the mandibles.  
 — 13. Thorns of the palate, *a* a thorn seen from the upper margin.  
 — 14. Median part of the rasp, *a* median plates.  
 — 15. The 24th plate from the end of three rows.  
 — 16. Outer end of a row of plates, *a* outmost.  
     Figs. 14—16 with Cam. 350×  
 — 17. Thorns from the posterior stomach. 200×  
 — 18. Cones of the glans penis. 350×

*Aplysiella ? unguifera* (RANG) ?

- Fig. 19. Villus of the back. 100×  
 — 20. The shell, from the upper side.  $\frac{5}{1}$ .  
 — 21. Hinder end of the same, from the underside.  
 — 22. Elements of the mandibles.  
 — 23. Thorns of the palate.  
 — 24. Part of the rhachis of the rasp from the upper side, *a* median plates.  
 — 25. Similar from the underside.  
 — 26. One of the interior lateral plates, from the side.  
 — 27. A plate from the middle of a series, from the side.  
 — 28. Outer end of a series of plates, *a* outmost.  
     Figs. 24—20 drawn by Camera. 350×  
 — 29. Plates of the stomach. 100×  
 — 30. Cone of the glans penis. 350×

*Aclesia ocelligera*, BGR.

- Fig. 31. A simple Villus. 55×  
 — 32. A compound Villus.  
 — 33. The rhinophor.  
 — 34. Part of the palate. 350×  
 — 35. A single thorn of the same. 750×  
 — 36. Elements of the mandibles.  
 — 37. Outmost lateral plates. *a* the outmost one.  
 — 38. Cones of the bottom of the praeputium.  
 Figs. 36—38 drawn by Cam. 350×

## Plate II.

*Aclesia ocelligera*, B.

- Fig. 1. The gill-cavity from above. *a* kidney, *b* pericardium with the transparent heart, *c* its right darkly pigmented margin, *d* the gill, *e* anal papilla.  
 — 2. The central nervous system; *a* cerebral and *bb* pleural ganglia, between the two latter the two visceral ganglia, *cc* pedal and *d* buccal ganglia.  
 — 3. The tongue from the upper side, *a* rasp sheath.  
 — 4. From the rhachidian part of the rasp; *a* median, *b* lateral plates.  
 — 5. Inmost part of a lateral series of plates, *a* first, *b* fourth plate.  
 — 6. *a* the sixth, *b* the seventh plate.  
 Figs. 4—6 drawn by Cam. 350×  
 — 7. Median and first lateral plate from a smaller individual.  
 — 8. Outmost part of 6 series of plates, *a* outmost.  
 Figs. 7—8 drawn by Cam. 350×  
 — 9. *a* oesophagus, *b* salivary glands, *c* stomach, *dd* margins of the posterior visceral mass (liver), *e* posterior stomach, *f g* intestine.  
 — 10. *a* Duct of the hermaphrodit-gland, *b* anterior genital mass, *c* spermatocysta, *d* spermoviduct, *e* spermatheca, *f* vulvar-papilla.  
 — 11. Penis.  $\frac{2}{3}$ . *a* M. retractor.

*Doridium lineolatum*, AD.

- Fig. 12. The animal, from the backside.  $\frac{2}{3}$ .

*Plakobranchus ocellatus*, VAN HASS.

- Fig. 13. A dental plate.  
 — 14. The hook of the penis.  
 Figs. 13—14 drawn by Cam. luc.

*Phyllidiella nobilis*, BGR.

- Fig. 15. Drawing by Dr. MORTENSEN of the living animal.

*Doriopsis rubra* (KELLAART).

- Fig. 16. End of the glans penis; *a* vas deferens.

*Doriopsis nigra* (STIMPSON).

- Fig. 17. Part of the armature of the vas deferens.  
 Figs. 16—17 drawn by Cam. luc. 350×

*Thordisa maculigera*, B.

- Fig. 18, 19. Plates in different positions.  
 — 20. End of a series of plates, *a* the outermost one.  
     Figs. 18—20 drawn by Cam. 350 ×  
 — 21. *a* spermatheca, *b* spermatocysta.

*Chromodoris histrio*, B.

- Fig. 22. Drawing of the living animal by Dr. MORTENSEN.  
 — 23. Elements of the lip-plates.  
 — 24. Plates of the rasp in different positions.  
     Figs. 23—24 drawn by Cam. 350 ×

*Marionia chloanthes*, B.

- Fig. 25. *a* median plate, *b* first lateral one.  
 — 26. From the middle of the series of lateral plates.  
     Figs. 25—26 drawn by Cam. 200 ×  
 — 27. A stomachal plate. 55 ×

## Plate III.

*Bornella digitata*, AD. et REEVE.

- Fig. 1. *a* oesophagus, *b* first stomach with the bilious duct, *c* masticatory stomach, *d* third stomach, *e* intestine, *f* anus; from the underside.  
 — 2. Median plates, from the side, *b* lateral.  
 — 3. *b* lateral plates, from the side.  
     Figs. 2—3 drawn by Cam. (350 ×)

*Bornella excepta*, B.

- Fig. 4. *a* oesophagus and first stomach, *bb* anterior (lateral) liver, *cc* posterior (chief-) liver, *d* masticatory stomach, *e* third stomach.  
 — 5. Part of the festoon of the praeputium with its thorns. 350 ×

*Melibe bucephala*, B.

- Fig. 6. The cap-formed head with the mouth-opening, from beneath, *a* margin of the fore end of the foot.  
 — 7. The jaw, *a* upper end.  
 — 8. Larger and  
 — 9. Smaller stomachal plate.  
     Figs. 7—9 drawn by Cam. 55 ×  
 — 10. Anterior genital mass. <sup>5</sup>/<sub>1</sub>. *a* spermatheca, *b* prostata, *c* spermduct, *d* penis, *e* vestibulum genitale.

*Nossis indica*, B.

- Fig. 11. Part of the rasp, *a* median, *b* lateral plates.  
 — 12. End of a papilla with *a* expelled cnidae.  
     Figs. 11—12 drawn by Cam. 350 ×

*Marsenia perspicua* (L.).

- Fig. 13. The animal from the backside. <sup>3</sup>/<sub>1</sub>.  
 — 14. Median plates, from the upper side. 350 ×

*Idalia plebeia*, BGR.

- Fig. 15. Branchial leaf from the side. 55×  
— 16. Lateral plate of three rows.  
— 17. Lateral and outer plate.  
    Figs. 16—17 drawn by Cam. 350×  
— 18. *a* oesophagns, *b* stomach, *c* bilious duct, *d* intestine.  
— 19. Glans penis with armature of the inside. 350×

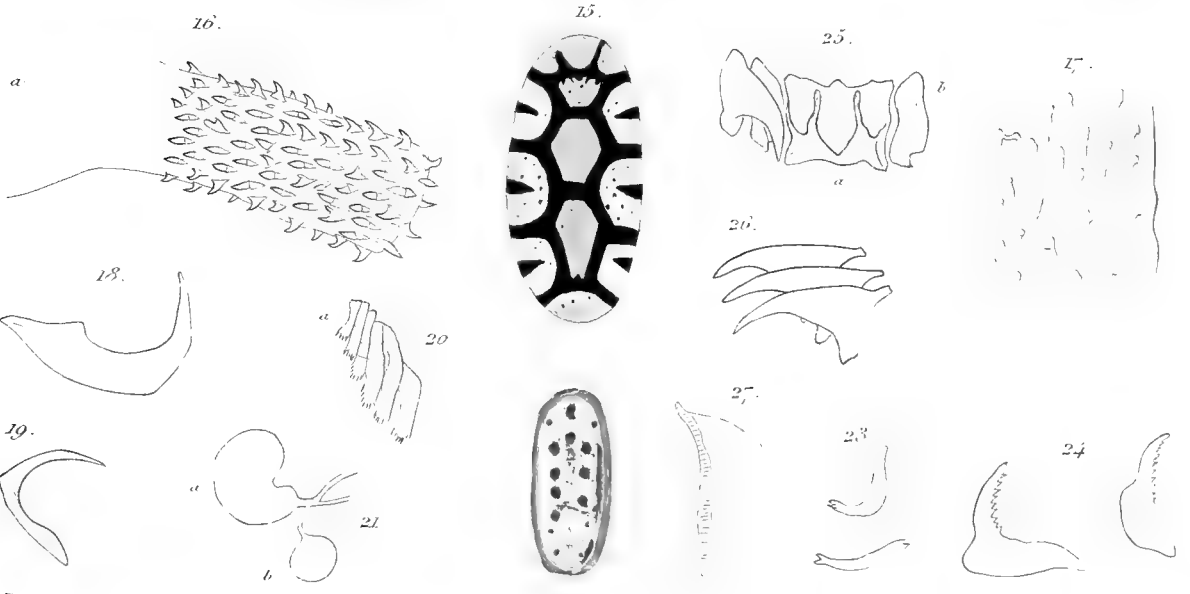
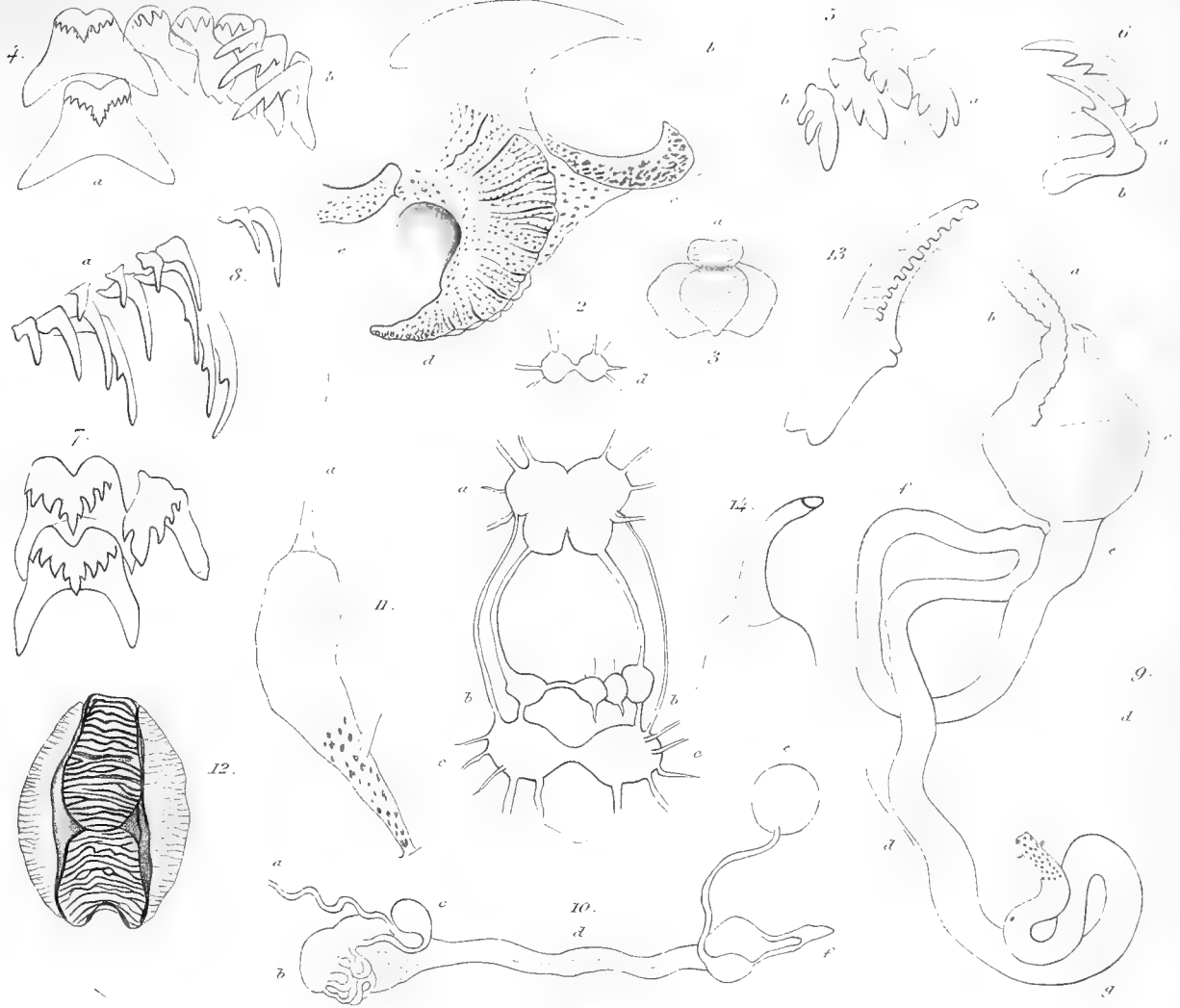
*Alys naucum* (L.).

- Fig. 20. Mandibular plate. 55×  
— 21. Elements of the same.  
— 22. From the middle of the rasp, *a* median plates.  
— 23. Lateral plates.  
    Figs. 21—23 drawn by Cam. (350×)
-

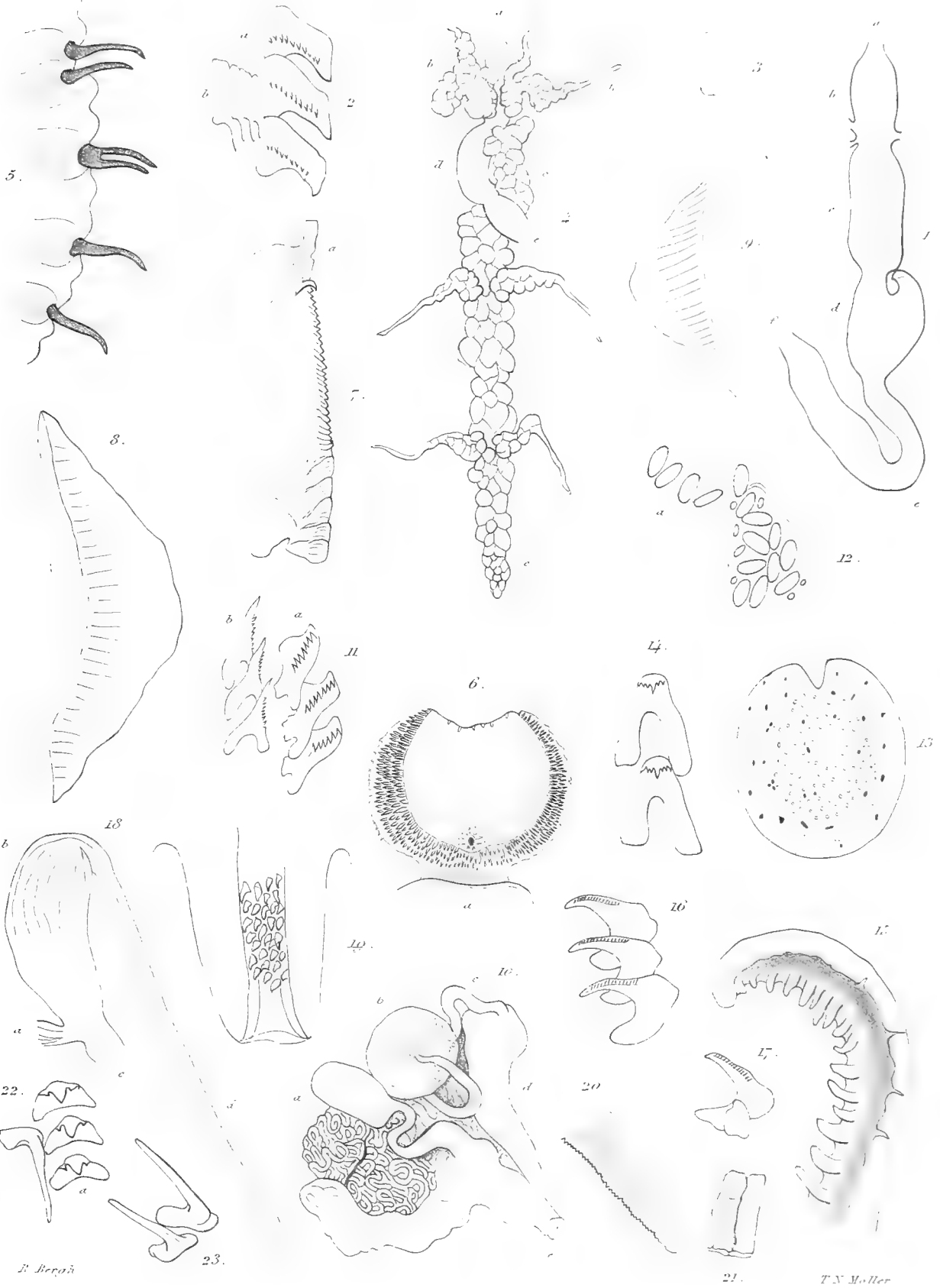














101° E. fr. Greenwich

Bangkok

# GULF of SIAM

PART  
of



NOTE

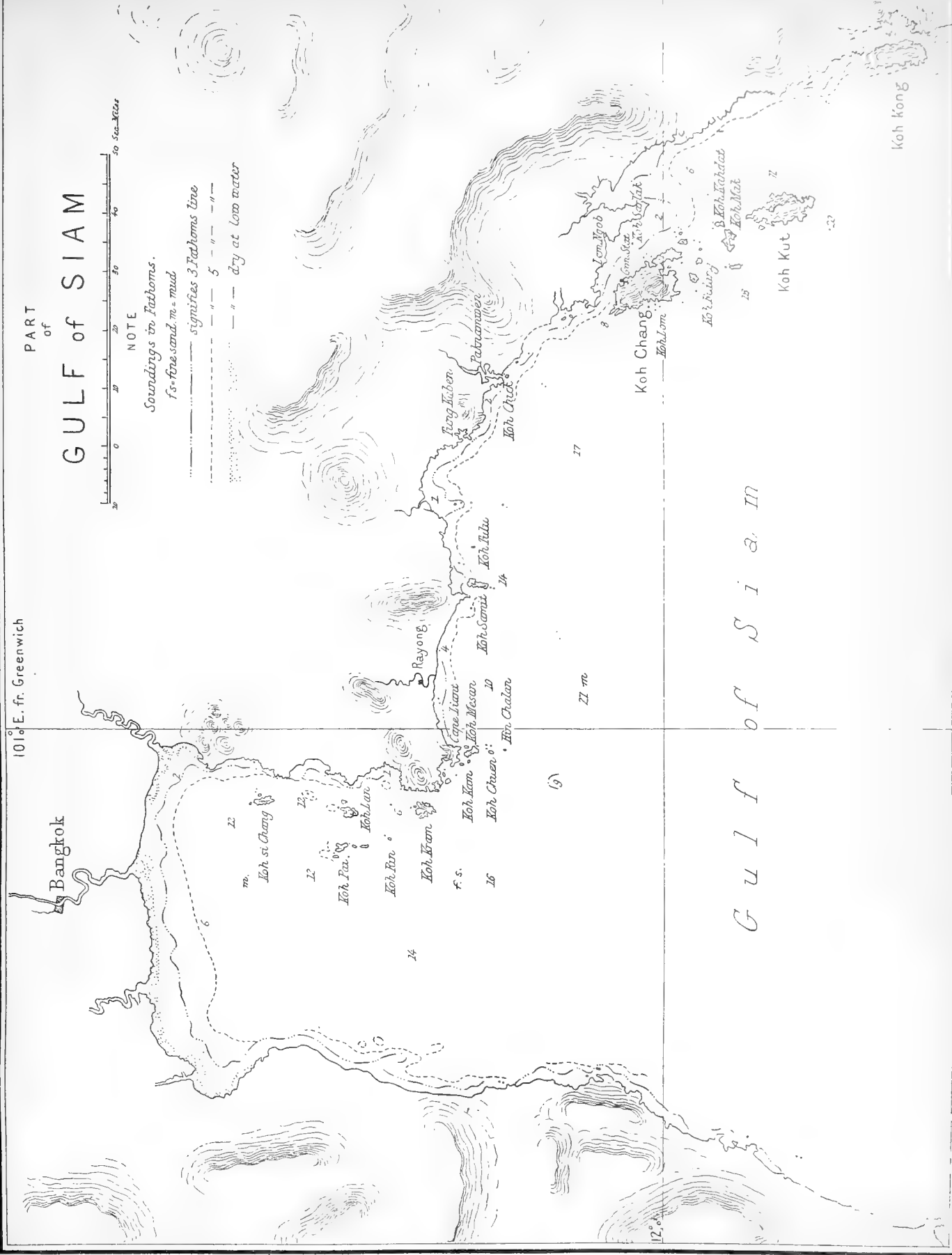
*Soundings in Fathoms.*

*f = fine sand, m = mud*

*— — — — — signifies 3 Fathoms line*

*— — — — — 5 — — — —*

*— — — — — dry at low water*



Gulf of S i a m



# De danske Farvandes Plankton

i Aarene 1898—1901.

---

D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, 6. Række, naturvidensk. og math. Afd. XII. 3.



Kjøbenhavn.

Bianco Lunos Bogtrykkeri.

1903.





# I.

Af C. G. Joh. Petersen.

---

# Indhold.

---

	Side
Undersøgelsernes Udvikling .....	5 (223).
Plankton-Nettene og deres Anvendelse .....	12 (230).
Plankton-Volumina .....	21 (239).
Fiskeæg og Fiskeunger .....	28 (246).

---

## Undersøgelseernes Udvikling.

Medens biologisk Station laa i Limfjorden i 1896, studerede jeg denne Fjords vekslende Plankton; ikke saa meget for at udrede de enkelte Plankton-Organismers Forhold og Optræden, som for at faa at vide, hvor det til sine Tider saa rige Plankton i Fjorden stammede fra, om fra Vesterhavet eller fra Kattegat. Undersøgelserne viste, at det stammede i Hovedsagen fra Fjorden selv. Det opstaar og formerer sig her inde og opnaar derved undertiden en langt større Tæthed (Diatomemasser) end den, man samtidig finder hos Vesterhavets og Kattegats Plankton. Nogle faa Undersøgelser i Kattegat og Skagerak i 1897 med en ny, hertil konstrueret Lukkepose viste, at man ogsaa i det nordlige Kattegat undertiden havde med lokalt optrædende Diatomemasser at gøre, der ikke førtes ind med Strømme fra Skagerak, men maatte opstaa i selve Kattegat, altsaa Forhold der i meget lignede Limfjordens. Resultaterne af disse to Aars Undersøgelser foreligge i min Afhandling: «Plankton-Studier i Limfjorden 1897». (VII. Beretning fra den danske biologiske Station.)

Det blev mig snart klart, at Forholdene i Kattegat ikke vare saa lette at udrede som i Limfjorden; thi her er Vandmassen i Hovedsagen ensartet fra Overflade til Bund; men i Kattegat optræde forskellige over hinanden lejrede Vandmasser, med forskellige Strømretninger; kort sagt ligesaa vel som Kattegats Hydrografi er mere kompliceret end Limfjordens, ere dets Planktonforhold det ogsaa. Man maa undersøge de forskellige Vandmasser i Kattegat og bestemme deres Grænser, før man overhovedet kan begynde at undersøge deres Plankton; thi man ved ellers ikke, om man fisker i homogene Lag eller sammenblander Plankton fra flere saadanne. Det var derfor nødvendigt ved de fortsatte Undersøgelser først ved hver Station ombord at bestemme Vandmassernes Grænser ved Hjælp af deres Temperatur og Saltholdighed, og umiddelbart derefter at fiske i hver Vandmasse for sig med en Lukkepose. En Undersøgelse, baseret paa dette Princip, foretoges i 1898 og 1899 i Kattegat og Skagerak. Da Planktontætheden som Regel viste sig stor nok til paa hver «Station» at give tilstrækkeligt Materiale ved lodrette Træk, anvendtes

disse overalt; thi man faar ved disse Oplysning saavel om Planktonets Kvantitet som om dets Kvalitet. Medens man ombord straks kunde skønne, om Planktonets Hovedmasse dannedes af Diatomeer, Peridineer eller Copepoder, og dette indførtes i Journalen, maatte den detaillerede Bestemmelse af Organismerne foretages senere, ligesom Planktonets Vægt i Gram maatte undersøges i Laboratoriet paa den i ovennævnte Beretning Pag. 7 omtalte Maade, nemlig ved at filtrere Alcoholen, hvori Planktonet er gemt, gennem et Filter af samme Silkegaze som Planktonposen (Nr. 19) og derefter halvtørre det paa Filteret værende Plankton paa Trækpapir, saa det netop kan efterlade Spor af Fugtighed paa Papiret. Planktonet og Filteret vejes derpaa, og senere Filteret alene. Da allerede Planktonets ombord bestemte Art og dets Vægt give gode Oplysninger om Plankton-Indholdet i de forskellige Vandmasser i Kattegat og Skagerak, er der nedenfor givet en Fortegnelse over disse „Stationer“.

**Lodrette Planktontræk med Lukkepose paa „Stationer“ i Skagerak og Kattegat  
i 1898 og 1899.**

De hydrografiske Forhold ere først blevne undersøgte ombord med Termometer og Aræometer. Ved Nr. 1—7, 21—25, 26 og 27, 46—48, 50 og 51 er Saltholdigheden senere tillige bleven bestemt ved Titring. Titreringerne ere anvendte her i Tabellen. Ved Nr. 1—42 er en stor Lukkepose anvendt, ved de øvrige en mindre; men ved Multiplication med 5 af Vægten af det i disse indfangede Plankton er Overensstemmelse mellem begge Rækker nogenlunde opnaaet. — Silkegaze Nr. 19.

Tabel I.

Nr.	Sted, Dato og Dybde i Meter.	Dybde i Meter.	Havets Temp. i C.	Salt- holdighed.	Plankton		Nr.	Sted, Dato og Dybde i Meter.	Dybde i Meter.	Havets Temp. i C.	Salt- holdighed.	Plankton			
					fra M. til M.	vejet i Gram.						fra M. til M.	vejet i Gram.		
1	Frederikshavns Hav- nefyr i VNV <sup>1/2</sup> V. 1 <sup>1/4</sup> Kvml. 10 M. Kl. 6 <sup>1/2</sup> Fm. 2 <sup>1/4</sup> 98. Strøm- retning: Ringe Nor- denvande.	0	4,0	22,01	7—0	12,15	3	Hirtsholmene i NV <sup>3/4</sup> V 7 <sup>1/4</sup> Kvml. 44 M. Kl. 8 <sup>20</sup> Fm. 2 <sup>1/4</sup> 98. Meget ringe Søndenv- vande.	0	3,8	21,23	10—0	11,15		
		9	4,0	23,80	Diatomeplankton, uden Ctenophorer.				10	4,2	23,59	Brunt Diatomeplankt.			
									20	4,7	32,01	38—25	2,10		
									25	5,3	34,40	Brunt Diatomeplankt.			
								40	5,1	34,61	Enkelte Ctenophorer.				
2	Hirtsholmene NNV. 4 Kvml. 26 M. Kl. 7 <sup>10</sup> Fm. 2 <sup>1/4</sup> 98. Søn- denstrøm.	0	3,8	20,98			4	Skagens Fyrskib i S. 2 Kvml. 80 M. Kl. 11 <sup>30</sup> Fm. 2 <sup>1/4</sup> 98. Stærkt Søndenvande i Overfladen. Nor- denv. ved Bunden.	0	3,9	22,22	10—0	9,85		
		10	4,6	23,50					10	4,1	25,66	Brunt Diatomeplankt.			
		15	4,5	24,15	15—0	14,85						20—10	2,33		
		20	5,2	34,48	Brunt Diatomeplankt. 23—15				6,65	20	4,3	32,92	Brunt Diatomeplankt. 30—20		1,40
		25	5,3	34,41	Brunt Diatomeplankt. Ingen Ctenophorer.					30	5,1	34,22	Brunt Diatomeplankt. 40—30		1,50
											Som fra 75 M. til 58 M.				

Nr.	Sted, Dato og Dybde i Meter.	Dybde i Meter.	Havets Temp. i C.	Salt-holdighed.	Plankton		Nr.	Sted, Dato og Dybde i Meter.	Dybde i Meter.	Havets Temp. i C.	Salt-holdighed.	Plankton	
					fra M. til M.	vejet i Gram.						fra M. til M.	vejet i Gram.
4		40	5,2	34,68	50—40	0,90	24	Kobbergrundens Fyrskib i Ø 1/2 S. 5 Kvml. 7 M. Kl. 6 Eftm. 25/4 98. Østlig Strøm.	0	6,0	18,5	5—0	8,15
		50	5,8	34,92	Som fra 75 M. til 58 M.				5	5,6	18,7	Blegt Diatomeplankt.	
		60	6,2	35,18	75—58	0,30							
		75	6,2	35,19	Et meget sparsomt Plankton; store Copepoder.								
					30—0	7,45							
					70—30	1,14							
5	Mellem Skagens Fyr og Fyrskib. Fyrsk. i 300 Fv. Afst. 44 M. Kl. 1 <sup>10</sup> Eftm. 21/4 98. Stærkt Søndenvande i Overfladen. Nordenv. under 20 M.	0	4,2	22,39	10—0	8,55	25	Kobbergrundens Fyrskib i VSV 1/2 V. 1 Kvml. 84 M. Kl. 7 Fm. 26/4 98. Søndenv.	0	6,1	18,26	10—0	9,95
		10	4,1	23,74	Brunt Diatomeplankt.				10	4,2	25,12	Blegbrunt Diatomeplankton.	
		20	5,4	34,49	35—20	2,10			15	4,8	31,95		
		38	5,9	35,04	Brunt Diatomeplankt.				20	5,2	34,36		
								30	5,4	34,74	40—20	0,83	
								40	5,7	34,88	Store Copepoder.		
								60	6,0	35,08	80—40	0,55	
								80	6,1	35,16	1 Bolina; store Copepoder.		
6	Skagens Fyr i N 1/2 Ø. 7 Kvml. 21 M. Kl. 3 <sup>20</sup> Eftm. 21/4 98. Svagt Søndenvande	0	4,7	22,74			26	Vinga NNØ 1/4 Ø. 7 1/2 Kvml. 80 M. Kl. 10 <sup>30</sup> Fm. 26/4 98. Søndenvande.	0	6,0	18,25	3—0	4,75
		10	4,5	24,31					5	4,6	—	Brunt Diatomeplankt.	
		14	4,4	24,51	14—0	14,15			10	4,2	23,09	15—0	5,15
		16	5,2	32,58	Brunt Diatomeplankt.				15	4,3	30,43	Brunt Diatomeplankt.	
		18	5,3	34,45					20	4,6	33,63	30—20	1,10
7	Hirtsholmene i S til Ø 3/4 Ø. 7 Kvml. 10 M. Kl. 4 <sup>10</sup> Eftm. 21/4 98. Meget svag Strøm.	0	4,9	23,76	6—0	9,15 og 9,22	27	Nordre Rønner i SSØ 1/4 Ø. 8 Kvml. 38 M. Kl. 11 Fm. 4/6 98.	0	10,7	25,21	5—0	3,25
		8	4,5	23,92	Taget 2 Gange. Diatomeplankton.				5	10,5	25,46	Ingen Ribbegøpler.	
21	VNV for Anholt. 15 Kvml. 14 M. Kl. 9 Fm. 25/4 98. Strømmen ukendt.	0	5,8	16,99	9—0	8,65	27		10	8,7	30,85		
		10	4,6	23,73	Blegbrunt Diatomepl.				15	8,7	33,85		
22	Anholt Fyrtaarn i NNV. 6 Kvml. 44 M. Kl. 12 <sup>15</sup> Eftm. 25/4 98. Søndenvande sydvestl.	0	5,9	17,96	10—0	6,65	27		20	8,6	33,95		
		10	4,3	19,76	Diatomeplankton.				25	7,9	34,21	32—15	1,75
		15	4,9	32,20					34	7,3	34,52	Ribbegøpler.	
		20	5,1	33,42	36—20	0,70							
		38	5,2	34,31									
23	Anholt Fyrt. i SSV 1/2 V. 12 1/2 Kvml. 76 M. Kl. 2 <sup>50</sup> Eftm. 25/4 98. Søndenvande.	0	5,9	17,51	5—0	4,65	39	Kattegat: Øst f. Hirtsholmene, ca. 2—3 Kvml. 34 M. 11/6 98. Søndenvande.	0	16,0	20,2	5—0	2,95
		10	4,4	24,45	Blegt Diatomeplankt.				5	13,0	24,9	Blegt Diatomeplankt.	
		15	5,0	32,31	10—0	8,95			10	9,8	33,0	33—10	13,90
		20	5,2	33,71	Blegbrunt Diatomeplankt. med Bolina.				15	8,8	33,6	Rigt, brunt Diatomeplankton.	
		30	5,3	34,44	20—15	2,00			25	8,1	34,0		
40	Skagerak: N. f. Skagens Fyrskib. 3 1/2 Kvml. 92 M. 11/6 98.	0	15,1	32,5	80—25	2,55	40		0	15,1	32,5	80—25	2,55
		5	11,4	33,76	Bolina og Beroe samt brunagtigt Diatomeplankton.				5	11,4	33,76		
		10	10,2	34,10					10	10,2	34,10		



Nr.	Sted, Dato og Dybde i Meter.	Dybde i Meter.	Havets Temp. i C.	Salt- holdighed.	Plankton		Nr.	Sted, Dato og Dybde i Meter.	Dybde i Meter.	Havets Temp. i C.	Salt- holdighed.	Plankton	
					fra M. til M.	vejet i Gram.						fra M. til M.	vejet i Gram.
53	Fyrsk. «Skagens Rev» i S. 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Kvml. 86 M. Kl. 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Eftm. 12/11 98.	0	8,8	30,4			55	Kattegat:LæsøRende. 41 M. Kl. 3 Eftm. 7/3 99. Strømmen nord- lig, svag.	0	3,8	32,1		
		10	8,9	30,5					10	3,9	32,9		
		15	8,9	30,6					15	3,9	33,2	15—0	4,5
		25	9,3	31,2					20	4,7	33,5	Diatomeer.	2,0
		40	9,4	31,4	40—0	7,75			40	4,3	33,5		
		50	9,9	34,2	Diatomeer.								
		60	9,9	34,5									
		85	10,3	34,6	80—50	1,25	56	Skagerak: 2 Kvml. N f. Skagens Fyrskib. 86 M. 8/3 99. Strømmen østlig, stærk.	0	3,8	32,6		
		10	4,1	33,0					10	4,1	33,0		
		15	4,1	30,8	15—0	0,75			20	4,2	33,2	30—0	21,5
		20	5,2	33,3					40	4,6	33,9	Diatomeer.	
		30	5,9	33,7	39—20	0,50			50	4,7	34,3		
		40	5,9	33,8					60	4,7	34,5	84—50	4,0
									85	4,6	34,5		

Af Tabel I fremgaar det, at der den 21. April 1898 (Nr. 1—7) stod et meget tæt Diatomeplankton, brunt naar det fiskedes, grønt naar det kom i Alcohol, ved Frederikshavn, Hirtsholmene og Skagen i Vandlagene fra Overfladen til ca 15 Meters Dybde, i baltisk Vand der havde en Saltholdighed mellem 21—26 ‰, og som optraadte som Søndenvande helt op forbi Skagens Fyrskib. I det herunder liggende Vand af ganske anden Oprindelse med omtrent samme Temperatur, ca. 4—6° C., men med Saltholdigheder mellem 32—35 ‰, blev Planktonets Tæthed derimod betydelig ringere. For Eksempel i Nr. 3 ved Hirtsholmene toges der fra 10—0 Meter 11,15 Gram Plankton, men fra 38—25 M. kun 2,10 Gram, skønt her dog gennemfiskedes 13 Meter, altsaa 3 mere end i det øverste Vandlag. Ved Skagen bliver denne Forskel endnu større. I Nr. 4 toges fra 10—0 Meter 9,35 Gram, fra 20—10 Meter kun 2,33 Gram, fra 50—40 Meter endog kun 0,9 Gram, og i det herunder liggende Vand, hvis Saltholdighed er over 35 ‰, og hvis Temperatur er 6,2° C. og derfor maa antages at være af noget anden Oprindelse end det overliggende, toges fra 75—58 Meter kun 0,3 Gram Plankton af et andet Indhold end det ovenfor omtalte og indeholdende bl. a. store Copepoder. Det baltiske Vand var saaledes aldeles bestemt langt rigere paa Diatomeplankton, end de to underliggende Lag vare det. Nr. 2 synes dog at være en Undtagelse herfra, idet vi i Vand af over 34 ‰ fra 23—15 Meter faa 6,65 Gram, altsaa næsten et Gram pr. Meter, og fra 15—0 Meter faa 14,85 Gram. 34-Vandet er her saaledes usædvanlig rigt paa Diatomeer; men vi befinde os i Nr. 2 inde paa lavt Vand (26 Meter) og ikke mere end 4 Kvartmil fra Hirtsholmene. Dette tætte Plankton er aabenbart blevet indpodet i det saltre Vandlag fra det ovenover lejrede baltiske Vand, og lever nu her i bedste Velgaaende.

For at undersøge, om Planktonposen virkelig fisker nogenlunde lige meget Plankton under lige Forhold, gjordes i Nr. 7 et dobbelt Træk fra 8—0 Meter i et tæt Diatomeplankton; den ene Gang fiskedes 9,15, den anden Gang 9,22 Gram Plankton, altsaa overmaade nær samme Mængde. Dette Forsøg er flere Gange gentaget med lignende Resultat.

I det nordlige Kattegat stod der altsaa den Dag, 21. April 1898, et tæt Diatomeplankton overalt i Overfladelagene, omtrent 1 Gram for hver gennemfisket Meter; men det vil ikke undgaa Opmærksomheden, at jo grundere Vandet var, og altsaa ogsaa som Regel jo nærmere Kysten, desto tættere vare Diatomemasserne. Stationerne Nr. 1 og 7 paa ca. 10 Meters Dybde til Bunden havde nærmere 2 Gram pr. Meter; de øvrige Stationer paa over 20 Meters Dybde havde derimod kun ca. 1 Gram pr. Meter, uagtet kun de øverste Vandlag her ogsaa ere gennemfiskede. Planktonets Tæthed aftog saaledes allerede noget, naar man fjærnede sig fra Kysten, men meget naar man gik i Dybden. Det tætteste fandtes i ca. 22 ‰ Vand med Temperaturen ca. 4° C.

Den 25de og 26de April 1898 toges en Række Stationer fra Anholt og til udfor Vinga i Skærgaarden udfor Gøteborg. De vise i Overfladelagene et ligesaa tæt Diatomeplankton; men det er mere blegbrunt; først ved Vinga er det igen rigtig brunt. De baltiske Vandlag synes her noget mindre mægtige end i det nordlige Kattegat, og det tætte Plankton gaar derfor ikke saa dybt. I Nr. 24 paa grundt Vand, 7 Meter, i Nærheden af de store, udstrakte Læsøgrunde er Tætheden op mod 2 Gram pr. Meter. I Dybet taber den sig derimod hurtig. I det østlige Kattegats dybe Dele vise sig atter de store Copepoder. Overfladelagenes Saltholdighed var her ofte noget under 20 ‰. I Juni 1898 toges atter nogle Stationer i det nordlige Kattegat, se særlig Nr. 39—42. Temperaturen er steget i det baltiske Vand til 13—16°, og det er nu ikke saa fyldt af Diatomeer som i April. I 39 naaes nu kun ca. 0,5 Gram pr. Meter i baltisk Vand og det underliggende saltere, kun 9—10° varme Vand har et ligesaa tæt Plankton. De øvrige Stationer have alle langt ringere Tæthed. Endnu er det Diatomeplankton, men det er ofte blegt, og aabenbart i Begreb med at forsvinde.

Fra 29. Juli til 21. August 1898 Nr. 45 A—48 er der et næsten rent Peridineplankton i Skagerak, men altid med ringe Vægtmængder. Vore Undersøgelser ved Kysten vise dog, at der ogsaa i denne Tid ved Frederikshavn undertiden optræder store Diatomemasser.

I Slutningen af August Nr. 49—51 optræder der i det baltiske Vand i Kattegat et ikke lidet tæt Diatomeplankton, skønt Temperaturen er 14—17° C. Den 12. November 1898 er der i Læsø Rende et tæt Diatomeplankton i de øverste Lag af det baltiske Vand, der den Dag havde stor Mægtighed: 0—30 Meter. Ved Skagen er der nu ogsaa Diatomeer, men af langt ringere Tæthed.



I Januar (27de) 1899 var der overhovedet næsten intet Plankton i Læsø Rende; desværre forhindrede Storm Undersøgelsen ved Skagen; men der har sagtens heller intet været.

Den 7de og 8de Marts 1899 finde vi i Læsø Rende kun lidt Diatomeplankton; men heller intet baltisk Vand. Ved Skagen med østlig Strøm, findes derimod et forholdsvis rigt Diatomeplankton mellem 0—30 Meter i ca. 32 ‰ Vand ved ca. 4° C. Dette hidrører aabenbart ikke fra Kattegat; dets Tæthed naar dog ikke 1 Gram pr. Meter, i det mindste ikke alle 30 Meter igennem.

Paa denne Maade er Planktonet altsaa blevet undersøgt til forskellige Aarstider særlig i det nordlige Kattegat et helt Aar igennem; og visse Forhold angaaende dets Optræden lader sig allerede derved fastslaa:

1. Den største Tæthed opnaar Planktonet i det baltiske Vand i Kattegat.
2. Den største Plankton-Tæthed er altid knyttet til Diatomemasserne; og disse findes hyppigst paa lavt Vand og derfor mest nær Kysterne.
3. Det saltholdige Vand 34—35 ‰, der fylder Skagerak og det østlige Kattegats dybere Dele\* under ca. 30 Meter, er altid overmaade planktonfattigt.
4. Diatomeernes Forekomst synes at være overmaade vekslende efter Aarstiderne.
5. Kun i de mere aabne Dele af Kattegat samt i Skagerak findes ved Midsommer nogenlunde rent Peridineplankton.

Desværre havdes ikke tilstrækkelig Dampskibsassistance til at føre disse Undersøgelser helt igennem vore Farvande ned til Østersøen; ejheller til at fortsætte dem ud over Marts 1899 paa denne Maade med Dampskibe, der tog Stationer paa bestemte Steder og Tider.

For at følge Planktonet til alle Aarstider i de forskellige Vandlag i alle vore Farvande indenfor Skagen maatte man have haft et Skib til Disposition næsten uafbrudt det hele Aar, og et Spørgsmaal er det, om man vilde være kommet stort længere med denne Sag, end man paa en anden Maade, som nedenfor skal udvikles, kunde komme. Der havde nemlig ved Specialisternes Bearbejdelse af de indsamlede Prøver allerede vist sig Tegn til, at i de kun lidet mægtige Vandlag, Kattegat rummer, kunne Organismerne ofte meget let vandre fra det ene Lag til det andet, og Blandinger af Planktonet derfor opstaa paa denne Maade. Da det nu allerede er en vanskelig Sag at holde Rede paa Forandringerne i de hydrografiske Forhold i Kattegat, maa det næsten betragtes som haabløst at forsøge paa at gøre det i Detaillerne ved Planktonets Optræden. Den hele Undersøgelse blev derfor i 1899 fortsat efter en ganske anden Plan, som her skal forklares nærmere.

Da det særlig var magtpaaliggende 1) at faa Rede paa, hvilke Planktonorganismer, der hos os ere «endogene», og hvilke «allogene», og i sidste Tilfælde hvilke der stamme

fra Skagerak, hvilke fra Østersøen. og 2) at faa at vide, hvilken Indflydelse Aarstiderne have paa Planktonets Tæthed og Indhold, besluttedes det at oprette et System af faste Stationer for Indsamling af Plankton det hele Aar rundt, først og fremmest ved Indgangene til vore Farvande, men ogsaa paa flere Steder i disse selv. Rent praktiske Forhold afgjorde for en stor Del Valget af disse Stationers Beliggenhed og Valget af de Redskaber, der skulde bruges til Indsamlingen. Stationernes Beliggenhed er angivet paa medfølgende Kaart. Deres Antal er 10. Da det jo ikke kunde forudsættes paa disse Stationer, hvor Indsamlingen skulde foretages af Søfolk og Fiskere uden særlig hydrografisk Uddannelse, at Vandlagenes Hydrografi kunde bestemmes, før Planktonet fiskedes, og de forskellige Vandlags Plankton derved holdtes ude fra hverandre, var det til ingen Nytte at anvende Lukkepose. Dette maatte derfor straks opgives. Derimod havde det vist sig ved de tidligere Indsamlinger, at de i vore Farvande saa dominerende Diatomemasser for en stor Del umuliggjorde Bestemmelsen af de andre større og mindre Organismer (Fiskeunger, Krebsdyr, Meduser etc.), der findes i Vandet, naar Planktonet indsamledes med en Pose af Gaze Nr. 19. Det bestemtes derfor, at der til hver Station skulde udleveres to Poser, en stor Pose af Gaze Nr. 0 til Indsamling særlig af animalsk Plankton (Macroplankton), og en mindre af Gaze Nr. 19 til Indsamling af Microplankton. Med begge skulde der kun gøres lodrette Træk for nogenlunde at kunne skønne over Planktonets Tæthed. I Tilfælde af, at der kun, som om Vinteren, fangedes meget lidt Plankton i de store Poser, kunde der gøres flere lodrette Træk, deres Antal maatte da angives paa Etiketten<sup>1)</sup>. Der skulde trækkes to Gange hver Maaned. i Begyndelsen og i Midten af Maaneden, hver Gang med begge Poserne. og ved Skagen skulde der vælges Tider, hvor Strømmen kom fra Vest. Planktonet gemtes i Glas med Alcohol, som stod i dertil lavede Trækasser.

### Plankton-Nettene og deres Anvendelse.

De til disse Undersøgelser anvendte Plankton-Net eller Plankton-Poser have været af 3 forskellige Former. 1 Lukkepose, Gaze Nr. 19, en lille Pose, Gaze Nr. 19 og en større Pose, Gaze Nr. 0, egentlig «Nr. 40 extra schwere Griesgaze. Alb. Wydler. Med 15 Traade pr. Ctm.» Om deres Udseende ville hosstaaende Billeder give en Forestilling.

Af Lukkeposen er pg. 232 (14) hidsat 2 Billeder; det ene forestiller Posen med dens halvcirkelformede Klapper aabne, det andet med Klapperne lukkede. Lukkeapparatet var lavet af Messing. Klapperne holdtes aabne ved et Par Fjere af Phosphor-Bronce; de lukkedes ved en Faldvægt af Bly. Klapperne lukkede saa tæt, at det næsten var umuligt at hæve

<sup>1)</sup> Med de smaa Poser er der altid, undtagen i Limfjorden, kun gjort et lodret Træk.

Posen op af Vandet, naar de vare tillukkede, fordi der da ingen Luft kunde slippe ind, og Posen derfor, vandfyldt som den var, let vilde rives itu. Der maatte derfor ovenpaa Klapperne anbringes et Øje, som man med en Hage eller med Haanden kunde gribe fat i og aabne, naar de kom op i Overfladen, og derved lade Luften slippe ind og Vandet ud af Posen. Posens Munding var ca. 18 Ctm. i Diameter; den anden Rings Diameter ca. 50 Ctm. Posens hele Længde omtrent 130 Ctm., hvoraf den øverste Afdeling 40, den



Den lille Pose.

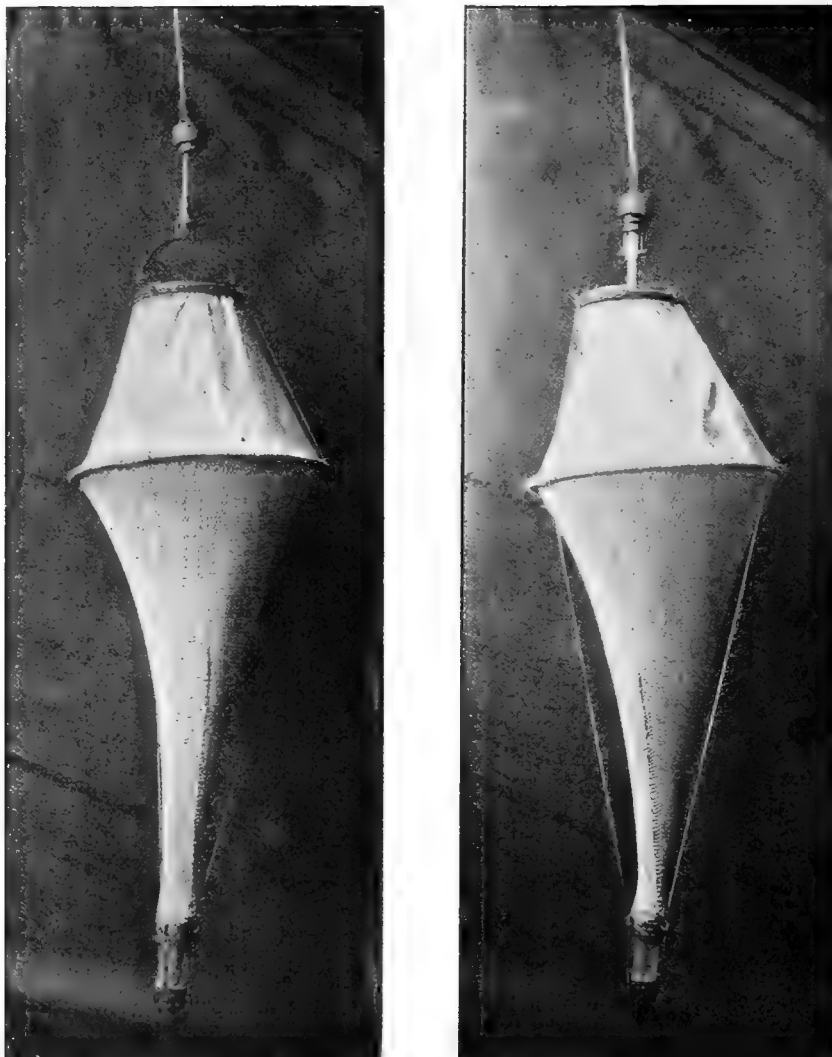
Lukkeposen.

Den store, aabne Pose.

underste 90 Ctm. Udvendig var den beklædt med smaamasket Fiskegarn, for ikke at rives itu; forneden havde den en Apsteins Spand til kvantitativ Brug, og det hele var styrket med tre Snore, hvortil et Lod forneden kunde fæstes, for at holde Posen mere lodret. At give en detailleret Beskrivelse af selve Lukkeapparatet anser jeg for upraktisk og overflødig.

Flere forskellige Konstruktioner af dette Lukkeapparat have været forsøgte af mig, men de ere bleve kasserede; dette fungerer nu godt og har været meget brugt. Det egner sig dog ikke for meget store Netaabninger paa Grund af sin Tyngde; men da det kun er for at undersøge Microorganismene, det er lavet, ere saadanne ejheller nødvendige.

Den lille Pose, hvis Bestemmelse det var at udleveres til Fiskere og Fyrskibe for at bruges til vertikale Træk og derved bestemme Kvantiteten af Microorganismer til forskellige



Aaben.

Lukkeposen.

Lukket.

Tider, er af meget simpel Konstruktion, hvilken tydelig nok fremgaar af Billedet Pag. 231 (13). Aabningens Diameter var 35 Ctm. og Posens Længde ca. 80 Ctm., Gaze Nr. 19. Der var en Spand forneden af simpleste Konstruktion, 6 Ctm. høj og 4 Ctm. i Diameter med et Filter fastklemt af en Klemmering, som let kunde aftages. Der var intet Fiskenet udenom Posen.

Den store, aabne Pose, hvis Bestemmelse det ligeledes var at blive brugt paa Fyrskibe o.l., er af ganske samme Konstruktion som den lille, kun er den større, i Munden saaledes 90 Ctm. i Diameter, og Posens Længde ca. 110 Ctm., Gaze Nr. 0. Udenom hele Posen var der et finmasket Net for at beskytte den, og indeni Munden et temmelig fladt Net (se Fig. Pag. 231 (13)) af samme Slags Fiskenet for at opfange alle større Organismer, saasom særlig Cyanea, Aurelia, Pleurobrachia etc., hvilke ellers ganske til Tider vilde have fyldt Filteret forned. Posens Bestemmelse var særlig at give Oplysning om Plankton-Dyrene (de ikke altfor store), saasom Meduser, Vingesnegle, store Copeføder, Fiskeæg, Fiskeunger etc., og da disse næsten blive ukendelige, hvis store Diatomemasser fanges samtidig, valgtes den aabne Gaze Nr. 0, for at lade Diatomeerne slippe igennem. Desuden gjordes Posen noget større for at faa mere med. Der gjordes i Regelen kun vertikale Træk med denne Pose, og den har vist sig meget praktisk. Man kan ogsaa meget vel fiske horizontalt med den. Spanden var her 12 Ctm. høj og 8 Ctm. i Diameter.

Som Eksempel hid sættes her :

#### Instruks

for Fyrskibet paa Skagens Rev.

Fyrskibet paa Skagens Rev har i April 1899 fra biologisk Station modtaget:

- 1 stor Planktonpose.
- 1 lille, tæt Planktonpose.
- 1 Kasse med 30 smaa Glas (stærk Sprit).
- 1 Kasse med 30 større Glas (svag Sprit).

Plankton tages 2 Gange om Maaned, saavidt muligt omkring den 1ste og den 15de i hver Maaned, men afhængigt af Strømmen, idet der kun bør fiskes, naar denne kommer udefra (fra Skagerak) og har løbet den Vej i nogen Tid.

#### Mærk:

1. Hvad der fiskes med den lille Pose, skal i de smaa Glas (o: Glassene i den lille Kasse).
2. Hvad der fiskes med den store Pose, skal i de store Glas (o: Glassene i den store Kasse).
3. Før Brugen af Poserne maa Bundringen med Bundlappen (Silketøjslappen) skrues godt fast.
4. Straks efter Brugen af Poserne maa de skylles godt rene i Vand; de maa ikke hænges til Tørring i Blæst.
5. Poserne maa stadig eftersees nøje og Huller stoppes. Dersom en Pose bliver ubrugelig, bedes dette meddelt snarest muligt til biologisk Station.

Plankton tages paa følgende Maade:

### I. Den lille Pose.

- a. For at Posen kan sænkes nogenlunde lodret ned, maa der hænges en Vægt paa; dennes Størrelse er afhængig af Strømmens Styrke.
- b. Posen sænkes lodret ned til 1 Meters Afstand fra Bunden og hales op igen.
- c. Alt det fiskede Plankton skylles ned paa Bundlappen, ved at man slaar Vand paa Posen udvendig (dog ikke for haardt).
- d. Bundringen med Bundlappen skrues fra, og Lappen dyppes og skylles godt ren i et af de smaa Glas, saa at alt Planktonet kommer i Glasset.
- e. Etiketten udfyldes med Blyant.

### Eksempel:

---

Datum: 18 April. Aar: 1899.  
 Sted: Skagens Rev. Redskab: Lille Pose.  
 Hvorledes brugt? Lodret fra 20 Fv. til 0 Fv.  
 Strøm fra: V.N.N.

---

- f. Etiketten puttes i Glasset, og Proppen sættes godt fast. I de første Dage skal Glassene af og til vendes op og ned, for at Spritten kan blandes godt med Indholdet.
- g. Posen gøres godt ren og tørres.

### II. Den store Pose.

- a. Dersom der ikke er stærk Strøm, anvendes den ganske som den lille Pose, og dersom Strømmen er særlig stærk, søger man ved Paastikning af Vægte i «Forhaand» at faa den saa langt ned som muligt, dog uden at den kommer i Bunden. En lille Vægt (ca. 5 Pd.) maa desuden fastgøres til de 3 løse Ender, der hænge ned fra Spanden, da Posen ellers let bliver uklar.
- b. Hvad der fanges med den store Pose, skal som ovenfor nævnt altid kommes i et af de store Glas.
- c. Dersom der kun fanges meget lidt med denne store Pose, maa den bruges flere Gange, men tømmes mellem hver Gang og i et og samme store Glas. Paa Etiketten anføres da det Antal Gange, Posen er brugt.

### Eksempel:

---

Datum: 18 April. Aar: 1899.  
 Sted? Skagens Rev. Redskab: Store Pose.  
 Hvorledes brugt? Lodret fra 20 Fv. til 0 Fv. 3 Gange.  
 Strøm fra: Vest, haard.

---

Fanges der derimod meget, maa Glasset kun fyldes op med Dyr saa meget, at intet af Spritten løber ud. Resten af Planktonet bortkastes. Paa Etikettens Bagside noteres da, at noget eller meget er bortkastet.

d. Posen gøres godt ren og tørres.

Valget af Gazen Nr. 0 til de store Poser synes at have været ganske heldigt; thi Diatomeerne ere som Regel ikke komne med i disse Fangster; derimod ere næppe mange Fiskeæg slupne igennem; thi selv de mindste, kendte af disse (*Callionymus*) ere komne med. Hvad de smaa Poser angaar, da have disse ogsaa vist sig at svare til Forventningerne, eftersom de have fanget Diatomeer og Peridineer i tilstrækkelig Mængde til Undersøgelse; de smaa Copepoder, der gaa gennem de store Poser, fangedes ogsaa i dem. Derimod kan det ikke nægtes, at disse Fangster ikke give noget nøjagtigt Materiale til Bestemmelsen af de absolute Planktonmængder i Vandene; men dette var allerede umuliggjort ved, at de forskellige Vandmassers Plankton paa de fleste Stationer maatte sammenblandes af Mangel paa hydrografiske Undersøgelser. Desuden er i vore Farvande i det mindste Bestemmelsen af den absolute Planktonmængde saa vanskelig for ikke at sige umulig at gennemføre, og i det hele ere Methoderne, der hertil anvendes i Videnskaben, endnu saa ufuldkomne og behæftede med saa mange Fejl, at man maatte være tilfreds med Indsamlinger, der blot i store Træk tillode et sammenlignende Skøn over Planktontætheden paa de forskellige Steder og til forskellige Aarstider i vore Farvande. Et saadant Skøn har man opnaaet ved disse Undersøgelser, hvilket vil fremgaa med tilstrækkelig Tydelighed af nedenstaaende Tabel II over Planktonets Volumen, indfanget med de smaa Poser, Gaze Nr. 19, paa de forskellige Stationer til alle Aarstider. Volumen er maalt ved at sætte Mærke udenpaa Indsamlingsglassene, efter at Planktonet havde henstaaet roligt i lang Tid, oftest Uger ja Maaneder, og da, efter at Glasset var tømt, fra et Maaleglas at neddryppe Vand, til det indtog det udtømte Planktons Rumfang i Indsamlingsglasset. At der ved Volumenbestemmelser af Plankton ligesom ved alle andre Metoder til Maaling af Plankton kan gøres mange berettigede Indvendinger, er vel bekendt; men ved disse orienterende Undersøgelser har denne Methode sikkert sin Berettigelse.

H. Lohmann ender saaledes ogsaa sin Afhandling «Ueber das Fischen mit Netzen aus Müllergaze Nr. 20» (Wissensch. Meeresunt. Neue Folge, 5. Band. Heft. 2. 1901. Abtheilung Kiel) Pag. 66 med den Udtalelse, at til en første Orientering over «die Masse des Auftriebs» vil Planktonnet af Müllergaze altid være af Betydning («seinen Werth behalten»); og han har netop studeret de Mangler, der klæbe ved de forskellige Metoder.

Følgende Udtalelse peger ogsaa i samme Retning: K. Brandt: «Die Fauna der Ostsee», Pag. 33 (Verh. d. Deuts. Zool. Ges. 1897) . . . «das die leicht auszuführenden Volum-

Bestimmungen uns — abgesehen von leicht zu ubersiehenden Ausnahmen — einen besseren Anhalt für die Masse an organisirter Substanz geben, als man bisher hatte annehmen können. Eine Ausnahme bilden diejenigen Fänge, die reich an Diatomeen sind». — Den Bemærkning, at der ved disse Undersøgelser ikke er tilstræbt at faa et nøjere, absolut Maal for de enkelte Organismers Mængde i vore Farvande, skal her fremholdes paa det bestemteste. Hvad Forskere som V. Hensen, K. Brandt, Apstein, C. A. Kofoid, Lohmann o. m. a. have udrettet paa dette Omraade for at opfinde og forbedre Methoderne, er grundlæggende og beundringsværdigt; og hvad en anden Række Forskere, O. Pettersson, Cleve, Ekman, Auriwillius, Joh. Hjort, Gran, Ostenfeld, Knudsen og flere have opnaaet ved rent kvalitative Undersøgelser af Planktonet i Forbindelse med

Tabel II. Plankton-Volum

		1899.												Januar	Februar								
		April	Maj		Juni		Juli		August		Septbr.		Oktbr.			Novbr.		Decbr.					
Vesterhavet, udfor Thyborøn c. 10-0 Fv.	Dato	(9)	(15)	(3)	(27)	"	(20)	"	(18)	(3)	(20)	(14)	(29)	(9)	"	(1)	"	(8)	(20)	(8)	"	(4)	(2)
	Cub. Ctm.	0,3	6,0	3,0	2,0	"	0,5	"	3,0	1,0	1,0	0,5	0,5	1,0	"	0,5	"	0,2	0,2	1,0	"	0,5	0
Skagen 20-0 Fv.	Dato	"	(20)	(2)	(17)	(1)	(16)	(2)	(18)	(1)	(18)	(4)	(21)	(4)	(21)	(1)	(24)	(4)	(21)	(8)	(22)	(4)	(2)
	Cub. Ctm.	"	9,2	5,8	7,4	5,2	1,3	1,7	0,5	1,3	3,8	2,8	1,9	2,6	1,8	4,6	3,0	2,5	3,0	0,1	0,5	0,5	0
Læsø Rende c. 11-0 Fv.	Dato	"	(18)	(2)	(16)	(1)	(15)	(1)	(15)	(1)	(16)	(1)	(15)	(3)	(16)	(3)	(15)	(1)	(15)	(3)	(17)	(1)	(1)
	Cub. Ctm.	"	13,0	23,2	9,0	27,0	27,0	54,0	23,0	1,6	32,4	17,6	23,6	2,2	13,8	30,5	12,0	1,0	4,0	1,0	1,0	0,5	2
Anholts Knob 14-0 Fv.	Dato	"	(20)	(2)	(15)	(1)	(15)	(1)	(15)	(3)	(15)	(1)	(16)	(2)	(16)	(2)	(16)	(1)	(15)	(1)	(15)	(1)	(1)
	Cub. Ctm.	"	92,0	85,0	61,0	24,0	4,0	2,4	3,0	4,0	2,2	5,0	8,0	4,0	12,0	6,0	51,0	10,5	3,0	1,0	0,5	1,0	3
Schultz's Grund 14-0 Fv.	Dato	"	(20)	(3)	(15)	(2)	(15)	(5)	(17)	(4)	(16)	(4)	(20)	(2)	(16)	(4)	(17)	(6)	(18)	(2)	(17)	(2)	(2)
	Cub. Ctm.	"	71,0	84,0	16,2	5,0	10,0	11,6	2,4	2,0	7,8	16,4	13,0	2,6	2,8	10,0	22,0	9,0	2,5	1,0	1,0	1,0	2
Store Bælt c. 10-0 Fv.	Dato	(10)	(19)	(9)	(23)	(6)	(20)	(14)	(29)	(17)	(30)	(8)	(24)	(4)	(20)	(3)	(16)	(6)	(19)	(6)	(20)	(5)	(2)
	Cub. Ctm.	63,0	82,0	34,0	18,0	41,0	12,0	45,0	14,5	13,8	5,0	36,0	1,6	1,0	6,5	14,0	5,5	2,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3
Lys 11-0 Fv.	Dato	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	(15)	(1)	(15)	(1)	(15)	(1)	(15)	(1)	(1)
	Cub. Ctm.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	10,0	33,0	4,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,2	0
Rødvig 6-0 Fv.	Dato	"	(30)	"	(15)	(1)	(15)	(1)	(15)	(3)	(15)	(1)	(15)	(4)	(16)	(1)	(15)	(1)	(15)	(1)	(15)	(1)	(1)
	Cub. Ctm.	"	0,5	"	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5	0,5	1,7	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,1	0,5
Frederikshavn 4-0 Fv.	Dato	(3)	(15)	(4)	(18)	(2)	(15)	(1)	(16)	(5)	(22)	(4)	(25)	(3)	(17)	(3)	(16)	(6)	(15)	(10)	(23)	(5)	(2)
	Cub. Ctm.	11,0	12,4	28,2	18,0	19,0	3,0	20,0	6,0	0,8	4,4	10,2	0,4	4,0	5,0	4,0	14,0	0,5	1,5	0,1	0,5	0,1	0
Limfjorden <sup>2)</sup> 4-0 Fv.	Dato	(7)	(24)	(6)	(24)	(6)	(22)	(8)	(22)	(7)	(23)	(7)	(24)	(6)	(22)	(7)	(22)	(6)	(21)	(7)	(22)	(6)	(2)
	Cub. Ctm.	1,5	1,5	1,5	2,0	7,0	47,0	35,0	7,0	8,0	24,0	38,0	17,0	42,0	25,0	3,5	2,0	1,0	1,0	0,5	0,2	0,5	0

1) Betyder mindre end.

2) I Limfjorden er der gjort 4 Træk; paa hver af de øvrige Stationer 1 Træk.



Studiet af de hydrografiske Forhold, er epokegørende. Hvad der ved disse her foreliggende Undersøgelser er nyt, er kun Forsøget paa at bringe de to Retninger i nærmere Berøring med hinanden ved paa Basis af den hydrografiske Kundskab, vi have faaet til vore Farvande, dels ved «det meteorologiske Instituts», dels ved «Kommisionen til videnskabelig Undersøgelse af de danske Farvande's» Publicationer, at studere Planktonet i disse, ikke alene rent kvalitativt, men ogsaa i store Træk kvantitativt. Om dette Forsøg er heldigt udført, vil Tiden vise. Forhaabentlig vil man snart ved de nye internationale Undersøgelser i de nordlige Have gaa videre ad den her betraaede Vej, udrustet med bedre Apparater og Metoder og under heldigere Arbejdsforhold til Søs.

## Cubikcentimeter.

1900.										1901.																
Marts	April		Maj		Juni		Juli		August		Septbr.		Oktbr.		Novbr.		Decbr.		Januar		Februar		Marts		April	
14) (29) 1,0 13,0	(11) (27) 3,0 1,0	(17) (29) 10,0 5,0	" (26) " 5,0	(12) (22) 10,0 20,0	(11) (30) 5,0 0,2	" (25) " 1,0	(15) (31) 2,5 5,0	" (16) (2) " 1,0 0,5	" (4) (31) 0,1 0,1	" (20) " 1,5	(11) (23) (8) (20) 0,5 4,0 2,0 8,5															
5) (19) 7,0 2,0	(4) (14) 3,5 16,5	(5) (21) 4,0 3,5	(4) (14) 3,5 1,5	(2) (17) 2,5 7,0	(3) (14) 1,0 3,0	(1) (18) 2,0 4,0	(1) (16) 1,0 4,0	(5) (16) (2) (18) 15,0 2,5 1,0 1,0	(4) (19) 1,0 1,0	(5) (18) 1,0 1,5	(2) (18) (2) (14) 1,0 1,0 17,0 10,0															
3) (17) 20,0 17,0	(2) (14) 16,0 27,5	(2) (15) 25,0 88,0	(1) (15) 58,0 24,0	(2) (16) 28,0 49,0	(2) (17) 54,0 83,0	(2) (15) 8,0 2,0	(2) (15) 8,0 5,5	(1) (15) (2) (15) 12,0 8,5 7,0 1,0	(2) (16) 1,0 0,5	(2) (15) 1,0 1,0	(1) (16) (1) (15) 6,0 54,0 9,0 18,0															
2) (16) 4,0 18,0	(1) (16) 13,0 33,0	(2) (15) 46,5 7,0	(1) (16) 2,5 6,0	(1) (15) 4,5 13,0	(2) (15) 30,5 14,0	(2) (16) 4,5 7,0	(1) (15) 7,5 7,0	(1) (15) (1) (16) 7,0 17,5 6,0 4,0	(1) (15) 2,0 0,5	(1) (14) 2,0 3,0	(8) (16) (1) (15) 8,0 83,0 13,5 38,0															
5) (19) 0,0 7,0	(6) (18) 19,0 81,0	(3) (21) 22,0 4,0	(6) (18) 2,0 2,0	(4) (17) 3,5 7,5	(1) (16) 49,0 35,5	(3) (18) 8,0 14,0	(3) (17) 2,0 5,0	(5) (16) (5) (17) 6,5 5,0 2,0 2,0	(3) (18) 1,0 0,5	(4) (20) 0,5 1,0	(8) (20) (6) (14) 7,0 84,0 25,0 27,0															
4) (19) 5,5 40,0	(2) (18) 43,0 17,0	(12) " 52,0 "	(1) (16) 0,5 2,0	(2) (13) 0,5 5,0	" (20) " 92,0	(7) (24) 45,0 25,0	(4) (24) 11,5 3,0	(3) (17) (2) (17) 1,5 2,0 0,5 2,5	(5) (15) 0,2 0,2	(2) " 0,2 "	(7) (17) (2) (14) 2,0 51,0 62,0 27,0															
1) (15) 0,5 13,0	(3) (15) 92,0 35,0	(1) (15) 1,0 8,0	(1) (15) 7,0 1,0	(1) (15) 0,3 3,0	(1) (15) 2,0 2,0	(1) (15) 4,0 23,0	(1) (15) 31,0 6,5	(1) (15) (1) (15) 12,0 8,5 1,0 1,0	(1) (15) 0,5 0,5	(1) (15) 0,2 0,5	(1) (15) (1) (15) 15,0 24,0 59,0 11,0															
1) " 0,5 "	(1) (16) 6,5 10,0	(2) (16) 1,0 <	(1) (15) < 0,5	(1) " < 0,5	(1) (15) < 1,0	(1) (15) < 0,5 1,0	(1) (15) < 1,0 0,5	(1) (15) (1) (15) 0,5 0,1 0,2 0,1	(3) (15) 0,1 0,1	(1) (15) 0,1 0,1	(5) (16) (1) (15) 0,1 1,0 28,0 2,0															
10) (18) 6,0 5,5	(12) (15) 5,5 2,0	(3) (15) 7,5 42,0	(1) (17) 5,0 1,0	(1) (19) 5,5 24,0	(2) (15) 19,5 3,0	(3) (17) 2,5 5,0	(3) (17) 2,0 2,0	(5) (15) (2) (15) 4,5 5,0 3,0 1,5	(3) (17) 2,0 1,0	(2) (19) 3,0 1,0	" (16) (5) (17) " 28,0 5,0 5,5															
6) (23) 0,1 6,0	(6) (21) 15,5 4,0	(6) (21) 1,0 1,0	(7) (22) 2,5 1,0	(8) (25) 6,5 5,0	(10) (23) 60,0 47,0	(7) (21) 50,0 8,0	(7) (22) 4,0 33,0	(6) (24) (7) (23) 3,0 3,0 3,0 2,0	(5) (20) 0,1 0,1	(4) (19) 0,5 1,0	(5) (23) (4) (19) 13,0 16,0 7,0 8,0															



## Plankton-Volumina.

Ved Betragtning af Tabel II, konstrueret paa Basis af Fangst med lodrette Træk med den lille Pose, ses det, at Planktonets Volumen ved Thyborøn ude i Vesterhavet, hvor Redningsdamperen «Vestkysten» paa sine Farter har indsamlet Plankton i Regelen paa en Dybde af ca. 10—11 Favne ved et lodret Træk fra 10—0 Favne<sup>1)</sup>, kun sjælden naaer op til større Værdier. En enkelt Gang naar det 20 cub. ctm.<sup>2)</sup> Dette skete den 22. Juli 1900. I det foregaaende Aar var til de Tidspunkter, det undersøgte, Planktonet langt mindre tæt. For denne Stations Vedkommende er Vandmassen nogenlunde homogen fra Overflade til Bund. Saltholdigheden har, de faa Gange den er bleven undersøgt, været mellem ca. 32 og ca. 34 ‰, dog noget større forneden end foroven.

Ved Skagens Rev, hvor et Fyrskib har besørget Indsamlingen, er Dybden ca. 20 Favne; men trods at hele Vandmassen er gennemfisket, naar Planktonets Volumen aldrig højere end 17 cub. ctm., er altsaa endog mindre tæt end ved Thyborøn, selv om man kun vilde betragte alt Plankton som hørende til de øverste 10 Favne. Vandmassen er her ikke homogen. Da Stationen særlig blev oprettet for at oplyse, hvilke Organismer, der drive ind i Kattegat ude fra, er der ved den kun bleven fisket med Strøm fra Vest og Nordvest. Herved er tillige opnaaet, at de gennemfiskede Vandlag ere blevne mere ensartede, som Regel have de vel haft over 32 ‰ Saltholdighed, og de fra Kattegat uddrivende Diatomemasser ere derved oftest undgaaede.

Stationen Læsø Rende, der ogsaa besørgedes af et Fyrskib, har kun en Dybde af c. 22 Meter. Stationerne Anholts Knob og Schultzs Grund have c. 28 Meter og

<sup>1)</sup> Det beklages meget, at det er saa vanskeligt i maritime Forhold her at anvende Meter-Systemet. Vore Søfolk ere ikke vænede dertil, og det er ikke ved Lov vedtaget; men, da en Favn meget nær er 2 Meter, er Omregningen ikke vanskelig, og Favnamaalets Anvendelse vil derfor forhaabentlig ikke volde store Vanskeligheder. Naar der i disse som i andre Undersøgelser tales om lodrette Træk, vil jeg kun minde om, at teoretisk tager dette sig meget smukt ud; men i Praksis blive Trækkene ofte alt andet end ganske lodrette. Fra Fyrskibene, der ligge for Anker i stærk Strøm blive Trækkene ofte for lange d. v. s. for skraa, og det samme gælder om Træk fra Skibe, der ikke ligge for Anker, men arbejde under urolige Vejrforhold. I hvor høj Grad Trækkene ved disse Indsamlinger have fjærnet sig fra den lodrette Linje, kan jeg ikke vide; men det kan man jo nok gaa ud fra, at Trækkene i Regelen aldrig ere blevne for korte, d. v. s. de ere blevne mere eller mindre skraa. Følgerne af denne Fejl gaa altsaa altid i samme Retning, nemlig i Retning af at forøge den gennemfiskede Vandsøjle, men jeg mener trods denne Fejl, at det ovenomtalte, sammenlignende Skøn over Planktonets Volumina, er paalideligt i store Træk. Som sagt andet end et Skøn over Kvantiteten er der ved disse Undersøgelser ikke tilstræbt, og længere ser jeg ikke, man for Øjeblikket formaar at komme i denne Sag.

<sup>2)</sup> Paa Tabel I bedes erindret, at Planktonets Vægt er angivet i Gram. Diatomeplanktonets Vægt er kun meget ringe; der er derfor ingen Sammenligning mulig mellem Tallene paa de to Tabeller I og II; hver Tabel maa betragtes for sig. Naar ikke Vejning overalt er benyttet, stammer dette dels fra, at Methoden er mere omstændelig, dels fra, at Planktonet delvis ødelægges derved og derfor ikke egner sig saa godt til senere Undersøgelse.

besørgedes ligeledes af Fyrskibe. Stationen Store Bælt (ved Nyborg) har kun c. 20 Meters Dybde og er bleven besørgt dels af biologisk Station, dels ved Hjælp af et Sejl-Krydsfartøj. Disse sidste 4 Stationer have meget fælles. Homogene Vandmasser har i Regelen ingen af dem. Baltisk Vand af Saltholdigheder oftest mellem 15 og 25<sup>0</sup><sub>00</sub> danner de øverste Lag, hvis Mægtighed er meget forskellig til forskellige Tider. I Store-Bælt Stationen naa de ofte omtrent helt ned til Bunden. Dybden er paa alle Stationerne saa nær den samme, at man i denne Sammenhæng ganske kan se bort fra Forskellighederne i dem, saameget mere som de underste Vandmasser i Regelen kun levere en ringe Mængde Plankton. Man ser, hvor karakteristisk det er for disse 4 Stationer, at Planktonet ofte naaer Volumina paa 50 cub. ctm. og undertiden har hen imod 100 cub. ctm. Ikke sjældne Gange, men mange Gange i Tiden mellem Marts og November opnaaes saadanne rige Fangster, der jo altid i langt overvejende Grad skyldes Diatomemassers Optræden. En saa stor og en saa langvarig Optræden af Diatomeer fandtes hverken ved Thyborøn eller ved Skagen, men er karakteristisk for Blandingsvandlagene «det baltiske Vand» i Kattegat, Store-Bælt samt den sydvestlige Østersø, hvilket Stationen Lyø, der besørgedes af en Fisker paa Lyø, viser. Ved Lyø er Plankton-Mængden undertiden meget stor, fuldkommen saa stor som i Kattegat; men Perioderne ere kortvarigere, og ses ganske tydelig adskilte ved et langt Tids-Mellemrum midt paa Sommeren, i hvilket Planktonet dannes af Peridineer i overvejende Grad.

Ved Stationen Rødvig nær Fakse i S. O. Sjælland paa 6 Favnes Dybde i Vand, der i Regelen er under 10<sup>0</sup><sub>00</sub> Saltholdighed, ses kun en enkelt Gang Diatomeer i nogen Mængde. Denne Station er den fattigste af alle Stationer og viser, at Overfladelagene i Østersøen kun indeholde overmaade lidt Plankton til alle Aarstider. I den vestlige Østersø, hvor Saltholdigheden ofte er c. 20<sup>0</sup><sub>00</sub>, ere Forholdene som nævnt derimod anderledes; men det Vand, som kommer fra den egentlige Østersø og beskyller Falster, Møen og det sydvestlige Sjælland, og som ofte løber ublandet ud igjennem Øresund eller syd om Gedser, er et overmaade fattigt Vand. Det maa antages, at overmaade store Arealer i den egentlige Østersø ere ligesaa fattige som Vandet ved Rødvig; men selve Østersøens Forhold ligge ikke for her og ere derfor ikke nærmere undersøgte. V. Hensen gjorde i 1887 en Tur med «Holsatia» (se VI Bericht der Kommission zur Untersuchung d. deutschen Meere 1890) fra Femern til langt ind i Østersøen for at undersøge dens Plankton; kun ved Femern og Gedser altsaa i den sydvestlige Østersø samt inde i Stettiner Haff, hvor Vandet netop «blomstrede» (Blaagrønne Alger), traf han nogen betydelig Tæthed. Dette ses bedst af Tabellen loc. cit pg. 106 for cub. ctm. pr. 10 cub. met. Vand. Ligeledes udtaler Hensen, at Havdiatomeerne ikke synes at gaa ind i det ferskere Vand, og at netop ved Gedser ophøre en Del af Arterne at gaa længere mod Øst. I den vestlige Østersø kende vi derimod fra hans andre Arbejder uhyre rige Fangster af Diatomeer.

Den Forskel, vi finde mellem Lyø og Rødvig, er derfor vel overensstemmende med hans Resultater, og da Indsamlingerne ved vore Stationer nu ere udførte det hele Aar igennem, maa man være berettiget til at sige, at der som Regel altid er en overmaade stor Forskel paa Planktonets Optræden øst og vest for Gedser, netop hvor Grænsen i hydrografisk Henseende ligger mellem den østlige og den vestlige Østersø.

Hvem der ønsker at faa et nøjere Indblik i de hydrografiske Forhold i disse Egne saavel som i de øvrige danske Farvande, skal jeg henvise til K. Rørdams smukke Oversigtskaart over Temperatur og Saltholdighed i «Beretning fra Kom. t. vidensk. Undersøgelse af de danske Farv. I Bd. 2det Hefte 1896». Den, der vil blade i disse Kaart, vil se det bleggule Vand (under 10<sup>0</sup>/<sub>00</sub> Saltholdighed) i Regelen strække sig netop til Gedsers Omegn, og han vil se det ofte gaa op forbi København til de nordlige Dele af Sundet. I dette Vand i Sundet udfør Taarbæk er et helt Aar igennem oppumpet Vand af Dampskibet «Baldur»; Vandet blev filtreret gennem en Pose af Silkegaze Nr. 19, og disse saaledes vundne Plankton-Prøver have vist Vandets overmaade sparsomme Plankton. Kun enkelte Gange var der her Kattegatsplankton, selvfølgelig naar Vandet var Kattegatsvand, hvilket undertiden sker; men jeg nævner dette Eksempel paa, at de hydrografiske Undersøgelser kunne i høj Grad bidrage til Kundskaben om Planktonets Udbredelse, naar Slutninger gøres med tilbørlig Kritik. Endvidere ser man paa Rørdams Kaart to meget dominerende Vandlag (de grønne), hvis Saltholdigheder varierer mellem 15 og 25<sup>0</sup>/<sub>00</sub>. De ere særlig karakteristiske for Kattegat, hvor de næsten overalt optræde, men i Regelen kun som Overfladelag. De gaa ogsaa ned gennem Lille-Bælt og oftest gennem Store-Bælt; paa begge disse Steder danne de for en stor Del tillige Bundvandet. Disse Vandlag, som Rørdam kaldte Kattegatsvand, et Navn jeg i denne Sammenhæng vil bibeholde, men hvortil jeg, fordi det synes mig rigtigere, ogsaa vil regne det paa Kaartene lyseblaa angivne Vandlag med Saltholdighed fra 25—30<sup>0</sup>/<sub>00</sub><sup>1)</sup>, kunne i Beretningen studeres baade paa Længdesnit og Tversnit gennem vore Farvande; i dem er det, at de store Diatomemasser, som de foranstaaende Undersøgelser af Volumina vise det, optræde. Hvor langt de følge med dette Vand, der fra Kattegat gaar op i Skagerak med Søndens Vande og særlig følger den svenske Kyst, er ikke studeret nøjere; men saa meget er sikkert, at i en lille Bugt ved Kristinebergs zoologiske Station, hvor Professor Theel har været saa god at lade foretage lodrette Træk med en lille Pose, ganske som de ved disse Undersøgelser anvendte, fandtes der ikke ringe Diatomemasser. Om disses Oprindelse skal jeg ikke her udtale mig nærmere, muligvis stamme de fra Kattegat, men muligvis ere de af rent local Oprindelse.

<sup>1)</sup> Den rette Grænse havde efter O. Petterssons Undersøgelser været 32<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, Grænsen for hans «baltiske Vand»; men Kaartene trække nu engang Linien ved 30<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, og forøvrigt synes dette ikke at spille nogen større Rolle i denne Sammenhæng.

De to Stationer Frederikshavn og Limfjorden ved Nykøbing paa c. 4 Favnes Dybde ere endnu ikke omtalte. Tabel II viser deres Volumina. Eftersom der i lange Tider af Aaret i Limfjorden findes saa lidt Plankton, er der for at skaffe større Mængder gjort 4 lodrette Træk med den lille Pose til hver Indsamling; ved Frederikshavn er der derimod kun gjort et Træk. Allerede heri ses et Vidnesbyrd om, at Planktontætheden som Regel er større det sidstnævnte Sted. Der er ved Frederikshavn en egen paa-faldende Vekslen mellem et rigt og et fattigt Plankton, hvilket sikkert skyldes de der meget vekslende hydrografiske Forhold. Snart kommer der Vand fra Syd med Diatomeer, snart om Sommeren komme Peridineer fra Nord.

Om Aarstidernes Indflydelse paa Planktonets Tæthed. Vi have i det foregaaende seet, at de store Diatomemasser særlig tilhøre Kattegat og opstaa i dets Vand-lag; det skal nu nærmere undersøges, til hvilke Tider og under hvilke Forhold de optræde.

Af Tabel II fremgaar det, at Maanederne December, Januar og Februar altid og i alle Stationer ere meget fattige paa Plankton. Dette Tidsrum indbefatter den mørkeste og en Del af den meget kolde Tid. Marts Maaned er nemlig i Kattegat omtrent ligesaa kold som Februar. Begge ere de Aarets koldeste Maaneder, naar ikke alene Hensyn tages til Overfladevandets Temperatur men ogsaa til Dybder paa ned til 15 Meter. Se Rørdam loc. cit. pg. 188.

At Mørket virker hæmmende paa Diatomeernes Vækst er jo paa Forhaand givet i al Almindelighed; at imidlertid Virkningen var saa stor, som Maalingerne vise, kunde man derimod ikke vide. I Marts begynde de store Volumina allerede, og vi kunne træffe dem fra nu af og til i November; dog ingen Steder saa hyppigt som i Læsø Rende og ved Frederikshavn. I Stationerne i Kattegat kan man med større eller mindre Tydelighed skælné mellem en Foraars- og en Efteraarsperiode i Diatomeernes Opblomstren, hvilke adskilles ved en Peridineperiode i de egentlige Sommermaaneder. Disse Perioder ere af forskellig Varighed paa de forskellige Steder og synes i de forskellige Aar en ikke ringe Variation underkastede. Stærkt udpræget er Peridineperioden ved Anholt og Lyø; den kan paa Tabel II kendes paa de ringe Volumina. I Læsø Rende er der derimod i 1900 egentlig ingen Peridineperiode, og i 1899 kun en enkelt Gang Spor af en saadan. Ved Frederikshavn optræde Peridineerne ligeledes kun under særlige Forhold og da i kortvarige Perioder, begge Stationer ere egentlig Diatomestationer det hele Aar rundt. Hvor forbavset blev jeg ikke, første Gang en hel aarlig Indsamling af Plankton forelaa mig, en Suite fra Frederikshavn (paa 4 Favne Vand), ved at se Diatomeer det hele Aar; ganske vist i forskellig Mængde og forskellige Arter til forskellige Tider; der kunde saa at sige intet Spor opdages til nogen Peridineperiode. Dette hidrører, som vi nu ved, fra, at Kystens og det lave Vands uhyre Diatomemasser ganske overdække de i Antal forholdsvis faa Organismer, der komme ind i vore Vande

med Strømningerne ude fra de aabne Have. Kystfænomenerne ere kun større og mere dominerende i Danmark end de fleste andre Steder, paa Grund af det grunde Vands store Udstrækning. I Skærgaarde med stejle Kyster og dybe Fjorde, hvor Vandarealer paa mindre end 10 Favnes Dybde kun have en meget ringe Udstrækning, vilde de «oceaniske» Forhold sikkert fremtræde langt renere og langt mere ublandet, end de i vore Farvande gøre det. Man kan f. Eks. i Christianiafjorden finde Vige, hvis orografiske Karakterer meget ligner danske Forhold, hvor ogsaa Bændeltang vokser og Dybden er ringe. Sikkert vil man der kunne paavise Plankton-Fænomener i det smaa svarende til vore Forhold; men paa Grund af saadanne Vigens Sjældenhed og ringe Udstrækning i Norge og Bohuslän komme deres Diatomeer ikke til at spille saa stor en Rolle som Helhed, som de gøre det hos os, hvor de overdække og skjule de oceaniske Forhold saa overmaade meget. Om saadanne Forholde i de norske Fjorde har nu ogsaa den norske Botaniker H. Gran givet detaillerede Fremstillinger. At man dog ogsaa hos os kan vise Paavirkninger af Strømme udefra, er utvivlsomt; i de senere Afdelinger af dette Arbejde skal dette ved de enkelte Organismer nærmere omtales.

Det er endnu ikke mange Steder i Saltvand, at der foreligger Plankton-Indsamlinger hele Aaret rundt. Det os nærmest liggende Sted er Kieler-Fjordens Munding, hvor Planktonet er bestemt kvantitativt i Aarene 1889—93; se K. Brandt: (Verhandl. d. Deutsch. Zool. Gesell. 1897 pg. 50), hvor Kurver for Planktonets Volumen i de forskellige Aar ere tegnede. Brandts Kurver vise et lignende Forløb som de danske Kurver med et Vinter- og et Sommer-Minimum, et udpræget Foraarsmaximum af Diatomeer men et meget mindre udpræget Efteraarsmaximum. Lyø har derimod begge Diatomemaxima stærkt udpræget. Hvormeget der i dette Forhold stammer fra Stationernes Beliggenhed nærmere eller fjærnere fra Kysten, er ikke godt at sige; en Station Aaret rundt midt ude i den vestlige Østersø er ikke let at faa oprettet.

C. A. Kofoïd har i længere Tid undersøgt Plankton i forskellige Ferskvande i Nordamerika. I Science N. S. Vol. XI, Nr. 268, 1900 pg. 255—258, Sep. pg. 3, omtaler han mærkelig nok ogsaa for det ferske Vand et Vinter- og et Sommer-Minimum, et Foraars- og et Efteraars-Maximum i Planktonets Volumen. —

Da man efter Hensens og Brandts Undersøgelser ved, hvor ringe organisk Substans der findes i et Diatomeplankton sammenlignet med et animalsk Plankton af samme Volumen, skal jeg meget advare mod at drage Slutninger om Planktonets større eller mindre Næringsværdi i Kattegat og Skagerak paa Basis af disse her foreliggende Undersøgelser. Kattegat har uhyre store Diatomemasser i Modsætning til Skagerak; men om ikke dets mere animalske Plankton er af ligesaa stor Nærings-Værdi trods dets ringere Volumen, maa jeg ganske lade staa hen. Hermed beskæftige disse Undersøgelser sig ikke.

Efter Brandt er der i et Volumen Diatomeplankton kun  $\frac{1}{14}$  til  $\frac{1}{35}$  saa megen Vægt af Tørs substans ( $100^{\circ}$  C.) som i andre Planktoner i den vestlige Østersø. Af Diatomeernes Tørs substans er igen omtrent den halve Vægt del Kiselsyre. Volumenbestemmelser af Diatomeplanktoner ere derfor i Henseende til Næringsværdien af Plankton temmelig værdiløse.

Kunde man paa en eller anden Maade fjærne alle Diatomeer fra vore indsamlede Planktonprøver, vilde det efter mit Skøn vise sig, at det øvrige Plankton var rigeligere til Stede i det nordlige og det østlige Kattegats Stationer end i Store-Bælt og Østersøen. Særlig Stationen ved Rødvig er overmaade fattig. (Herom senere, Afdeling II.)

At derimod de dybeste Vandlag i Skagerak og saavidt vides ogsaa i det østlige Kattegat ere meget fattige saavel paa vegetabilsk som paa animalsk Plankton, er utvivlsomt<sup>1)</sup>.

Om Planktonets Tæthed i de forskellige Aar kan der ikke oplyses meget ved disse Indsamlinger. Af Tabel II pg. 236 (18) over Planktonets Volumina paa de forskellige Stationer i Tidsrummet April 1899—Mai 1901 fremgaar det dog, at Diatomemassernes Optræden er en Del forskellig i disse to Aar, noget man ogsaa paa Forhaand maatte vente, fordi de hydrografiske og meteorologiske Forhold variere saa meget hos os fra Aar til Andet; men Undersøgelsernes Varighed har været altfor ringe til, at noget yderligere lader sig udlede af disse Data. Kun paa 3 Stationer have Undersøgelserne strakt sig over et noget længere Tidsrum, nemlig ved Thyborøn, Nykøbing i Limfjorden og ved Frederikshavn. Se Tabellerne III, IV og V paa følgende Side.

Tabel III er temmelig ufuldstændig paa Grund af Vanskeligheder ved Indsamlingen; dog synes Aar 1900 kendelig rigere paa Plankton end de andre Aar.

Ved Nykøbing (Tabel IV) er 1899 derimod det rigeste Aar, og det samme er Tilfældet ved Frederikshavn (Tabel V). Paa de to sidstnævnte Stationer fremtræde Aarene 1899 og 1900 som rige Diatomeaar i Sammenligning med 1898. Da det imidlertid ikke uden at gaa i Detailler med Bestemmelsen af Diatomeerne og ikke, før længere Arrækker ere dragne ind i disse Undersøgelser, kan lønne sig at diskutere disse Spørgsmaal, skal

<sup>1)</sup> Medens det aabenbart er Regelen, at Planktonet er tættere i de øvre, mere solbeskinnede end i de dybere Vandlag, skal jeg dog gøre opmærksom paa, at i Store-Bælt og sikkert mange flere Steder i vore sydlige Egne (omkring Fyn og Sjælland) har jeg ofte truffet et fattigt Plankton foroven i det svagt saltholdige, baltiske Vand men samtidig et meget rigt Diatomeplankton i de Bunden nærmeste, saltholdige Lag c. 10—20 Favne. Dette hidrører selvfølgelig fra, at her er Saltholdigheden foroven og forneden som Regel meget forskellig, henholdsvis c. 1 ‰ og c. 3 ‰, og Diatomeerne opnaa aldrig i dette øverste brakke Vand en saadan Fylde som i det mere salte; desuden er Temperaturen saa forskellig foroven og forneden, at Diatomeernes Maxima i disse Vandlag aldeles ikke falde paa samme Tider. Man kan derfor i Store-Bælt til visse Tider (Foraaret) træffe det rigeste Plankton foroven og til andre Tider (Sommeren) forneden. Disse Forhold fremgaa ikke af de her publicerede Data; men jeg har saa ofte haft Lejlighed til at se dette Fænomen, at jeg ikke har villet lade det helt uberørt her.



Tabel III. Vesterhavet udfør Thyborøn ca. 10—0 Favne.

Plankton i Cub. Ctm.	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktbr.	Novbr.	Decbr.
1898	" "	" "	" "	" "	(15) (29)	" "	" "	(14) (26)	(16) (27)	(10) (25)	(10) (25)	" (30)
	" "	" "	" "	" "	0,3 0,5	" "	" "	1,5 1,5	1,0 1,0	2,0 1,0	1,0 1,0	" 0,3
1899	(9) (24)	(6) (20)	(11) (24)	(9) (15)	(3) (27)	" (20)	" (18)	(3) (20)	(14) (29)	(9) "	(1) "	(8) (20)
	0,3 0,5	0,5 0,3	0,5 0,2	0,3 6,0	3,0 2,0	" 0,5	" 3,0	1,0 1,0	0,5 0,5	1,0 "	0,5 "	0,2 0,2
1900	(8) "	(4) (23)	(14) (29)	(11) (27)	(17) (29)	" (26)	(12) (22)	(11) (30)	" (28)	(15) (31)	" (16)	(2) "
	1,0 "	0,5 0,5	1,0 13,0	3,0 1,0	10,0 5,0	" 5,0	10,0 20,0	5,0 0,2	" 1,0	2,5 5,0	" 1,0	0,5 "
1901	(4) (31)	" (20)	(11) (23)	(8) (20)	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
	0,1 0,1	" 1,5	0,5 4,0	2,0 8,5	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "

Anm. Tallene i Parenthes paa Tabellerne III—V betegne Datoerne.

Tabel IV. Nykøbing i Limfjorden ca. 4—0 Favne.

1898	" "	" "	" "	" "	" "	(2) (18)	(4) (17)	(3) (15)	(3) (18)	(8) (22)	(6) (21)	(6) (21)	(7) (22)
	" "	" "	" "	" "	" "	1,4 1,0	2,0 7,6	5,0 6,4	1,5 1,8	14,0 22,0	23,0 7,0	2,5 0,5	0,2 0,1
1899	(6) (20)	(6) (25)	(6) (21)	(7) (24)	(6) (24)	(6) (22)	(8) (22)	(7) (23)	(7) (24)	(6) (22)	(7) (22)	(6) (21)	
	0,2 0,2	0,2 0,2	1,5 1,0	1,5 1,5	1,5 2,0	7,0 47,0	35,0 7,0	8,0 24,0	38,0 17,0	42,0 25,0	3,5 2,0	1,0 1,0	
1900	(7) (22)	(6) (20)	(6) (23)	(6) (21)	(6) (21)	(7) (22)	(8) (25)	(10) (23)	(7) (21)	(7) (22)	(6) (24)	(7) (23)	
	0,5 0,2	0,5 0,1	0,1 6,0	15,5 4,0	1,0 1,0	2,5 1,0	6,5 5,0	60,0 47,0	50,0 8,0	4,0 33,0	3,0 3,0	3,0 2,0	
1901	(5) (20)	(4) (19)	(5) (23)	(4) (19)	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	
	0,1 0,1	0,5 1,0	13,0 16,0	7,0 8,0	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	

Der har hver Gang været gjort 4 lodrette Træk med den lille Pose.

Tabel V. Frederikshavn ca. 4—0 Favne.

1897	" "	" "	" "	" "	" "	" (12)	(3) (29)	" (24)	(13) (25)	(3) (18)	(1) (18)	(6) (24)	(4) (20)
	" "	" "	" "	" "	" "	" 3,0	0,4 1,0	" 8,0	14,4 8,0	7,6 6,3	5,1 1,4	1,6 1,2	0,2 0,1
1898	(7) (20)	(5) (18)	(4) (22)	(5) (14)	(3) (17)	(9) (23)	(1) (15)	(2) (17)	(5) (12)	(4) (20)	(4) (18)	(3) (20)	
	0,6 1,3	0,2 2,6	1,2 9,0	8,8 9,4	16,0 6,4	6,0 1,0	1,5 4,0	3,0 0,5	12,2 6,0	3,0 1,0	1,0 3,0	1,0 0,3	
1899	(6) (25)	(2) (18)	(10) (21)	(3) (15)	(4) (18)	(2) (15)	(1) (16)	(5) (22)	(4) (25)	(3) (17)	(3) (16)	(6) (15)	
	0,2 0,2	2,4 2,5	7,6 9,4	11,0 12,4	28,2 18,0	19,0 3,0	20,0 6,0	0,8 4,4	10,2 0,4	4,0 5,0	4,0 14,0	0,5 1,5	
1900	(10) (23)	(5) "	(10) (18)	(12) (15)	(3) (15)	(1) (17)	(1) (19)	(2) (15)	(3) (17)	(3) (17)	(5) (15)	(2) (15)	
	0,1 0,5	1,0 "	6,0 5,5	5,5 2,0	7,5 42,0	5,0 1,0	5,5 24,0	19,5 3,0	2,5 5,0	2,0 2,0	4,5 5,0	3,0 1,5	
1901	(3) (17)	(2) (19)	" (16)	(5) (17)	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	
	2,0 1,0	3,0 1,0	" 28,0	5,0 5,5	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	

Fra 2. Aug. 1898 fiskedes ved Frederikshavn med lille Pose; tidligere med en større; men Reduktion er foretaget ved Division med 5. Denne Reduktion er dog maaske vel stor.

jeg her lade det være nok med Paavisningen af, at Diatomemassernes Optræden aabenbart er en Del forskellig i de forskellige Aar. Dette gælder, som det synes, i høj Grad Limfjorden.

### Fiskeæg og Fiskeunger.

Det har ikke været Hensigten med disse Indsamlinger at skaffe noget udtømmende Materiale til Bedømmelse af de i vore Farvande optrædende, pelagiske Fiskeæg og Fiskeunger; men der er dog med de store aabne Poser Gaze Nr. 0 (se pg. 231 (13), indsamlet en saa betydelig Mængde af begge, at jeg ikke har villet lade dem ganske ude af Betragtning. Visse almindelige Træk i Forekomsten saavel af Æg som af Unger lade sig paavise, saa den nøjsommelige Bestemmelse har ikke været frugtesløs.

At bestemme pelagiske Fiskeæg og Unger, der længe have ligget i Spiritus eller andre Konserveringsvæsker, er ingen let Sag og i mange Tilfælde umuligt; kun i visse Tilfælde ere sikre Bestemmelser mulige. Det er da navnlig Æggene, der volde saa store Vanskeligheder. I den nyeste, udenlandske Litteratur har man jo Eksempler paa, hvor let der kan ske Fejltagelser. Jeg er derfor ikke gaaet længere i Bestemmelsens Detailler, end jeg med nogenlunde Sikkerhed har kunnet, og har ganske opgivet at skelne de forskellige Torskearters Æg fra hverandre; ja endog at skelne dem fra Skrubbe og Ising har jeg som Regel anset det for rigtigst at opgive. Undertiden har jeg dog fraveget denne Regel, naar jeg paa Grund af Aarstiden eller andre Forhold har ment, at Bestemmelsen var nogenlunde sikker. Det er udenfor al Tvivl, at i de fleste Vande optræder der hos os om Vinteren og Foraaret en Mængde Æg af Torskefisk, der tilhøre, foruden den almindelige Torsk, ogsaa Hvingling, Kuller, og maaske andre mindre Torskearter; men at skelne mellem Æggene har jeg som sagt i Reglen maattet opgive.

Naar Ungerne ere vel bevarede og ikke altfor smaa, frembyde de oftest ikke store Vanskeligheder at bestemme. De ere desuden saa godt beskrevne i Litteraturen, og jeg har set dem saa ofte levende, at de næsten altid have kunnet bestemmes.

Der er imidlertid i Indsamlingerne forekommet et Par ubeskrevne Arter af Unger, nemlig af *Callionymus (maculatus?)* og af *Lumpenus lampetriformis*. Navnlig denne sidste har det været af stor Betydning at kende; thi den hører til de langstrakte, «aaledannede» Unger, af hvilke der er flere, der let kunne forveksles. Disse langstrakte Unger tilhøre *Ammodytes*, *Gunellus* og *Lumpenus*. Hos de to andre langstrakte Unger i vore Farvande, Sild og Brisling, ligger Gattet saa langt bag ude nær Halefinnen i de unge Stadier, at de altid ere lette at kende fra de ovennævnte tre. Mellem de 3 er der imidlertid ogsaa bestemte Skelnemærker, hvilke kortelig kunne angives saaledes:

Hos *Lumpenus*' Yngel, der foreligger fra Størrelser paa 18<sup>mm</sup> og opad, sidder Gattet langt foran Fiskens Midte. Paa Yngelen fra 18—ca. 30<sup>mm</sup> er der mellem Gattet og Brystfinnerne 2 Rækker sorte Pigmentpletter med 7—9 Pletter i hver; heri er ikke Pigmentet paa Gattet og paa Brystfinnernes Plads medregnet. Langs Gattinnen er der en median Række af tydelig adskilte Pigmentpletter.

Yngelen af *Lumpenus* maa hos os tilhøre *Lumpenus lampetiformis*, da det er vor eneste kendte Art.

Hos *Ammodytes*' Yngel mellem ca. 10—ca. 17<sup>mm</sup> ligger Gattet kendelig bag Fiskens Midte, og der er 2 laterale Pigmentrækker mellem Gat og Brystfinner med 13—19 Pletter i hver. Allerede hos de mindste er der Spor til en median Pigmentrække fra nedenfor Brystfinnerne og bagud. Langs Halen er der to, meget tæt liggende, meget uregelmæssige, laterale Pigmentrækker. Ved ca. 25<sup>mm</sup> Længde kunne de to laterale Pigmentrækker foran Gattet forsvinde; men Gattets Beliggenhed forhindrer al Forveksling med Yngel af *Lumpenus*; desuden ligne Ungerne nu meget de voksne. At skelne mellem Arterne indenfor denne Slægt har jeg ikke forsøgt.

Hos *Gunellus vulgaris* ligger Gattet i eller nær Fiskens Midte. Den mediane Pigmentrække langs Halen og den fra Gat til nedenfor Brystfinnerne er hos Unger fra 10<sup>mm</sup> og opad absolut dominerende. Senere udvikles to meget uregelmæssige laterale Pigmentrækker langs Kroppen; men Fisken er nu sammentrykt og dens lille runde Hoved gør desuden al Forveksling med *Ammodytes* umulig.

En Unge af *Callionymus (maculatus?)* er ret almindelig i visse Indsamlinger. Jeg henfører den til *C. maculatus*, fordi denne Art er langt almindeligere end *C. lyra* i Kattegat. Ungen er efter vore Suiten at dømme uden Tvivl en *Callionymus*.

De følgende Tabeller VI—XII pg. 256—262 (38-44) give, sammenholdte med Kortet Pag. 238 (20), en Fremstilling af de indsamlede Fiskeunger og Æg, saa vidt det har været muligt at bestemme dem; de skulle nu nærmere omtales. Tabel VI for Rødvig i Østersøen er saa aldeles enestaaende sammenlignet med de andre. Æg forekomme der saa sjældent, at man egentlig snarest maa opfatte det som Tilfældigheder, naar de findes; eller om man vil, de komme der kun, naar visse ualmindelige Forskydninger i Vandlagene have fundet Sted. Stationen kan vel ikke betragtes som karakteristisk for den hele aabne Østersø; thi i dennes dybe, salte Vandlag ere Forholdene anderledes; men for Kystlagene og Overfladelagene kan den uden al Tvivl anses som typisk. De Fiskeunger, der findes ved Rødvig, ere heller ikke talrige og tilhøre kun Arter, hvis Æg sidde ved Bunden, nemlig Kutlinger, Tobiser og Sild. En enkelt Naalefiskeunge er ogsaa taget. Der er ved Rødvig af Hensyn til den ringe Dybde og den ringe Plankton-Mængde fisket horizontalt ca. 5 Minutter ad Gangen for at faa mere Udbytte; uden dette vilde Resultatet vistnok have været endnu ringere. Paa saa lavt, tilmed ofte stærkt bevæget Vand, ville Æggene sikkert ligesaa ofte findes foroven som forned, saa

jeg tvivler ikke om, at Tabellen giver en rigtig Forestilling om Forholdene ved Rødvig. Indtrykket af den stemmer ogsaa godt med det Indtryk, jeg har faaet, de enkelte Gange jeg med andre Metoder har undersøgt disse Vande. I det hele taget vil jeg her udtale, at disse Tabeller nærmest maa opfattes som en Række Fotografier, der kan give Læseren en omtrentlig Forestilling om visse Forhold i Naturen, Forhold som jeg imidlertid paa mange andre Maader personlig har undersøgt og studeret i mange Aar, men paa saadanne Maader og under saadanne Forhold, at Resultaterne ikke let lade sig fremstille i skematisk Form.

Paa Stationen i Store-Bælt, Tab. VII, der laa lidt SØ. for Knudshoved paa Fyen paa ca. 11 Favne Vand, har der været fisket dels af biologisk Station, dels af en Toldkrydser, og Indsamlingerne begyndte allerede 15. Septemher 1898, førend ved de øvrige Stationer, og før den hele Methode var fastslaaet. For at faa mange Æg og Unger til Undersøgelse paa denne Station fiskedes i Begyndelsen horizontalt med den store, aabne Pose saavel foroven som forneden i Vandet. Trækkenes Varighed var i Regelen 5 eller 10 Minutter, og der blev paa denne Maade filtreret en langt større Vandmasse end ved de lodrette Træk. For at gøre en Sammenligning mulig mellem denne Station og de øvrige, indførtes senere lodrette Træk fra 6. Decbr. 1899. De horizontale Træk have givet en betydelig større Ægmængde end de vertikale, undertiden op mod et Par Tusinde Æg. Ogsaa af Rødspætte- og Torskkeyngel er der fanget noget mere, en Gang saaledes 15 netop udklækkede Rødspætter, og ialt 11 Torsk (ganske smaa), men ellers have disse Indsamlinger intet ydet udover, hvad de lodrette Træk have givet, det skulde da være nogle faa Unger af *Cottus*, *Agonus* og *Gunellus*. Jeg har derfor ikke villet publicere disse Indsamlinger for hele Tiden, men giver kun Tabellen for Store-Bælt for det samme Tidsrum, som de øvrige Stationer omfatte.

Thyborøn eller rigtigere ude i Vesterhavet paa ca. 10 Favne Vand vest for Thyborøn eller her i Nærheden (Tabel VIII) er heller ingenlunde nogen rig Lokalitet for Æg og Fiskeunger. Af Unger er det næsten kun Tobiser, der findes, desuden enkelte Sild; ellers kun enkelte Fund af Pighvar, en anden Flynder og en Labroide. Vel er her altid kun gjort et lodret Træk med den store Pose, medens der ved flere andre Stationer er gjort flere (se Tabellerne), men dette kan dog ikke forklare, at der findes saa faa Æg her, og at de først optræde fra Februar. Med en Undtagelse savnes Rødspætteæg ganske her ude. Dette stemmer udmærket med Æggenes sene Forekomst her; thi Rødspættens Æg ere i Reglen de første, der vise sig om Vinteren. Hensens og Apsteins (Wissens. Meeresunters. Bd. II. H. II. Neue Folge. 1897) Undersøgelser over Æggenes Forekomst i Nordsøen vise, hvor hyppige Rødspætteæg ere længere ude til Havs; det er da muligvis, fordi Stationen er saa nær Land, at Rødspætteæg ere saa sjældne ved Thyborøn i disse Indsamlinger. Sammenlign derimod Hensens og Apsteins Kort over Tobiserne.

I alle de andre Stationer (Tab. VII samt IX—XII) fra Store-Bælt til Skagen

er der flere Æg end ved Thyborøn. Tiden, hvori Æggene optræde ved disse Stationer, er fra Vinterens Begyndelse til helt hen i Efteraaret; kun sjælden ophøre de allerede i August; men der er en tydelig Tendens ved Anholts Knob og Schultzs Grund til at forlænge denne Periode, saavel ved at fremrykke dens Begyndelse, som ved at udsætte dens Ophør. Man tager næppe Fejl ved at antage, at dette staar i Forbindelse med, at roligt staaende, kolde og ikke for stærkt saltholdige Vandmasser forefindes nede i det sydlige Kattegat paa Dybder under ca. 8—10 Favne. De muliggøre nemlig, at Æggene i længere Tid ikke føres bort af de Strømninger, der ellers rense Kattegat ved nye, ægtomme Vandmassers Indtrængen fra Nordsøen, og bidrage med deres ringe Temperatur yderligere til at forhale Æggenes Udklækning. Om disse kolde Vandmasser kan man faa nærmere Oplysninger i «Beretningerne fra Kommissionen til videnskabelig Undersøgelse af de danske Farvande» (Rørdam, Knudsen). Det er dette ejendommelige Forhold, der giver hele Bundfaunaens Karakter et mere arktisk Præg i det sydlige end i det nordlige Kattegat. (Se herom «Hauchs Togter»). Naar Store-Bælt ikke viser de samme Forhold som det sydlige Kattegat med Hensyn til Æggene, stammer det sikkert fra, at Stationen kun er 10 Favne dyb, og Bundlagene her ikke saa typisk stillestaaende som ved de to andre Stationer med 14 Favnes Dybde.

Ved Thyborøn er ialt kun fundet et Æg, der maa bestemmes som Rødspætteæg; ved Skagen, hvor der jo kun er fisket med vestlig Strøm, er fundet nogle faa, enkelte Gange; ved Læsø Rende ere Rødspætteæg derimod ikke sjældne, men først ved Anholts Knob, Schultzs Grund og i Store-Bælt ere de hyppige. Egentlig talrige kan man ikke sige de ere; men ved lodrette Træk kan man heller ikke vente meget, da den gennemfiskede Vandsøjle, selv om Trækket gøres flere Gange, dog er forholdsvis ringe. Man skulde saaledes efter dette ikke være berettiget til at antage, at mange Rødspætteæg komme drivende ind i Kattegat fra Nordsøen, i alle Fald passere de ikke Stationen ved Skagens Fyrskib eller Thyborøns Nærhed; langt sandsynligere er det, at Rødspætteæggene i Kattegat stamme fra dets egen Bestand af Rødspætter. Dette vilde stemme udmærket med det gammelkendte Faktum, at Anholt, d. v. s. det sydlige og det mellemste Kattegat, er en Yngleplads, som Rødspættens drager hen til om Vinteren, medens rognfyldte Rødspætter i Skagens Nærhed derimod ere Sjældenheder.

Blandt de øvrige indsamlede Æg udgøre uden Tvivl Tørskens, Hvillingens, Kullerens, Skrubbens og Isingens Hovedmassen; men de ere som Regel ikke bestemte. Af de let kendelige Æg ere Brislingens, med den segmenterede Blomme, aabenbart det hyppigst og talrigst forekommende, maaske det talrigste af alle Æg. Æggene med Oliekraabe af Havkvabber (*Onos*), Pighvarre, Slethvarre, Knurhane o. s. v. optræde senest paa Aaret, om Sommeren. Fløjfiskens (*Callionymus*) Æg med den let kendelige, retikulerede Overflade træffes ved Anholt og Thyborøn i Juni til August.

Det drejer sig her aabenbart om den lille Fløjfisks Æg (*Callionymus maculatus*); thi den er en hyppig Standfisk begge Steder, men den store Fløjfisk er sjælden. De ganske smaa Æg med Olieedraabe af Tungehvarre (*Arnoglossus laterna*) har jeg ment at kunne genkende ved Thyborøn og Læsø Rende i Maj og Juli Maaned; men Bestemmelsen er ikke sikker.

Jeg skal ikke forsøge at gaa mere i Detaillerne med denne Sag, men straks pege paa et mærkeligt Forhold angaaende Fiskeungernes Forekomst, nemlig dette, at de Fiskeunger, der ere indsamlede paa alle Stationerne, som Regel ikke stamme fra de Arters Æg, der ere indsamlede, altsaa ikke fra de drivende, svævende, pelagiske Æg, men fra de Æg der slet ikke ere indsamlede, nemlig fra de Fiskearters Æg, der afsættes ved Bunden. De indsamlede Unger ere saaledes i langt overvejende Mængde Tobiser, Kutlinger, Sild, Tangsprælle, Ulke, der alle hidrøre fra Æg paa Bunden, medens de Torsk og Flyndre, der ere indsamlede, afgjort ere i Mindretal, uagtet deres Æg ere indsamlede i Tusinder og aabenbart findes til Tider i uhyre Mængder i Vandmassen. Særlig Torskeyngel er umaadelig sparsomt repræsenteret, og som oftest da ved netop lige udklækkede Unger. Flynderne ere noget talrigere til Stede, og det synes at være Regel, at jo senere Arterne med pelagiske Æg lege, desto hyppigere finde vi deres Unger. Rødspætten leger først (Vinteren); af den er kun meget faa Unger fundne. Af Skrubber og Isinger er der fundet nogle Unger, men deres Æg ere jo ogsaa overordentlig talrigt til Stede, og de lege senere end Rødspætten (Foraaret). Af de sjældnere Flyndere, der lege om Sommeren: Pighvar, Slethvar, Tungehvarre og selv *Zeugopterus norvegicus*, er der derimod fundet uforholdsmæssig mange Unger, særlig ved Anholt. Den lille Fløjfisk (*C. maculatus*) der leger ved Anholt i Juli og August, altsaa temmelig sent, og som i hvert Fald sammenlignet med Torsk og Flyndre er en meget sjælden Fisk, er ret hyppig repræsenteret mellem Ungerne; henimod 30 Unger ere tagne af den ved Anholt i de to Aar, men af Torsk er der kun taget henimod 20 Unger i samme Tidsrum.

Dette Forhold kan ikke bero paa Tilfældigheder, men der maa være en Tilbøjelighed hos Strømmene til at fjerne de tidligst gydende Fiskes pelagiske Æg og Yngel fra vore Vande indenfor Skagen, medens de senere legende Fiskes Æg derimod oftere udvikle sig i Kattegat.

Forklaringen paa, at de pelagiske Æg af de vinter- og vaarlegende Fisk i langt højere Grad drive ud af vore Vande end Æggene af de sommer- og høstlegende kan imidlertid, som Docent Martin Knudsen har udtalt for mig, næppe alene søges i det Faktum, at der løber mere Vand ud af vore Farvande til visse Aarstider end til andre; thi Overfladestrømmens Middelhastighed kvartalsvis beregnet er f. Eks. i Drogden i Øresund i Dec.—Jan.—Febr. 0.15, i Marts—April—Maj ganske vist omtrent dobbelt saa stor: 0,25,

og i Juni—Juli—August kun 0,12, i Sept.—Okt.—Novbr. 0,15 (se «Komm. til vid. Unders. af de danske Farvande. 2. Bd. 2. H. Pag. 54»); men denne Forskel er ikke saa stor, at man alene deri kan søge Forklaringen paa de ovennævnte Fænomener; andre Momenter maa gøre sig gældende. Saltholdigheden i de forskellige Aarstider maa spille en væsentlig Rolle. Denne har jo saa megen Indflydelse paa Æggenes Skæbne, idet den raader for, om de stige op til Overfladen eller synke ned i dybere, saltholdigere Lag, eller endelig helt synke til Bunden, og der som Regel vel gaa tabt. Nu kender man ganske vist ikke Vægtfylden for ret mange Fiskearters Æg nærmere; men ifølge V. Hensens og mine egne Undersøgelser (se «Beretning IV fra den danske biologiske Station Pag. 27—28, 1894») kunne Rødspætteæg svæve i Vand mellem 1,44 ‰—1,78 ‰, altsaa ved forholdsvis lave Saltholdigheder, medens andre Fiskes Æg som *Pleur. cynoglossus* ifølge Cunningham fordrer ca. 3 ‰, og Tunge- og Makrelæg endog fordrer over 3 ‰. Disse sidste Æg ville i vore Farvande altid være tvungne til at opholde sig i de dybere Lag, da Vand af over 3 ‰ aldrig forekommer ved Overfladen indenfor Kattegat i større Udstrækning; men Rødspætteæggene kunne let finde Vand, i hvilket de kunne svæve helt op til Overfladen. Da det næsten kun er i de øverste Lag i vore Vande, at Strømmens udadførende Tendens er af Betydning, er det klart, at allerede det, om et Æg er vægtfyldigt og kun kan svæve langt nede, vil bidrage til at forhindre, at det skylles ud af vore Farvande, medens Æg, der ere lette, og derfor svæve højt oppe, ere langt mere udsatte for at føres bort, særlig da i den Tid, Strømmen fører stærkest ud, nemlig om Foraaret. Om alle de vinter- og vaarlegende Fiskes pelagiske Æg kunde antages at have ringere Vægtfylde end de sommerlegendes, vilde denne Egenskab, uanset Aarstidernes øvrige Indflydelse, bidrage til at fjerne dem fra vore Kyster mere end Æggene af de sommerlegende Fisk; men nogen saadan Vægtfyldes Forskel er man foreløbig i det mindste ikke berettiget til at antage; derimod er de øvre Vandlags Saltholdighed i Kattegat og Bælterne større om Vinteren til hen i April eller Maj end om Sommeren (se «Meteorol. Aarvog III Del 1896 Pag. XVII»), og disse Vandlag bære derfor lettere Æggene paa denne Aarstid end senere hen om Sommeren<sup>1)</sup>, hvor de nedre Vandlag vel ere stærkere saltholdige end om Vinteren, men de øvre til Gengæld betydelig ferskere. Tendensen til at løfte alle Æg op i de øvre, udstømmende Lag bliver derfor større om Vinteren end om Sommeren. Hvis det her drejede sig om saadanne Variationer i Saltholdigheden, der laa langt oppe ved 3 ‰ eller langt nede ved 1 ‰, altsaa hvor i første Tilfælde næsten alle Æg af vore almindelige Fisk formentlig vilde kunne flyde, eller hvor de i sidste Tilfælde vistnok som Regel vilde synke, havde denne Variation af Saltholdigheden næppe noget at betyde, og det havde den ej heller, hvis den

<sup>1)</sup> Hertil bidrage maaske yderligere Temperaturforholdene; dog sikkert i langt ringere Grad end Saltholdigheden.

var temmelig ringe; men i «Met. Inst.s Aarboeg» 1896 ere Middelsaltholdighederne udregnede pr. Maaned ved alle vore Fyrskibe, saavel ved Overfladen som ved Bunden, for 15 Aar, nemlig fra 1880—1894, og de vise ved alle Fyrskibe i Kattegat i Overfladen store Variationer, der spille omkring 2<sup>o</sup> eller nær derved, altsaa netop ved de Saltholdigheder (Vægtfylder), der ere de kritiske for Æggenes Svæven eller Synken. Ved Anholt's Knob og Schultz's Grund er Middelsaltholdigheden saaledes størst i December, henholdsvis 2,43<sup>o</sup> og 2,26<sup>o</sup>. mindst i Maj (Anholt) 1,87<sup>o</sup> og i April (Schultz's Grund) 1,67<sup>o</sup>; dette er en ikke ringe Variation i Middelsaltholdigheden. Havde man taget Saltholdighedens daglige Variationer, vilde Vekslingen være bleven betydelig større, ofte saa stor at den vilde kunne antages at dræbe Æggene, hvis de ikke hurtigt kunne synke ned i dybere Vand.

Havde man taget Saltholdigheden for 4 Favnes Dybde (se Aarbogen), hvilket Vandlag ogsaa antages at strømme stærkt udad, vilde Saltholdigheden have vist sig endnu større; men at gaa saa meget i Detailler allerede nu anser jeg for unødvendigt eller rettere umuligt. Ved de andre Fyrskibe i Kattegat er der ogsaa parallele Variationer, noget højere paa Skalaen i det nordlige Kattegat, noget lavere i Sundet, og meget lavere ved Gjedser. Ved Horns Rev i Vesterhavet er Variationen kun fra 3,27<sup>o</sup> til 3,32<sup>o</sup>, altsaa ikke nær saa udpræget som i Kattegat, og falder saa højt oppe paa Skalaen, at den næppe har Betydning for ret mange Fiskearters Æg. Dette Moment, at der i Kattegat og Bælterne er saa høj en Saltholdighed om Vinteren og det tidlige Foraar, vil sikkert i Forbindelse med den stærke Udstrømning om Foraaret være af største Betydning for Fjærnelsen af de i disse Farvande i denne Tid gydte, pelagiske Æg og de smaa ubehjælpsomme Unger. Hvis man desuden kan gaa ud fra, og det kan man formentlig, at Æggenes Udvikling gennemsnitlig tager længere Tid for de i den kolde Aarstid gydende Fiskearters Vedkommende end for de i den varme gydende, har man endnu et Forhold, der virker i samme Retning som de ovennævnte, nemlig i Retning af i højere Grad at fjerne de i den kolde Aarstid levende, pelagiske Æg og spæde Unger fra Kysterne end de senere paa Aaret optrædende. Et nøjere Studium af disse Forhold vilde sikkert give interessante Oplysninger, men hver Dyreart maatte studeres i det enkelte med Hensyn til Artens Yngletid, Æggenes og Larvernes Vægtfylde etc. Selvfølgelig ere disse Forhold af mindst ligesaa stor Betydning for de lavere Dyr, der have pelagiske Æg og Unger, som for Fiskene.

For at vise, at denne Teori, at Æggene af de tidligst paa Aaret legende Fisk løftes op nær Overfladen, ikke er uden Støtte af de allerede foreliggende Fakta, hidsætter jeg nogle af de foran nævnte Indsamlingers Resultater fra Store-Bælt, nemlig alle dem ved hvilke Æg og Unger ere blevne fundne. og hvor Træk ere blevne gjorte samme Dag saavel ved Overfladen som ved Bunden.



**Fiskeæggenes og Fiskeungernes Forekomst ved Overfladen og ved Bunden  
i Store-Bælt i 1899.**

30. Januar 1899:

Ved Overfladen, Saltholdighed 1,52 %. Flere Hundrede Æg. Ingen Unger.

Ved Bunden, Saltholdighed 1,90 %. Ca. 100 Æg. 2 Unger af *Gunellus*.

13. Februar 1899:

Ved Overfladen, Saltholdighed 1,58 %. Mellem 50 og 100 Æg. 6 Unger af *Cottus* og *Gunellus*.

Ved Bunden, Saltholdighed 1,90 %. Ca. 50 Æg. 2 Unger af *Cottus*.

27. Februar 1899:

Ved Overfladen, Saltholdighed 1,24 %. 3 Æg. 4 Unger af *Cottus* og *Gunellus*.

Ved Bunden, Saltholdighed 1,90 %. Ca. 40 Æg. 5 Unger af *Cottus*, *Agonus* og *Gunellus*.

15. Marts 1899:

Ved Overfladen, Saltholdighed 1,42 %. Ca. 100 Æg. 10 Unger af *Gadus*, *Cottus*, *Agonus* og *Gunellus*.

Ved Bunden, Saltholdighed 1,97 %. Flere Hundrede Æg. 4 Unger af *Cottus*, *Agonus* og *Gunellus*.

27. Marts 1899:

Ved Overfladen, Saltholdighed 1,24 %. Ca. 50 Æg. Ingen Unger.

Ved Bunden, Saltholdighed 1,90 %. Ca. 2000 Æg. 28 Unger af Rødspætte, Sild, *Cottus* og *Gunellus*.

10. April 1899:

Ved Overfladen, Saltholdighed 1,49 %. Ca. 100 Æg. 1 Unge af *Cottus*.

Ved Bunden, Saltholdighed 2,32 %. Flere Hundrede Æg. Ingen Unger.

9. Maj 1899:

Ved Overfladen, Saltholdighed 1,13 %. 11 Æg. Ingen Unger.

Ved Bunden, Saltholdighed 2,22 %. Flere Hundrede Æg. Ingen Unger.

6. Juni 1899:

Ved Overfladen, Saltholdighed 1,40 %. Ca. 20 Æg.

Ved Bunden, Saltholdighed 2,68 %. Ca. 150 Æg.

14. Juli 1899:

Ved Overfladen, Saltholdighed 0,87 %. 22 Æg. 7 *Gobius* Unger.

Ved Bunden, Saltholdighed ca. 3,0 %? Ca. 1000 Æg. 12 *Gobius* Unger.

29. Juli 1899:

Ved Overfladen, Saltholdighed 1,45 %. Ca. 20 Æg. 5 *Gobius* Unger.

Ved Bunden, Saltholdighed 3,04 %. Ca. 100 Æg. En Del af *Gobius* og Flyndre.

30. August 1899:

Ved Overfladen, Saltholdighed 1,34 ‰. 2 Æg. Ingen Unger.

Ved Bunden, Saltholdighed 1,95 ‰. 1 Æg. Faa *Gobius*.

I September, Oktober, November og December fandtes ingen Æg, og kun ganske enkelte Unger af *Arnoglossus laterna*, *Gobius*, *Clupea* og *Callionymus*; i Januar 1900 begynde Rødspætterne igen.

Trækkenes Varighed har altid været enten 5 eller 10 Minutter, men paa samme Dato har den været den samme. Saltholdighederne stamme fra Meteorologisk Instituts Publikationer fra Stationen «Store Bælts vestlige Del», hvilken ligger meget nær ved det Sted udfør Knudshoved, hvor Æggene ere indsamlede. Dybden begge Steder har omtrent været den samme, nemlig 12 og 11 Favne.

De Æg, der optraadte i Aarets første Maaneder, vare næsten ene Rødspættens og Torskefiskenes Æg; senere kom Isingens, Skrubbens og Brislingens Æg, og senest Æg med Oliekraaber (*Trigla?*).

Naar man véd, hvor store de daglige Svingninger i Saltholdigheden i Store-Bælt kunne være, maa man ikke vente nogen fuld Overensstemmelse mellem disse faa Iagttagelser og de ovennævnte lange Rækker af Observationer fra Meteorol. Institut; men det fremgaar dog tydeligt, at Overfladens Saltholdighed er størst om Vinteren, Bundens derimod størst om Sommeren. Den ringe Saltholdighed den 27. Februar skyldes en «fersk» Periode, fra 19. Febr.—2. Marts, hvis Forklaring jeg ikke har søgt at efterspore; denne Periode optræder som noget usædvanligt. De eneste to Gange i hele Aaret, hvor (se dog 3. August) Æggene have været talrigere ved Overfladen end ved Bunden, indtræffe i Januar og Februar sammen med Overfladens største Saltholdighed, 1,52 og 1,58 ‰; ellers ere Æggene langt talrigere ved Bunden, se f. Eks. 14. Juli. Disse Fakta ere saaledes i fuld Overensstemmelse med forannævnte Teori. Nu er det jo ikke alene Vandet ved Overfladen, der overvejende bevæger sig udad, men det gælder ogsaa Lagene nogle Favne nede, hvor Saltholdigheden er noget større end Overfladens; kunne Æggene blot komme op i disse Lag, drive de bort.

Trækkene ere udførte med en Pose, der ikke kan lukkes, men paa Grund af de ringe Dybder og Trækkenes lange Varighed, spiller dette næppe nogen væsentlig Rolle. Ved Bunden bragtes Posen til at gaa ved at blive fæstet til Toppen af en 5 Alen høj, afbalanceret, lodret Stage, hvis nederste, tunge Ende pløjer gennem Bunden.

Det er klart, at man egentlig hverken ved Overfladen (ved lave Saltholdigheder) eller ved Bunden (ved høje Saltholdigheder) kan vente at finde den største Mængde Æg samlet, men snarest der hvor de to uensartede Vandmasser støde sammen og blandes. Noget saadant mener jeg ogsaa enkelte Gange f. Eks. ved Skagen at have set, men ogsaa dette maa nærmere undersøges. —

Naar man søger efter Fisk og ingen fanger, tvivler man jo altid først om Fiske-redskabernes Fangeevne. Det har jeg ogsaa gjort mangfoldige Gange, men i denne foran omtalte Sag angaaende Sjældenheden af de fra pelagiske Æg stammende Unger indenfor Skagen særlig om Vinteren og Foraaret er min Tvivl bleven fjærnet bl. a. af følgende Grunde. Naar Netteene kunne fange de sjældne Fiskearters Unger i langt større Antal end de Fiskes, som man havde ventet (Torskenes) maatte være der i størst Antal, da maa det ligge i, at disse almindelige Fiskes Unger virkelig ikke findes der i saadant større Antal, og naar Netteene fiske Unger af Fløjfisk, Hvarrer og de Unger, der hidrøre fra Æg fra Bunden, men ikke Torskeunger, saa maa det være, fordi Torskeungerne ere sjældne. Dette var den ene vægtige Grund; den anden er den, at Hensen og Apstein have fisket i Nordsøen med noget lignende Net som det store af mig anvendte, de have tillige brugt saavel mindre som ogsaa senere større Net og de have faaet mange Unger af de pelagiske Æg, langt flere Unger af pelagiske end af fastsiddende Æg og særlig mange Torskeunger. Derfor mener jeg, at al Tvivl om saadanne Nets Fiskeevne er udelukket. Paa den første Rejse, som de nævnte Forskere gjorde i Februar hele Nordsøen over, fik de omtrent en Unge af pelagiske Æg (Torsk o. a.) for hver 33 Æg; paa den anden Rejse fik de en Unge for hver 12 Æg og paa den tredie Rejse i April og Maj endog 1 Unge for hver 4 Æg. Dette viser bedst den umaadelige Forskel paa Talrig-heden af den Fiskeyngel, der stammer fra pelagiske Æg, i Nordsøen og i vore Farvande inden for Skagen. Hos os faar man for hvert 1000 Torskeæg næppe en Torskeunge. Optællinger af Fiskeæg og Fiskeunger i Farvandene skyldes Hensen fra først af, og jeg tror, der kan opnaas meget ad denne Vej, uagtet der er saa store Vanskeligheder ved Æggenes Artsbestemmelse. Hensens og Apsteins første Togter i Nordsøen ere allerede af Betydning, uagtet de ikke synes at have været heldige med deres Bestemmelser. Uden Udklækning af Æggene ombord vil man vanskelig naa nøjagtige Bestemmelser, men dette fordrer gode og dertil indrettede Skibe.

Tabel VI. Rødvig (6—0 Fv.).  
 Horizontalt Træk i 5 Minutter.

Dato.	Antal Æg.	Æg af.	Antal Unger	Unger af.	Dato.	Antal Æg.	Æg af.	Antal Unger	Unger af.
1899					2/5	0		0	
30/4	0		0		16/5	0		0	
15/5	0		0		1/6	0		0	
1/6	2	Smaa Æg.	0		15/6	0		Faa	Gobius, 1 Naalefisk.
15/6	0		0		1/7	2	Brisling?	0	
1/7	1	Ubestemt.	1	Ubestemt.	15/7	0		0	
15/7	c. 30	Skrubbe?	0		1/8	0		0	
3/8	0		2	Gobius?	15/8	0		0	
15/8	0		1	Gobius.	1/9	0		0	
1/9	0		0		15/9	0		0	
15/9	0		0		1/10	0		0	
4/10	0		0		15/10	0		0	
16/10	0		0		1/11	0		0	
1/11	0		0		15/11	0		0	
15/11	0		0		1/12	0		0	
1/12	0		0		20/12	0		0	
15/12	0		0						
1900			0		1901				
1/1	0		0		3/1	0		0	
15/1	0		0		15/1	0		10	Tobis (c. 4 Mm.)
1/2	0		0		1/2	0		1	Tobis.
15/2	0		0		15/2	0		0	
1/3	0		0		5/3	0		0	
15/3	0		0		16/3	0		0	
1/4	0		0		1/4	0		0	
16/4	1	Motella?	2	Clupea.	15/4	0		0	

Anm. Fangsterne paa Tabellerne VI—XII ere alle udførte med den store Pose, Gaze Nr. 0.

Tabel VII. Store-Bælt. S. S. O. for Knudshoved (c. 10—0 Fv.).

Dato.	vandret el. lodret Træk (v. el. l.).	Antal Æg.	Æg af.	Antal Unger.	Unger af.	Dato.	vandret el. lodret Træk (v. el. l.).	Antal Æg.	Æg af.	Antal Unger.	Unger af.
1899						18/4	l.	c. 13	Smaa Æg.	0	
19/4	v. 5 Min.	c. 500	Rødspætte og mindre Æg.	Over 10	Flyndre (2,4-10 Mm.). 5 Torsk (4-5 Mm.).	12/5	l.	100	Brisling og mindre Æg.	0	
9/5	v. 10 Min.	Flere Hundrede	Torsk og mindre Æg.	0		1/6	l.	c. 50	Brisling og mindre Æg.	0	
23/5	v. 5 Min.	Nogle Hundrede	Mindre Æg.	Flere	Flyndre (7 Mm.) og andre ubest.	16/6	l.	c. 50	Brisling og mindre Æg.	1	Gobius?
6/6	v. 10 Min.	c. 170	Brisling og mindre Æg.	3	1 Sild, 2 ubest. (5-7 Mm.).	2/7	l.	c. 10	Smaa Æg.	1	Sild?
20/6	v. 10 Min.	c. 20	Brisling?	0		13/7	l.	c. 20	Smaa Æg.	0	
14/7	v. 20 Min.	Over Tusind	2 Arter, nogle Brisling.	20	Mest Gobiider og nogle ubest.	20/8	l.	Faa		1	Ubestemt.
29/7	v. 20 Min.	c. 120	Brisling og andre, enkelte m. Oliedr.	Endel	Gobiider, Flyndre 1 Naalefisk o. s. v.	7/9	l.	0		2	Ubestemt.
17/8	v. 5 Min.	c. 30	Brisling og andre m. Oliedr. (Knurhane).	c. 17	Gobiider, Motella, Flyndre o. a. ubest.	24/9	l.	0		0	
30/8	v. 10 Min.	3	Knurhane.	2	1 Gobiide, 1 ubest.	4/10	l.	0		0	
8/9	v. 10 Min.	0		2	1 Gobiide, 1 Arno-glossus laterna.	24/10	l.	0		0	
24/9	v. 10 Min.	0		0		3/11	l.	0		1	Sild (7,5 Mm.).
9/10	v. 10 Min.	0		1	Sild.	17/11	l.	0		0	
20/10	v. 10 Min.	0		1	Flojfsk.	2/12	l.	0		0	
3/11	v. 10 Min.	0		0		17/12	l.	0		0	
16/11	v. 5 Min.	18	Rødspætte.	0		1901					
6/12	l. 11-0 Fv.	0		0		10/1	l.	0		5	Tobis (8,5 Mm.).
19/12	l.	0		0		15/1	l.	9	8 større, 1 mindre Æg.	1	Tobis (8,5 Mm.).
						2/2	l.	8	3 større, 5 mindre Æg.	0	
1900						7/3	v.	c. 100	Mest større og en Del mindre Æg.	1	Tobis (9,5 Mm.).
6/1	l.	0		3	Gunellus?	14/3	v.	Flere Hundrede	Mest smaa Æg, 2 større.	2	Sild (15 Mm.).
20/1	l.	1	Rødspætte.	0		17/3	v.	30	8 større, Resten mindre Æg.	0	
5/2	l.	13	Rødspætte og mindre Æg.	0		2/4	v.	c. 100	Mindre Æg (1,2 Mm.).	1	Tobis (c. 7 Mm.).
4/3	l.	Faa	Rødspætte og mindre Æg.	0		10/4	v.	c. 200	Smaa Æg.	4	3 Sild (12-14 Mm.). 1 Tobis (9 Mm.).
19/3	l.	c. 20	1 Rødspætte (?) og mindre Æg.	0							
2/4	l.	c. 20	3 Rødspætte og mindre Æg.	0							

I 2den Kolonne betyder v, at Trækket var vandret og dets Varighed i Minutter er da angivet neden under; l betyder at Trækket var lodret fra 11—0 Fv. Disse Træk ere ikke de samme, der omtales pg. 253 (35).

Tabel VIII. Vest for Thyborøn (10—0 Fv.).

Et lodret Træk.

Dato.	Antal Æg	Æg af.	Antal Unger.	Unger af.	Dato.	Antal Æg	Æg af.	Antal Unger.	Unger af.
1899									
11 <sup>1</sup> / <sub>5</sub>	4	Nogle uden, nogle m. Oliedr. Motella? Arnoglossus?	0		27 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	c. 100	Brisling og mindre Æg.	0	
27 <sup>1</sup> / <sub>5</sub>	13	3 ubest. Arter, 1 Fløjfisk.	1	Flynder? (8 Mm.).	17 <sup>1</sup> / <sub>5</sub>	Faa	Smaa Æg.	1	Tobis.
20 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>	Adskillige Hundrede	Brisling, nogle med, nogle uden Oliedr., 3 Fløjfisk.	4	Tobis.	29 <sup>1</sup> / <sub>5</sub>	c. 10	Smaa Æg.	0	
18 <sup>1</sup> / <sub>7</sub>	16	6 m. Oliedr. ubest., 1 Solea vulgaris, 1 Solea lutea.	4	1 Labroid (8 Mm.), 1 Pighvar (c. 8,5 Mm.), 2 Tobis (c. 16 Mm.).	26 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>	Faa	Smaa Æg.	0	
3 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	8	6 m., 2 uden Oliedr.	0		12 <sup>1</sup> / <sub>7</sub>	Faa		2	Ubestemt.
20 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	c. 50	Brisling, nogle m., nogle uden Oliedr.	0		22 <sup>1</sup> / <sub>7</sub>	0		0	
14 <sup>1</sup> / <sub>9</sub>	0		0		11 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	Faa		0	
29 <sup>1</sup> / <sub>9</sub>	0		c. 150	Tobis (6—17 Mm.).	30 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	0		0	
9 <sup>1</sup> / <sub>10</sub>	0		c. 30	Tobis (7—15 Mm.).	28 <sup>1</sup> / <sub>9</sub>	0		5	Tobis (5—7 Mm.).
1 <sup>1</sup> / <sub>11</sub>	0		5	3 Tobis (c. 10 Mm.), 2 Clupea (c. 15 Mm.).	15 <sup>1</sup> / <sub>10</sub>	0		0	
8 <sup>1</sup> / <sub>12</sub>	0		0		31 <sup>1</sup> / <sub>10</sub>	0		1	Ubestemt.
20 <sup>1</sup> / <sub>12</sub>	0		0		16 <sup>1</sup> / <sub>11</sub>	0		0	
1900					2 <sup>1</sup> / <sub>12</sub>	0		1	Sild (16 Mm.).
					1901				
5 <sup>1</sup> / <sub>1</sub>	0		0		4 <sup>1</sup> / <sub>1</sub>	0		0	
20 <sup>1</sup> / <sub>1</sub>	0		0		12 <sup>1</sup> / <sub>1</sub>	0		0	
4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1	Lille Æg.	0		21 <sup>1</sup> / <sub>1</sub>	1	Æg (0,93 Mm.).	0	
23 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3	Torsk?	0		20 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0		1	Tobis (8 Mm.).
14 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	c. 20	Smaa Æg.	c. 50	Tobis?	11 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	1	Æg (1,3 Mm.).	0	
29 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	c. 10	1 Rødspætte, 3 Torsk? Flere smaa Æg.	Nogle	Tobis?	22 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	0		0	
11 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1	Lille Æg.	0		8 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	c. 30	Mest 1,1 Mm., men et enkelt mindre (0,78 Mm.).	4	Tobis (8 Mm.).
					20 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	c. 25	Æg. Ca. 1 Mm.	0	

Tabel IX. **Schultzs Grund** (14—0 Fv.).

21/4 1899—19/4 1901.

Dato.	Antal Trok.	Antal Æg.	Æg af.	Antal Unger.	Unger af.	Dato.	Antal Trok.	Antal Æg.	Æg af.	Antal Unger.	Unger af.
1899											
21/4	4	100—200	1 Rødspætte, Skrubbe, Ising, Hvilning? og 2 andre sp.	0		18/4	4	c. 300	Mest smaa uden Oliedr., enkelte større uden Oliedr., Faa Gadus?	1	Ubestemt.
3/5	3	Nogle faa Hundrede	Brisling, Skrubbe? Ising og 1 anden sp., Motella?	0		3/5	3	Flere Hundrede	Næsten alle Ising, Meget faa større.	1	Torsk (lige adklækket).
15/5	4	Nogle Hundrede	Brisling, Gadus? Skrubbe? Ising?	3	Flyndre (6—7 Mm.).	21/5	4	Flere Hundrede	Brisling, Ising.	1	Flynder (lige ndklækket).
2/6	4	Nogle Hundrede	2 Trigla, Brisling, Skrubbe? Ising?	3	Flyndre (6—8 Mm.).	6/6	4	c. 200	Mest Brisling, Nogle Ising, Enkelte større m. Oliedr.	0	
15/6	5	c. 200	Brisling, Skrubbe? Ising?	1	Gobiide.	18/6	4	c. 150	Mest Ising, Brisling.	3	Flyndre (5-8-10 Mm.).
5/7	4	Et Par Hundrede	1 Trigla, Brisling, Ising, 1 sp. m. Oliedr.	Faa	Flyndre (8,5 Mm.).	4/7	3	c. 50	Ising og nogle større m. Oliedr.	7	6 smaa Flyndre, 1 ubestemt.
17/7	4	Nogle Hundrede	Brisling, Ising, 1 sp. m. Oliedr.	1	Aphya? (c. 7 Mm.).	17/7	3	c. 200	Ising og større uden Oliedr.	5	2 Flyndre, 3 Gobius.
4/8		c. 50	2 Trigla, Brisling, Ising, Enkelte Motella.	2	Unge Gobiider.	1/8	4	c. 20	Ising og større.	8	5 Flyndre, 1 Motella, 2 Gobius, 1 ubest.
16/8	4	c. 10	1 Brisling, Ising? 1 sp. m. og 1 uden Oliedr.	2	1 Aphya? (c. 9 Mm.), 1 Naalensk.	15/8	4	c. 30	Brisling og smaa uden Oliedr.	0	
4/9	4	0		0		3/9	3	2	Ubestemt.	0	
20/9	4	3	1 sp. uden Oliedr., Motella.	0		15/9	4	2	1 med, 1 uden Oliedr.	1	Gobius.
2/10	4	2	ubestemte.	0		3/10	4	4	2 større } m. Oliedr. 2 mindre }	0	
16/10	4	0		0		17/10	3	1	Ubestemt.	0	
4/11	3	0		0		5/11	3	0		0	
17/11	4	0		0		16/11	3	0		0	
6/12	3	2	Rødspætte.	0		5/12	3	0		0	
18/12	4	4	Rødspætte.	0		17/12	3	3	Rødspætte.	0	
1900						1901					
2/1	4	4	3 Rødspætte, 1 lille Æg.	1	Tobis.	3/1	3	2	Rødspætte.	2	1 Gunellus, 1 Sild.
17/1	4	c. 35	c. 25 Rødspætte, c. 10 mindre.	1	Tobis.	18/1	3	6	2 Rødspætte, 4 mindre uden Oliedr.	1	Tobis.
2/2	4	c. 70	Mest Rødspætte, Nogle mindre (Gadus?).	1	Gunellus.	4/2	4	18	10 Rødspætte, 8 mindre uden Oliedr., af to Størrelser.	1	Panserulk.
20/2	3	c. 40	c. 20 Rødspætte, c. 20 mindre (Gadus?).	1	Gunellus.	20/2	3	14	9 Rødspætte, 5 mindre, uden Oliedr.	1	Tobis.
5/3	4	c. 130	c. 30 Rødspætte, c. 100 mindre, uden Oliedr., af flere Arter.	3	2 Sild, 1 Tobis.	8/3	3	c. 60	c. 14 større Æg, Resten mindre.	2	1 Tobis (10 Mm.), 1 Gunellus (16 Mm.).
19/3	4	c. 200	20 Rødspætte, Resten mindre, uden Oliedr., af flere Arter.	1	Panserulk.	20/3	3	c. 60	4 større Æg (1,5 Mm.), Resten c. 1 Mm.	0	
6/4	3	c. 200	Nogle Rødspætte, Nogle Torsk, Flere mindre uden Draaber (Ising?).	7	4 Sild, 1 Flynder, 1 Gadus, 1 ubest.	6/4	3	Flere Hundrede	Mest smaa Æg (c. 1 Mm.), nogle 1,2—1,3 Mm., samt ganske enkelte større.	3	Sild (12 Mm.).
						19/4	3	Flere Hundrede.	Smaa Æg.	1	Flynder (c. 7 Mm.).

Tabel X. Anholts Knob (14—0 Fv.).

20/4 1899—15/4 1901.

Dato.	Antal Trok.	Antal Æg.	Æg af.	Antal Unger.	Unger af.	Dato.	Antal Trok.	Antal Æg.	Æg af.	Antal Unger.	Unger af.
1899						16/4	2	c. 20	Mindre Æg.	1	Torsk (lige udklækket)
20/4	2	50—100	Tildels Brisling.	0		2/5	2	c. 50	Nogle smaa, nogle m. Oliedr.	2	Flyndre?
2/5	3	c. 10	Brisling, Skrabbe, Hvilling?	0		15/5	3	c. 100	Mest smaa, nogle m. Oliedr.	0	
15/5	3	100—200	Brisling, Flyndre? (2 sp.), 2 sp. m. Oliedr.	0		1/6	2	c. 50	Brisling? Nogle smaa, Nogle m. Oliedr.	0	
1/6	5	c. 40	Brisling, Flyndre? (2 sp.), 2 sp. m. Oliedr.	0		16/6	3	c. 100	Brisling? Nogle smaa, Nogle m. Oliedr.	2	1 Gobius, 1 Flynder.
15/6	4	Nogle Hundrede	Brisling, Flyndre? (2 sp.), 1 sp. m. Oliedr.	0		1/7	3	c. 100	Brisling. Nogle smaa } m. — store } Oliedr.	3	1 Gobius, 2 Flyndre.
1/7	4	Flere Hundrede	Med Oliedraabe, Brisling, Ising, Nogle mindre m. Oliedr.	1	Ubest. 9 Mm.	15/7	3	c. 200	Brisling. Nogle smaa } m. — store } Oliedr.	c. 10	Bl. a. Fløjfisk.
15/7	3	Flere Hundrede	En Del m. Oliedr. (Makrel? Pighvar?), Brisling, Fløjfisk, Ising?	4	6—7 Mm.	2/8	2	c. 100	Motella. Nogle smaa } m. — store } Oliedr.	Flere	1 Fløjfisk, 1 Gobius. Flere ubest.
3/8	3	30—40	4 sp. m. Oliedr. (nogle større, nogle mindre), 2 sp. uden Oliedr.	2	Hvarre? Fløjfisk.	15/8	2	c. 20	Enkelte Soles lutea, Enkelte Fløjfisk, andre med og uden Oliedr.	Flere	2 Fløjfisk, flere lige udklækkede, 1 Arnoglossus laterna.
16/8	3	10	2 sp. m. Oliedr. (Slethvar? Makrel?).	4	1 Hvarre? 2 Fløjfisk (3—4 Mm.). 1 Gobiide.	2/9	3	c. 10	Med og uden Oliedr. Ingen ganske smaa.	8	Fløjfisk.
1/9	4	3	2 med, 1 uden Oliedr.	0		16/9	2	c. 10	Større m. Oliedr.	3	1 Fløjfisk, 1 Motella. 1 Arnoglossus laterna.
16/9	3	1	Større, m. Oliedr.	0		1/10	2	2	Ubestemt.	4	Fløjfisk.
2/10	4	1	Større Æg.	1	Zeugopterus norvegicus (10 Mm.).	15/10	3	0		2	1 Fløjfisk, 1 Gobius?
16/10	3	0		1	Motella (12 Mm.).	1/11	3	0		2	1 Fløjfisk, 1 Motella.
2/11	3	0		0		15/11	2	3	Rødspætte.	1	Sild.
16/11	1	0		0		1/12	3	1	Rødspætte.	0	
1/12	3	0		0		16/12	2	8	Rødspætte.	0	
15/12	3	0		0		1901					
						1/1	2	c. 12	10 Rødspætte, Enkelte mindre.	1	Gadus (lille).
1900						15/1	3	c. 15	4 Rødspætte, nogle mindre.	0	
1/1	2	6	4 Rødspætte, 2 mindre.	0		1/2	3	c. 20	4 Rødspætte, nogle mindre.	2	1 Gunellus, 1 Tobis.
15/1	2	6	Mindre Æg.	0		14/2	3	c. 50	10 Rødspætte og mindre.	3	Tobis.
1/2	3	c. 10	Flere Rødspætte o. a. mindre.	0		6/3	4	c. 150	3 Haaising, 8 Rødspætte og mindre Æg.	3	Sild (c. 10 Mm.).
15/2	2	c. 50	Flere Rødspætte o. a. mindre.	2	Tobis.	16/3	3	c. 200	c. 20 Rødspætte og mindre Æg.	5	1 Tobis. 4 Sild (12—15 Mm.).
2/3	1	c. 100	Alle mindre Æg.	1	Sild.	1/4	3	c. 200	4 Haaising, 3 Rødspætte, og mindre Æg (enkelte Torsk).	3	Sild (8,5 Mm.).
16/3	3	c. 100	Enkelte Rødspætte o. a. mindre.	1	Sild.	15/4	3	c. 100	2 Rødspætte og mindre Æg.	0	
1/4	2	c. 50	Enkelte Rødspætte o. a. mindre.	6	3 Sild, 2 Torsk (lige udklækkede), 1 Rødspætte.						



Tabel XI. Læsø Rende (11—0 Fv.).

18/4 1899—15/4 1901.

Dato.	Antal Trek.	Antal Æg.	Æg af.	Antal Unger.	Unger af.	Dato.	Antal Trek.	Antal Æg.	Æg af.	Antal Unger.	Unger af.
1899											
18/4	4	c. 50	Flyndre (Skrubbe, Ising).	2	1 Haaising? (5 Mm.). 1 ubest. (5 Mm.).	14/4	6	c. 100	Smaa, uden Oliedr., De fleste under 1 Mm.	0	
2/5	6	c. 200	2 Brisling, Flyndre (Skrubbe, Ising).	0		2/5	4	c. 100	Flere, mest smaa uden Oliedr., Enkelte Motella?	3	Torsk?
16/5	6	Flere Hundrede	Brisling, enkelte Trigla, Flyndre (Ising, Skrubbe?).	1	Højre vendt, Unge af Flynder (9 Mm.).	15/5	4	c. 100	Smaa, uden Oliedr., af flere Arter.	0	
1/6	5	Flere Hundrede	Brisling, Flyndre (Ising, Skrubbe?).	2	Tobis (5 Mm.).	1/6	5	c. 200	Smaa, uden Oliedr., af flere Arter.	1	Ubestemt.
15/6	6	300—400	Brisling, Flyndre (Ising, Skrubbe?), Enkelte Motella.	3	2 Skrubbe? (6—7 Mm.). 1 Ising? (5 Mm.).	15/6	4	c. 30	Brisling og mindre Æg uden Oliedr.	0	
1/7	6	Over 100	Brisling, Flyndre? Arnoglossus laterna? Motella?	c. 24	c. 20 Gobiider fra 3,5 Mm. opefter, 2 Flyndre? (6—7 Mm.). 2 ubest.	2/7	6	c. 100	Brisling? og mindre Æg uden Oliedr.	4	Flyndre?
15/7	6	c. 80	Brisling, Ising.	Over 13	12 Gobiider, 1 Makrel? (7,5 Mm.). Nogle ubest.	16/7	5	c. 20	Smaa.	c. 10	1 Solea, 9 Gobius?
1/8	6	1	Ubestemt.	6	2 Gobiider (5,8 Mm.). 2 Fighvar? (3 Mm.). 2 Labroider? (7 Mm.).	2/8	5	c. 10	Smaa.	1	Ubestemt.
16/8	5	2	Med Oliedr.	0		14/8	6	1		3	1 Sild, 1 Gobius, 1 Flynder?
1/9	6	0		0		2/9	5	0		2	1 Flojåsk, 1 Gobius.
15/9	6	1	Større, med Oliedr.	0		15/9	5	3	Større, m. Oliedr.	0	
3/10	6	0		0		2/10	5	0		1	Ubestemt.
16/10	6	0		1	Gobiide (3,5 Mm.).	16/10	6	0		0	
3/11	6	0		1	Flynder?	1/11	5	0		0	
15/11	5	0		0		15/11	5	0		0	
1/12	6	0		0		2/12	5	0		0	
15/12	5	1	Lille Æg.	0		15/12	5	0		0	
1900						1901					
3/1	4	3	Rødspætte.	0		2/1	5	0		0	
14/1	6	c. 22	c. 10 Rødspætte, c. 12 mindre.	0		16/1	4	0		0	
1/2	5	c. 100	Flere Rødspætte og mindre Æg.	1	Tobis	3/2	5	50	2 Rødspætte, Resten Gadus?	1	Tobis.
19/2	4	c. 150	(Ingen Rødspætte).	0		15/2	5	6	3 Rødspætte, Resten Gadus?	0	
3/3	4		Nogle Æg.	0		1/3	4	c. 150	c. 100 Rødspætte, Resten Gadus? og mindre Æg.	0	
17/3	5		Nogle smaa Æg.	0		16/3	5	c. 100	4 Rødspætte, Resten mindre (1,4 Mm. og 0,9 Mm.).	0	
2/4	5	c. 150	Enkelte Rødspætte, Enkelte Haaising, Flere større uden Oliedr.	1	Ubestemt.	1/4	5	c. 135	5 Haaising, 1 Rødspætte, Resten mindre.	1	Ulk (12 Mm.).
						15/4	5	c. 200	Smaa Æg (1 Mm. og mindre).	0	

Tabel XII. Skagens Rev (20—0 Fv.)

Strømmen altid vestlig, naar Trækkene toges.

Dato.	Antal Træk.	Antal Æg.	Æg af.	Antal Unger.	Unger af.	Dato.	Antal Træk.	Antal Æg.	Æg af.	Antal Unger.	Unger af.
1899											
20/4	1	c. 40	Torsk, Skrubbe, Motella?	3	Gunellus (10—12 Mm.).	5/5	2	c. 50	Brisling? og mindre Æg, Enkelte m. Oliedr.	0	
2/5	2	Heved 100	Torsk, 1 Brisling, Nogle ubest. Motella?	0		21/5	2	c. 100	Brisling? og mindre Æg, Motella?	0	
17/5	2	100—200	Flere ubest., 1 Brisling, Skrubbe? Motella?	0		4/6	2	c. 100	Brisling og mindre.	1	Lille ubest.
1/6	1	100—200	Nogle ubest. Skrubbe? Motella?	2	Gadus (11Mm., 16Mm.).	14/6	2	c. 30	Enkelte Brisling, Nogle meget smaa, Enkelte m. Oliedr.	0	
16/6	2	c. 200	Nogle m. Oliedr. Skrubbe? 1 Brisling, Motella.	0		2/7	3	c. 200	Mest Brisling? Større og mindre m. Oliedr.	2	1 Flojfsk, 1 ubest.
2/7	1	Flere Hundrede	Brisling.	2	Gobiider.	17/7	3	c. 100	Nogle Brisling, Store og smaa Æg m. og uden Oliedr.	5	4 ubest., 1 Brisling.
18/7	2	c. 70	Flere Arter m. og uden Oliedr., Brisling.	1	Ubest. (4 Mm.).	3/8	2	3	Smaa.	2	1 Solea? 1 ubest.
1/8	2	2	Med Oliedr.	0		14/8	2	2	Smaa.	5	3 Solea? 2 ubest.
15/8	3	1	Stort, m. Oliedr.	0		1/9	4	0		2	1 Labroid, 1 Flynder?
4/9	2	0		0		18/9	2	0		0	
21/9	1	0		0		1/10	1	0		0	
9/10	1	0		0		16/10	3	0		0	
21/10	3	0		0		5/11	2	0		0	
1/11	2	0		0		16/11	1	0		1	Gobius?
28/11	1	0		0		2/12	3	0		0	
4/12	2	1	Lille.	0		18/12	3	0		0	
21/12	1	0		0							
						1901					
1900						4/1	3	0		0	
8/1	1	c. 10	3 Rødspætte, De andre smaa.	0		19/1	3	4	Store (ikke Rødspætte).	0	
24/1	2	0		0		5/2	3	0		1	Gunellus.
22/2	1	3	Smaa.	0		18/2	3	7	1 stort Æg, Større og mindre uden Oliedr.	0	
5/3	3	5	1 Rødspætte.	0		2/3	3	7	Større og mindre uden Oliedr.	1	Flynder.
19/3	3	200	2 Rødspætte, mange smaa Æg (Gadus?) Nogle Haaising.	0		14/3	3	7	Torsk (med Foster).	2	Tobis.
4/4	2	20	Smaa.	1	Ulk?	2/4	2	c. 20	7 Æg 1,3 Mm, Resten smaa.	9	6 Tobis (10—17 Mm.). 3 Torsk (6 1/2—8 Mm.).
14/4	1	c. 10	Smaa.	2	1 Tobis, 1 Flynder.	14/4	2	c. 30	1 Haaising (2 Mm.). Resten mindre Æg.	11	9 Tobis (8—18 Mm.). 1 Torsk (4,5 Mm.). 1 Ulk? (5,5 Mm.).

## II.

Af Søren Jensen, A. C. Johansen og J. Chr. L. Levinsen. .

---

## Indhold.

---

	Side.
Indledning. Af A. C. Johansen og J. Chr. L. Levinsen.....	47 (265).
Coelenterater, Chaetognather, Annelider, Pteropoder, Appendicularier. Af A. C. Johansen og J. Chr. L. Levinsen.....	55 (273).
Crustaceer. Af Søren Jensen.....	80 (298).
Litteraturoversigt.....	107 (325).

---

## Indledning.

---

Ved den foretagne Bearbejdelse af forskellige dyriske Planktonorganismers Op-  
træden i vore Farvande have vi navnlig søgt at give Bidrag til Oplysning om følgende  
Spørgsmaal:

- I. Paa hvilke Tider Planktonorganismene optræde i vore Farvande og have deres  
Maksimums- og Minimumshyppighed.
- II. Hvilken Forskel der er paa vore forskellige Haves Planktonbestand.
- III. Hvilke af Planktonorganismene der ere hjemmehørende i vore Farvande, og hvilke  
der kun optræde her som Gæster. Fremdeles, hvilke af Gæsterne, der komme  
Nord fra, fra koldere Egne, hvilke der kommer Syd fra, og hvilke der føres ud  
i Bælthavet og Kattegat fra Østersøens Brakvand.
- IV. Hvilken Temperatur og Saltholdighed det Vand har, som Arterne ere knyttede til;  
navnlig under hvilket Maksimum og Minimum Arterne optræde.
- V. Hvilke dyriske Organismer, der udgør Hovedmængden af Plankton paa de forskel-  
lige Steder og til forskellige Tider i vore Farvande.
- VI. I hvilke Vandlag Hovedmængden af Planktonorganismene forekomme.

Angaaende Maaden, hvorpaa Indsamlingen af Plankton er foretaget, skal her hen-  
vises til Dr. Joh. Petersens foranstaaende Afsnit om «Undersøgelsesernes Udvikling». Be-  
arbejdelsen af *Coelenterater*, *Echinodermer*, *Chaetognather*, *Annelider*, *Mollusker* og *Appendi-  
cularier* hviler paa de indsamlede Prøver af Makroplankton, Bearbejdelsen af *Crustaceerne*  
baade paa Makro- og Mikroplankton. For de Arters Vedkommende, der ere trufne et  
nogenlunde anseligt Antal Gange i Planktonprøverne, som indsamledes med en halv Maanedes  
Mellemrum ved de faste Stationer, er der konstrueret Tabeller, der baade vise, paa hvilke  
Tider Arterne optræde, og hvor og hvornaar de have deres største og ringeste Hyppighed.  
Af Pladshensyn ere Datoerne i disse Tabeller stadigt betegnede som den 1ste og 15de i

Maanedene, endskønt Plankton langtfra altid er indsamlet netop paa disse Dage. For at lade en Kontrol af de foretagne Bestemmelser af den Maksimums- og Minimums-Temperatur, eller Maksimums- og Minimums-Saltholdighed under hvilken Arterne optræde, og for at muliggøre et udførligere Studium over dette Forhold, end vi have fundet Anledning til at foretage, have vi en særskilt Tabel Pag. 55 (273) anført de Datoer paa hvilke der faktisk er foretaget Indsamlinger ved de forskellige Stationer. Fremdeles er der for hver enkelt Art udarbejdet en kort Oversigt over dens Forekomst i Farvandet Skagerak, Kattegat, Bælthavet og Østersøen, idet de Oplysninger, der ere tilvejebragte ved nærværende Planktonundersøgelse, ere supplerede med andre Forfatteres Angivelser og med tidligere spredte Iagttagelser foretagne fra dansk Side.

Ved Angivelsen af, om Arterne høre til den endogene eller den allogene Fauna, benyttes i Tabellerne Bogstaverne I = indfødt og G = Gæst. De anførte Oplysninger om, hvorvidt en Art maa betragtes som Gæst eller som indfødt i vore Farvande, maa ingenlunde betragtes som definitive Bestemmelser. Nye Undersøgelser ville muligvis for flere Formers Vedkommende føre til en Forandring af Opfattelsen, ligesom det heller ikke er udelukket, at andre ville fortolke de foreliggende Data paa en anden Maade end vi. Til Betegnelsen G er føjet et N., hvis Formen maa antages at være kommen fra Nord ind i vore Farvande, et S. hvis dens Udbredelse tyder hen paa, at den er kommen sydfra, og et Ø., hvis den er kommen fra Østersøens Brakvand. Hvor der er Tale om Gæster, der navnlig ere udbredte i den tempererede Del af det nordlige Atlanterhav, eller om Former, der ere meget euryterme, anføres blot et G. Naar der ikke foreligger tilstrækkelige Data til at afgøre, om Arten maa betragtes som hjemmehørende eller som Gæst, anføres blot et +.

Bestemmelsen af den Maksimums- og Minimums-Temperatur og Saltholdighed, som de forskellige Arter udsætte sig for, ere foretagne for de Arter der i det Hele eller paa en eller anden Aarstid have Grænserne for deres Udbredelse i vore Farvande. For euryterme Arter, hvis Udbredelsesomraade til alle Aarstider strækker sig baade langt Nord og langt Syd for vore Farvande, kunne Undersøgelser i denne Retning ved vore Stationer ikke ventes at have Betydning. Det samme gælder for de euryhaline Arter, hvis Udbredelse strækker sig fra Nordsøen og Skagerak ind igennem Kattegat og Bælthavet og overskrider Østersøens vestlige Del. Bestemmelserne af Maksimum og Minimum i Temperatur og Saltholdighed ere navnlig foretagne efter «Nautisk Meteorologisk Aarbog» der indeholder Meddelelser om disse Forhold fra Fyrskibene for hver Dag i Aaret. Ved disse Bestemmelser maa dog bemærkes, at det ikke er givet, at Planktonprøverne ere tagne netop samtidig med, at Temperatur og Saltholdighed er iagttaget. Fra Steder, hvor der har været store Vekslinger i Temperatur eller Saltholdighed paa den Tid Prøverne ere indsamlede, ere Angivelser vedrørende disse Forhold derfor slet ikke tilføjede. Frem-

deles maa det bemærkes, at hvis Maksimum i Temperatur og Saltholdighed for en bestemt Arts Forekomst søges oplyst, saa er kun opført Vandsøjles Minimum for den Forekomstdag, hvor den højeste Temperatur eller højeste Saltholdighed er iagttaget paa det paagældende Sted. Ligeledes, at hvis Minimum ønskes bestemt, er kun den paagældende Vandsøjles Maksimum opført. Et Eksempel vil nærmere illustrere dette Forhold. Lad os antage, at vi ønsker at bestemme den Maksimumstemperatur, en bestemt nordlig Art, f. Eks. *Oikopleura labradoriensis*, optræder under i vore Farvande. Vi sammenligne da Vandets Temperatur paa de forskellige Dage paa hvilke den er optraadt. Den af disse Dage, der viser det højeste Minimum, er da den, efter hvilken vi angive Maksimumstemperaturen for Arten. Lad os antage, at dette højeste Minimum falder ved Anholt Knob d. 1. Juni 1900. For denne Dag viser den nautiske Journal følgende Temperatur for dette Sted:

Vandoverfladen.	Dybden:					
	8 Met.	11 Met.	15 Met.	19 Met.	23 Met.	28 Met.
11,3° C.	11,4	11,3	10,4	5,2	5,1	5,2

Maksimumstemperaturen for det Vand, i hvilket Arten optræder, tør da ikke sættes til højere end 5,1, da den meget vel kan være taget i Vandlaget ved ca. 23 Meters Dybde, idet Planktonposen er ført gennem alle Vandlag.

For at kunne danne os et Skøn om, hvilke Planktonorganismer der danne Hovedmassen af Makroplankton paa forskellige Steder og til forskellige Tider i vore Farvande, have vi foretaget en Art kvantitative Bestemmelser paa følgende Maade: Rumfanget af Plankton i hver enkelt Prøve er maalt, efterat Prøven har henstaaet i Ro; dernæst er det efter Skøn afgjort, hvor stor en Part af dette Rumfang de enkelte Dyregrupper udgør, idet der intet Hensyn er taget til de Grupper, som i den paagældende Prøve kun udgøre en forsvindende Del af Plankton<sup>1)</sup>. Maales det f. Eks., at Rumfanget af Plankton i en enkelt Prøve udgør 6 Kubikcentimeter, og ses det, at Plankton i Hovedsagen bestaar af Sagitta og Krebsdyr, saa skønnes der kun om, hvormange af de 6 Kubikcentimeter hver af disse Dyregrupper udgør. Hvad der væsentligt bidrager til at nedsætte Fejlgrænsen ved Bestemmelserne er den Omstændighed, at naar der er store Mængder af Plankton til Stede, er det i Reglen Individerne af en enkelt Dyregruppe, der udgør den rent overvejende Mængde af Plankton. Hvor der kun er ganske smaa Mængder af Plankton til Stede, kommer et forkert Skøn over Fordelingen af Rumfanget desuden kun til at spille en ganske ringe Rolle i den samlede Opgørelse.

<sup>1)</sup> Den i Instruksen givne Tilladelse til, at en Del af Makroplankton kunde bortkastes, naar der indsamledes særlig store Mængder, er intet Sted bleven benyttet.

Det maa her bemærkes, at de Dyreformer, der paa Grund af det over Plankton-poserne udspændte Net kun i forsvindende Mængder have været til Stede i Prøverne, ikke her have kunnet tages i Betragtning. Dette gælder saaledes *Aurelia*, *Cyanea* og de store Ctenophorer: *Bolina*, *Beroë* og fuldvoksne *Pleurobrachia*. Heller ikke er der her taget Hensyn til de Dyregrupper, der kun danne en rent forsvindende Del af Plankton, som Appendicularier, Prosobranchiater, Lamellibranchiater, Annelider, Bryozoeer, Aktinier. Tilbage staar følgende Grupper: Fiskeæg, Vingesnegle, Krebsdyr, Sagittaer, Echinodermer (Larver og smaa Unger), Hydromeduser og unge *Pleurobrachia*. Maalingerne ere vistnok af mindst Værdi for Fiskeægs, Vingesnegles og Echinodermers Vedkommende, da disse optræde med et betydeligt ringere Rumfang end de andre Grupper. Udentvivel kunne dog Maalingerne alligevel give et Fingerpeg om Fordelingen af disse Organismer i vore Farvande.

Den procentvise Fordeling af de forannævnte Grupper af Makroplankton-Former, saaledes som det fremgaar af Maalingerne og det foretagne Skøn, vil ses af nedenstaaende Oversigt. For Thyborøns Vedkommende maa det dog bemærkes, at Indsamlingen af Plankton er foretaget paa en mindre regelmæssig Maade end ved Kattegatsstationerne. Dels er der ikke altid fisket med ganske vertikale Træk, og dels ere Indsamlingerne ikke foretagne saa regelmæssigt hver 14. Dag som ved de andre Stationer. Hvor stor en Rolle det spiller, naar der foretages Sammenligninger over den procentvise Fordeling af Planktonvolumina ved forskellige Stationer, at Plankton har været indsamlet paa uensartet Maade, et Sted ved vertikale Træk, et andet delvis ved horizontale, viser de to Rækker af Talværdier, der ere opførte fra Knudshoved. I den øverste Række er der kun opført Plankton fra Prøver, der ere indsamlede paa lignende Maade som ved Kattegatsstationerne, ved vertikale Træk. I den nederste Række er der derimod opført den procentvise Fordeling af alt det Plankton, vi overhovedet have haft til Undersøgelse fra Knudshoved. Derved er der her indgaaet uforholdsmæssig store Mængder af Plankton indsamlet i horizontale Træk ved Bunden, i Vand med en relativ høj Saltholdighed.

### Den procentvise Fordeling i Volumen af Makroplanktonorganismer ved de forskellige Stationer, for Aarene 1899—1901.

(Stationernes Beliggenhed er angivet paa Kortet pag. 106 (324)).

	Fiskeæg.	Vingesnegle.	Krebsdyr.	Sagitta.	Echino- dermer.	Pleuro- brachia.	Hydro- meduser.
Thyborøn . . . . .	1	1	42	40	13	2	1
Skagens Rev . . . . .	4	5	45	31	6	6	3
Læsø Rende . . . . .	2	1	45	14	1	14	23
Anholt Knob . . . . .	4	2	27	32	5	10	20
Schultz's Grund . . . . .	4	+	68	2	+	23	3
Knudshoved I . . . . .	3	+	67	3	+	24	3
Knudshoved II . . . . .	19	+	28	13	+	23	17

(Et + betyder, at der kun har været en overmaade ringe Mængde af den paagældende Gruppe til Stede).



For «Skagens Rev», «Læsø Rende», «Anholt Knob» og «Schultz's Grund» have vi maalt Rumfanget af Makroplankton indsamlet ved at gennemfiske en Vandsøjle af en bestemt Højde. De Vandsøjler, der have været gennemfiskede ved de forskellige Stationer, ere følgende (der er her ikke taget Hensyn til, at ikke alt Vandet i disse Vandsøjler have passeret gennem Posen):

Skagens Rev	20—0 Favne.	103 Gange =	2060 Favne.
Læsø Rende	11—0 —	253 — =	2783 —
Anholt Knob	14—0 —	136 — =	1904 —
Schultz's Grund	14—0 —	176 — =	2464 —

Makro-Planktonmængden i Kubikcentimeter for en gennemfisket Vandsøjle af 1000 Favnes Højde er følgende:

	Fiskeæg.	Vingesnegle.	Krebsdyr.	Sagitta.	Echino- dermer.	Pleuro- brachia.	Hydro- meduser.	I alt.
Skagens Rev . . . . .	5,6	8,0	70,7	48,0	9,3	9,3	4,3	155,2
Læsø Rende . . . . .	2,2	1,0	41,0	12,8	1,0	12,3	20,2	91,0
Anholt Knob . . . . .	9,4	4,0	59,0	71,8	11,4	22,1	45,1	222,8
Schultz's Grund . . . . .	3,0	+	54,1	1,8	+	18,9	2,6	80,4

Det vil af disse Oversigter ses, at Krebsdyr, Sagitta, Pleurobrachia og Smaagopler danne den langt overvejende Del af Makroplankton, og at Krebsdyrplankton er det, der mest konstant er til Stede i anselig Mængde ved alle Stationerne. (Det maa her ikke glemmes, at de store Coelenterater: *Bolina*, *Beroë*, store *Pleurobrachia*, *Aurelia* og *Cyanea* have maattet lades ude af Betragtning ved Beregningerne.) Ligeledes er det iøjnefaldende, at der i Kattegat udvikles en meget stor Mængde af Hydromeduser. Interessant er det, at den absolute Mængde af Makroplankton ved Anholt Knob har været langt større end ved nogle af de andre Stationer. (Se foranstaaende Tabel.) Dette maa vistnok tilskrives den Omstændighed, at Anholt Knob foruden som central Kattegatsstation at have en vel udviklet Kattegatsfauna tillige modtager et større Kontingent fra Skagerak end nogen af de andre Stationer i Kattegat, selv end Læsø Rende, der ligger Skagerak betydeligt nærmere. Denne Opfattelse støttes ved en Betragtning af Vingesneglenes, Echinodermernes og Sagitternes Fordeling (se ovenstaaende Oversigt), ligesom ved mange enkelte Dyrearters Optræden (se f. Eks. Tavlerne for *Fritillaria borealis*, *Limacina balea*, *Tomopteris septentrionalis*, *Centropages typicus*, *Microsetella atlantica*).

Med Hensyn til Tiden for de enkelte Planktongrupperes Optræden kan bemærkes følgende:

Saa godt som alle Vingesneglene (*Limacina bala*) forekomme i de 5 Maaneder fra 15. August til 15. Januar.

Næsten alle Cladocererne optræde i de 6 Maaneder fra 1. Maj til November. Copepoderne ere til Stede i betydelig Mængde til alle Aarstider.

Sagittaerne (*Sagitta bipunctata*) viser sig i Almindelighed i størst Antal i Tiden fra August til Februar. Efter vore Bestemmelser forekomme ca. 70 % af det hele Antal i dette Halvaar.

*Pleurobrachia pileus* optræder i størst Mængde i Vintermaanederne. I de tre Maaneder fra 1. December til 28. Februar optræde saaledes ca. 60 % af den samlede Mængde.

Beregningerne ere kun foretagne for Stationerne Thyborøn, Skagens Rev, Læsø Rende, Anholt Knob og Schultz's Grund.

I Hydromedusernes Mængdeoptræden viser der sig en udpræget Forskel paa Skagerak og Kattegat. (Se ogsaa omstaaende Tabel pg. 51 (269).) Af Medusernes samlede Masse optræde i Kattegat ca. 90 % i Tiden fra 1. Maj til 31. August. Dette er en Følge af, at Maksimumshyppigheden for de tre Arter, der udgøre Hovedmassen af Hydromeduserne: *Sarsia tubulosa*, *Steenstrupia galanthus* og *Obelia lucifera*, falder indenfor denne Periode.

I Prøverne fra Skagens Rev og Thyborøn (tagne under ét) er Fordelingen derimod saaledes, at der i de fire Maaneder fra 1. Maj til 31. August kun optræder ca. 25 % af Aarets Meduseplankton. Forskellen er aabenbart en Følge af, at den langt overvejende Del af de tre ovennævnte Medusearter udvikles i Kattegat.

Med Hensyn til Spørgsmaalet om Makroplankton-Organismernes Fordeling i de forskellige Vandlag er der ved Knudshoved foretaget Undersøgelser der kunne kaste Lys herover for en Del af Bælthavet. Ved denne Station er der ved horizontale Træk indsamlet 20 Prøver fra Overfladen i Tiden fra 15. September 1898 til 16. November 1899 og 28 Prøver i 20 Meters Dybde i samme Tidsrum. De nedenfor anførte Maal angive Rumfanget af Plankton (i Kubikcentimeter), fisket i samme Tid (100 Minutter) i de to Niveauer.

	Middelsalt- holdighed.	Fiskeæg.	Krebsdyr.	Sagitta.	Pleuro- brachia.	Hydro- meduser.
A. Overfladen.....	ca. 15 ‰	3,5	14,5	4,0	1	3,5
B. Ved 20 Meters Dybde..	ca. 24 ‰	19	10,5	12,5	22	16,5

Medens Undersøgelserne fra denne Station viser, at Plankton har en forbavsende Overvægt i de nedre mere saltholdige Vandlag, undtagen for Krebsdyrenes Vedkommende, maa man ingenlunde gaa ud fra, at der findes en lignende Fordeling paa Steder, hvor Saltholdigheden er omtrent den samme fra Overfladen til Bunden. Paa saadanne Steder vil der tværtimod i Almindelighed være en betydelig Overvægt af Plankton i de øvre Vandlag.

Ved Thyborøn er Plankton ikke saa rigt som ved Skagens Rev og i Kattegat. Copepod-Arter og Sagitta udgør her i Reglen Hovedmassen af Plankton, men Hydromeduser, som i Kattegat hyppigt have Overvægten, ere her kun til Stede i rent underordnet Mængde.

Planktonfaunaen i Skagerak har som Følge af den aabne Forbindelse med de større Have et noget mere oceanisk Præg end Faunaen i vore indre Farvande. En udpræget oceanisk Form som *Diphyes* er f. Eks. ikke sjælden i Skagerak, men er ikke hidtil paavist i vore indre Farvande. Den Omstændighed, at Vandet paa de større Dybder (ca. 200 Meter og derover) holder sig paa næsten den samme Temperatur til alle Aarstider (5—6° C.) bevirker, at mange Former ere i Stand til at leve her hele Aaret, medens de i Kattegat, hvor Temperatursvingningerne ere meget store, paa Grund af en lav eller en for høj Temperatur kun kunne optræde som Gæster til visse Aarstider. Dette er f. Eks. Tilfældet med Former som *Fritillaria borealis*, *Beroë cucumis* og *Bolina septentrionalis*.

I Kattegat ere Dybderne i det Hele smaa, og Fornyetelser af Vandmasserne foregaa hyppigt. Svingningerne baade i Henseende til Temperatur og Saltholdighed ere meget store. Talrige udprægede Saltvandsformer føres ind som Gæster fra Skagerak, og med det brakke Overfladevand fra Østersøen tilføres der adskillige Brakvandsformer. Faunaen i Kattegat maa dog ingenlunde opfattes som en Blanding af en forarmet Saltvandsfauna og en forarmet Brakvandsfauna. Det huser ikke faa Former, der naa en rigere Udvikling dér end i de tilstødende Have, og navnlig træffes der en ejendommelig rigt udviklet Hydromedusefauna og Diatoméfauna. (Om Diatomeerne se Dr. Joh. Petersens foranstaaende Afsnit om «Undersøgelsernes Udvikling»).

Betegnelsen Bælthavet er her anvendt som Fællesbetegnelse for Farvandene omkring Samsø, Bælterne, Smaalandshavet, Farvandene Syd for Fyen, Kieler Bugt og Vandet mellem Lolland og Mecklenburg. En naturlig Grænse mellem Bælthavet og Østersøen dannes af Gedser—Darsser Ryggen. Grænsen mellem Kattegat og Bælthavet kan geografisk set trækkes mellem Sjællands Odde og Hjælmen. Denne Grænse er imidlertid efter vor Mening baade fra et hydrografisk og et biologisk Synspunkt utilfredsstillende. Den naturlige Grænse dannes af det brede Plateau (fra 0—15 Favnes Dybde), der strækker sig fra Aalborgbugten og Djursland til Nordsjælland. «Schultz's Grund» kan da betragtes som en Grænsestation mellem disse Have, ligesom «Skagens Rev» maa betragtes som en Grænsestation mellem Skagerak og Kattegat.

Det er i flere Henseender tydeligt at Faunaen i Bælthavet foruden i noget stærkere Grad at have en neritisk Karakter tillige har et mere borealt Præg end Faunaen i det egentlige Kattegat. Nordlige Former som *Astarte borealis* og *Amauropsis islandicus* ere, som fremhævet af Dr. Joh. Petersen (Mollusca 1893), ingenlunde sjældne i Bælthavet, men mangle næsten fuldstændigt i det egentlige Kattegat. For Planktonorganismernes Ved-

kommende ses et lignende Forhold, naar man betragter Ribbegoplernes Udbredelse. I den Tid *Pleurobrachia pileus* har sit Minimum i Kattegat (eller maaske endogsaa fuldstændig forsvinder, August—September) kan den undertiden tages i store Mængder i de dybe Render i Bælthavet. Ligeledes kan *Beroë cucumis* og *Bolina septentrionalis* findes i Bælthavet selv i de varmeste Maaneder (Juli—September), skønt de paa denne Aarstid synes at mangle fuldstændigt i Kattegat. Dette Forhold er aabenbart en Følge af, at Dybdevandet i Bælthavet aldrig opnaar en saa høj Maksimumstemperatur eller en saa høj gennemsnitlig maanedlig Temperatur som i det egentlige Kattegat. Nogle Tal hentede fra Martin Knudsens og G. Karstens hydrografiske Arbejder ville oplyse nærmere herom. Martin Knudsen fremhæver saaledes (1899), at Maksimumstemperaturen i det sydlige Kattegat, ved Schultz's Grund, er 4°—6° lavere end i det nordlige Kattegat (for Dybdevand i samme Dybde); ligeledes, at den aarlige Middeltemperatur er 1,5° lavere paa førstnævnte end paa sidstnævnte Sted.

En Sammenligning af Temperaturen ved Kiel, Schultz's Grund og Skagens Rev er foretaget nedenfor. Ved Kiel er Temperaturen iagttaget ved 29,3 Meters Dybde, de to andre Steder ved 23 Meters Dybde:

	Kiel °	Schultz's Gr. °	Skagens Rev °
Middeltemp. for Jan., Febr., Marts . . . . .	3,8	4,3	4,2
— - April, Maj, Juni . . . . .	4,6	5	7,5
— - Juli, Aug., Sept. . . . .	9	10	14,3
— - Okt., Nov., Dec. . . . .	8,9	9,6	8,9
— - hele Aaret . . . . .	6,6	7,2	8,7

Østersøens Plankton er overordentlig fattigt i Sammenligning med vore andre Haves. De fleste Saltvandsformers Fremtrængen standse allerede i Kattegat eller Bælthavet, hvor Saltholdigheden i Overfladen aftager fra ca. 30 ‰ ved Grænsen mod Skagerak til ca. 8 ‰ ved Indgangen til Østersøen, medens den ved Bunden aftager fra ca. 35 ‰ til ca. 10 ‰. Kun faa euryhaline Arter forekomme i Østersøen som indfødte, og Former, der som *Pleurobrachia pileus*, *Sarsia tubulosa*, *Steenstrupia galanthus*, *Obelia lucifera*, *Sagitta bipunctata*, meget ofte udgør Hovedmassen af Plankton i Kattegat, mangle fuldstændig eller træffes kun i rent forsvindende Mængde i Østersøen. Individantallet er i det Hele taget for de euryhaline Arters Vedkommende stærkt aftagende indadtil i Østersøen. Til Gengæld optræde enkelte Brakvandsformer med et særlig stort Individantal, saaledes f. Eks. af Cladocererne *Bosmina maritima*. I de dybere Partier af Østersøen, under ca. 40 Meter, hvor Vandet kun sjælden skiftes, og hvor Sommertemperaturen er relativt meget lav (ca. 3—5°<sup>1)</sup>), forekommer der kun ganske faa Planktonformer. Den eneste, der er fremdraget herfra ved Planktonundersøgelserne fra Biologisk Station af de Dyregrupper vi have behandlet, er den anselige Hydromeduse *Tiara pileata*.

<sup>1)</sup> O. Pettersson (1893).

## Indsamlingsdatoerne.

		1899—1900																							
Thyborøn . . .	15/4	1/5	15/5	1/6	15/6	1/7	15/7	1/8	15/8	1/9	15/9	1/10	15/10	1/11	15/11	1/12	15/12	1/1	15/1	1/2	15/2	1/3	15/3	1/4	
Skagens Rev	—	—	11/5	27/5	20/6	—	18/7	3/8	20/8	—	14/9	29/9	9/10	1/11	—	8/12	20/12	2/1	20/1	4/2	—	23/2	14/3	20/3	
Læsø Rende	20/4	2/5	17/5	1/6	16/6	2/7	18/7	1/8	15/8	4/9	21/9	9/10	21/10	1/11	28/11	4/12	21/12	1/1	22/1	7/2	22/2	5/3	19/3	4/4	
Anholt Knob	18/4	2/5	16/5	1/6	15/6	1/7	15/7	1/8	16/8	1/9	15/9	3/10	16/10	3/11	15/11	1/12	15/12	3/1	17/1	1/2	19/2	3/3	17/3	2/4	
Schultz's Gr.	20/4	2/5	15/5	1/6	15/6	1/7	15/7	3/8	16/8	1/9	16/9	2/10	16/10	2/11	16/11	1/12	15/12	8/1	15/1	1/2	15/2	2/3	16/3	1/4	
Knudshoved	21/4	3/5	15/5	2/6	15/6	5/7	17/7	4/8	16/8	4/9	20/9	2/10	16/10	4/11	17/11	6/12	18/12	8/1	17/1	2/2	20/2	5/3	19/3	6/4	
	19/4	9/5	23/5	6/6	—	—	14/7	29/7	17/8	8/9	24/9	9/10	20/10	3/11	16/11	6/12	19/12	1/1	20/1	5/2	—	4/3	19/3	2/4	
		1900—1901																							
Thyborøn . . .	15/4	1/5	15/5	1/6	15/6	1/7	15/7	1/8	15/8	1/9	15/9	1/10	15/10	1/11	15/11	1/12	15/12	1/1	15/1	1/2	15/2	1/3	15/3	1/4	15/4
Skagens Rev	11/4	27/4	17/5	29/5	—	26/6	12/7	22/7	11/8	30/8	—	28/9	15/10	31/10	16/11	2/12	—	4/1	12/1	31/1	20/2	11/3	23/3	8/4	20/4
Læsø Rende	14/4	5/5	21/5	4/6	14/6	2/7	22/7	3/8	14/8	1/9	18/9	1/10	16/10	5/11	16/11	2/12	18/12	4/1	19/1	5/2	18/2	2/3	14/3	2/4	11/4
Anholt Knob	17/4	2/5	15/5	1/6	15/6	2/7	16/7	2/8	17/8	2/9	15/9	2/10	16/10	1/11	15/11	2/12	15/12	2/1	16/1	2/2	15/2	1/3	16/3	1/4	15/4
Schultz's Gr.	16/4	2/5	15/5	1/6	16/6	1/7	15/7	2/8	15/8	2/9	16/9	1/10	15/10	1/11	15/11	1/12	16/12	1/1	15/1	1/2	14/2	8/3	16/3	1/4	15/4
Knudshoved	18/4	3/5	21/5	6/6	18/6	4/7	17/7	1/8	15/8	3/9	18/9	3/10	19/10	5/11	16/11	5/12	17/12	3/1	18/1	4/2	20/2	8/3	20/3	6/4	19/4
	18/4	—	12/5	1/6	16/6	2/7	13/7	—	20/8	7/9	24/9	4/10	24/10	3/11	17/11	2/12	—	10/1	—	2/2	—	—	17/3	2/4	14/4

Coelenterater, Echinodermer, Chaetognater, Annelider, Pteropoder,  
Appendicularier etc.

## Coelenterata.

Af Coelenterater er der ikke faa Arter som have deres Maksimumshyppighed i vore indre lukkede Farvande, hvor Vandets Saltholdighed ligger mellem 15<sup>0</sup>,00 og 30<sup>0</sup>,00. Dette er navnlig Tilfældet med mange af de Meduser, der paa visse Stadier af deres Udvikling ere fastsiddende (meroplanktoniske Former). Flere af Coelenteraterne optræde til visse Tider i saa stort Antal, at de udgøre Hovedmassen af Makroplankton, saaledes navnlig *Pleurobrachia pileus*, *Aurelia aurita*, *Cyanea capillata*, *Sarsia tubulosa* og *Steenstrupia galanthus*. Naar det af Tabellen pag. 51 (269) fremgaar, at Hydromeduser udgøre en væsentlig Del af Plankton ved Læsø Rende og Anholt Knob, saa er det navnlig de to sidstnævnte Arters Masseoptræden, der bidrager hertil.

I Betragtning af den Maade, hvorpaa Planktonindsamlingerne ere foregaaede (se Dr. Petersens foranstaaende Afsnit pag. 12 (230) ff.), kan man ikke vente af disse at faa noget paalideligt Materiale til Belysning af de større Coelenteraters Optræden i vore Farvande. For saadanne Formers Vedkommende er der imidlertid fra «Biologisk Station» gjort en Række supplerende Optegnelser, som der ved nedenstaaende Fremstilling over de enkelte Arters Optræden i vore Farvande er gjort Brug af.

Overstigt over Goplernes Fordeling i vore forskellige Farvande.

	Skagerak Saltholdigh. 25—35 ‰	Kattegat Saltholdigh. 15—34 ‰	Bælthavet Saltholdigh. 10—30 ‰	Østersøen Saltholdigh. 6—15 ‰	Sjældnere Arters Forekomst i vore øvrige Farvande.
<b>Hydromedusa.</b>					
Codonium pulchellum, Allman . . . . .	..	..	..	..	Kun kendt fra Limfjorden
Sarsia tubulosa, M. Sars . . . . .	I	I	I	..	
Dipurena ophiogaster, Haeckel . . . . .	..	—	..	..	
Steenstrupia galanthus, Haeckel . . . . .	I	I	I	..	
Amphicodon fritillaria, Steenstrup . . . . .	I	I	..	..	
[ — amphipleurus, Haeckel] . . . . .	..	—	..	..	
[ — globosus, Haeckel] . . . . .	..	+	..	..	
Hybocodon nutans, M. Sars . . . . .	..	—	..	..	
Euphysa aurata, Forbes . . . . .	—	—	—	..	
Eleutheria dichotoma, Quatref. <sup>1)</sup> . . . . .	+	..	..	..	
Tiara pileata, Forskål . . . . .	I	I	I	I	
Amphinema titania, Gosse <sup>1)</sup> . . . . .	+	..	..	..	
Margelis principis, Steenstrup . . . . .	—	..	..	..	
— ramosa, Van Beneden . . . . .	I	I	I	..	
— flavida, Hartlaub . . . . .	—	—	..	..	
Dysmorphosa carnea, M. Sars <sup>1)</sup> . . . . .	I	..	I	..	
Cladonema radiata, Dujardin . . . . .	—	..	..	..	Forekommer i Limfjorden
Rathkea octopunctata, M. Sars . . . . .	I	I	I	..	
Lizzia blondina, Forbes <sup>2)</sup> . . . . .	..	..	+	..	
Lizusa octociliata, Dalyell <sup>1)</sup> . . . . .	—	..	..	..	
Thaumantias eschscholtzi, Haeckel . . . . .	..	—	—	..	
— forbesi, Haeckel . . . . .	..	+	—	..	
— hemisphærica, Gronov. <sup>2)</sup> . . . . .	..	..	—	..	
Melicertidium octocostatum, M. Sars . . . . .	I	+	+	..	
Eucopium quadratum, Forbes . . . . .	..	+	—	..	
Obelia lucifera, Forbes . . . . .	I	I	I	..	
Tiaropsis multicirrata, M. Sars . . . . .	+	—	—	..	
Euchilota maculata, Hartlaub . . . . .	—	..	..	..	Tillige kendt fra Thyborøn
Eutonina socialis, Hartlaub . . . . .	—	—	—	..	
Phialidium variabile, Claus . . . . .	+	—	—	..	
Saphenia mirabilis, Str. Wright . . . . .	..	—	..	..	Tillige kendt fra Thyborøn
Eutimium elephas, Haeckel <sup>1)</sup> . . . . .	—	..	..	..	
Eutimeta gentiana, Haeckel . . . . .	..	..	..	..	Kun funden i Limfjorden
Eutimalphes indicans, Romanes <sup>1)</sup> . . . . .	+	..	..	..	

<sup>1)</sup> Anført efter Aurivillius (1897—98).

<sup>2)</sup> Efter Möbius (1884).

	Skagerak Saltholdigh. 25—35 ‰	Kattegat Saltholdigh. 15—34 ‰	Bælthavet Saltholdigh. 10—30 ‰	Østersøen Saltholdigh. 6—15 ‰	Sjældnere Arters Forekomst i vore øvrige Farvande.
<i>Octocandra germanica</i> , Haeckel . . . . .	+	..	..	..	En <i>Octocandra</i> -Art er tillige kendt fra Limfjorden og fra Thyborøn
<i>Tima bairdi</i> , Forbes . . . . .	+	G	..	..	
<i>Irena viridula</i> , Eschscholtz <sup>1)</sup> . . . . .	..	..	+	..	
<i>Polycanna groenlandica</i> , Péron & Lesueur <sup>2)</sup>	+	..	..	..	
<i>Aglantha digitale</i> , O. Fr. Müller . . . . .	I	I	G	..	
<b>Acalephæ.</b>					
<i>Pilema octopus</i> , Gmelin . . . . .	+	S G	S G	..	Gæst i Limfjorden i Efter- aarsmaanederne
<i>Aurelia aurita</i> , L. . . . .	I	I	I	+	
<i>Cyanea capillata</i> , L. . . . .	I	+	+	+	
— <i>lamarcki</i> , Péron & Lesueur . . . . .	+	G	..	..	
<i>Chrysaora isosceles</i> , L. <sup>2)</sup> . . . . .	+	..	..	..	
<b>Siphonophora.</b>					
<i>Diphyes</i> . . . . .	+	..	..	..	
<i>Eudoxia eschscholtzi</i> , Busch . . . . .	+	+	..	..	
<b>Ctenophora.</b>					
<i>Pleurobrachia pileus</i> , Fabricius . . . . .	I	+	+	G	
<i>Hormiphora plumosa</i> , M. Sars <sup>2)</sup> . . . . .	S G	..	..	..	
<i>Beroë cucumis</i> , Fabricius . . . . .	I	+	+	..	
<i>Bolina septentrionalis</i> , Mertens . . . . .	I	+	+	..	

Det fremgaar af denne Oversigt, at det kun er meget faa af Goplerne, der naa ind i Østersøens Brakvand. Medens der fra Skagerak er kendt 37 Arter af pelagiske Gopler, kendes der fra Kattegat 31, fra Bælthavet 25 og fra Østersøen kun 4. Ingen af disse fire Arter fra Østersøen kunne dog betegnes som Brakvandsformer; alle fire ere euryhaline Arter, der opnaa en større Hyppighed i mere saltholdigt Vand.

*Codonium pulchellum* Allman.

(Fastsiddende Form: *Syncoryne pulchella* Allman).

Et enkelt Individ af Slægten *Codonium* er taget i Limfjorden ved Sallingsund den 26. April 1896 af Dr. Th. Mortensen. Det stemmer meget vel med Beskrivelserne hos Haeckel (1879) og Allman (1871) af ovennævnte Art.

*Sarsia tubulosa* M. Sars. Tabel I.

(Fastsiddende Form: *Syncoryne sarsi* Loven.)

De fundne Sarsier, af hvilke ingen har været knopskydende, ere alle henførte til

<sup>1)</sup> Efter Vanhöffen (1895).

<sup>2)</sup> Efter Aurivillius (1897—98).

*Sarsia tubulosa* M. Sars. Som smaa Unger begynde de at optræde i Februar og Marts, opnaa en anselig Størrelse i Maj og Juni, og ophøre at vise sig omtrent fra Slutningen af Juni. Arten er hjemmehørende i vore Farvande, og som det fremgaar af Tabellen, maa det Kontingent, som Kattegat modtager gennem Skagerak af Medusen, i hvert Fald antages at være ganske ringe. Arten anføres fra Kiel af Möbius (1873), men er ikke angivet fra Østersøen.

*Dipurena ophiogaster* Haeckel. Tabel I.

Arten er optraadt i ret betydeligt Antal ved Schultz's Grund fra Begyndelsen af August til Midten af Oktober. I Læsø Rende har Magister Chr. Levinsen taget den i uhyre Mængde den 27. Juli 1898. Den er hidtil hverken paavist fra Skagerak, Bælthavet eller Østersøen.

Knopskydning fra Mavesækken er iagttaget hos talrige Individuer.

*Steenstrupia galanthus* Haeckel. Tabel I.

(Fastsiddende Form: *Corymorpha galanthus* Haeckel.)

Fra Begyndelsen af Juni til Slutningen af September optræder denne Art i Kattegat, ofte i betydeligt Antal. Tabellen viser, at dens Hovedoptræden i Kattegat og Bælthavet ikke skyldes nogen Indvandring udefra.

*Euphysa aurata* Forbes. Tabel I.

(Fastsiddende Form: *Halatractus nanus* Allman, Haeckel 1879.)

Perioden for denne Arts Optræden i vore forskellige Farvande er følgende:

Skagerak: Begyndelsen af Juli til Slutningen af September. (*Aurivillius* 1897-98).

Kattegat: Midten af August til Midten af Oktober.

Bælthavet (Knudshoved): Midten af September til Begyndelsen af November.

Denne senere Optræden i vore sydligere Farvande kan maaske tyde paa, at Medusen føres med Strømninger mod Syd fra Skagerak. Mærkværdig nok angives denne Form af Möbius (1884) fra Kiel fra en hel anden Aarstid, nemlig April. Muligvis foreligger der dog her en Fejlbestemmelse.

Arten er taget i Skagerak ved 0—80 Meters Dybde den 20. August 1898 og ved 0—150 Meters Dybde den 9. Juli 1898.

*Hybocodon nutans* M. Sars.

(Fastsiddende Form: *Corymorpha nutans* Sars.)

Vi have i flere Tilfælde fundet det vanskeligt at skelne denne Form fra *Euphysa aurata* Forbes, idet vi have iagttaget, at Skærmranden hos *Euphysa* ikke sjældent er noget skævt afskaaret, og Formen noget amphipleurisk. Tydeligt udprægede Former af *H. nutans* have vi fra Schultz's Grund den 2. Oktober 1899 og den 18. September 1900.



F. E. Schulze (1875, Pag. 136) anfører Formen fra Store Bælt, mellem Sprogø og Korsør, fra Slutningen af Juli.

*Amphicodon fritillaria* Steenstrup. Tabel I.

(Fastsiddende Form: *Corymorpha fritillaria* Stp.)

Af Slægten *Amphicodon* have vi fundet Former, som vi efter Haeckels Beskrivelser (1879) maa henføre til tre Arter: *Amphicodon fritillaria* Stp., *A. globosus* Haeckel og *A. amphipleurus* Haeckel. Vi have imidlertid Mistillid til Værdien af de Artskarakterer, som Haeckel her har benyttet, og navnlig har den Omstændighed, at vi have fundet den tredie Tentakel snart meget vel udviklet, snart ganske lille, foranlediget, at vi nære Tvivl om, hvorvidt Tilstedeværelsen af 2 eller 3 Tentakler berettiger til en Adskillelse mellem forskellige Arter. Ligeledes har det Forhold, at alle tre Former tilsammen kun optræde i en meget kortvarig Periode, og ofte ere til Stede alle i samme Prøve, bragt os til at tvivle paa, at vi her have med forskellige Arter at gøre.

Formen er optraadt i Kattegat fra Begyndelsen af April til Begyndelsen af Juni. Aurivillius (97—98) angiver *A. fritillaria* fra en enkelt Prøve i Skagerak fra Slutningen af Marts.

*Tiara pileata* Forskål. Tabel I.

Denne smukke Meduse er ingeniunde sjælden i vore Farvande. Tiden for dens Optræden er følgende:

Skagerak: Midten af Juni til Begyndelsen af December.

Kattegat: Midten af Maj til Begyndelsen af November.

Bælthavet: Begyndelsen af April til Midten af September.

Østersøen: Begyndelsen af Marts til Slutningen af Juni.

Denne Optræden tyder bestemt paa, at Arten er hjemmehørende i vore indre Farvande.

I Østersøen er den taget adskillige Gange, bl. a. i den dybe Rende ved Aarsdale (Bornholm) af Dr. Th. Mortensen. Minimumssaltholdigheden, ved hvilken den forekommer, synes at maatte sættes til ca. 12 ‰.

*Margelis principis* Steenstrup.

Til denne Art have vi henført nogle Individer med overordentlig brede Tentakelbulber, tagne i Skagerak den 11. Juni 1898 ved 20—80 Meters Dybde. Tentaklernes Antal paa hver Bulbus varierer fra 24 til 26. Mundgriflerne ere ved den distale Ende kugleformigt opsvulmede. — Temperatur 7,7—9° C.

*Margelis ramosa* van Beneden.(Fastsiddende Form: *Bougainvillea ramosa* Allman.)

Hos denne Margelis Form ere Tentakelbulberne noget smallere end hos den foregaaende Art, ligesom Antallet af Tentakler er ringere, 8—22. Aurivillius (97—98) angiver den fra Skagerak den 19. Oktober 1896. Desuden er den fra Biologisk Station og fra Fyrskibene taget til følgende Tider i vore Farvande:

Skagerak:	14. Juni 1901,	9 Kvartmil N. f. Skagen.
	9. Juli 1898,	23 — — —
Kattegat:	2. April 1900,	Læsø Rende.
	17. April 1900,	— —
	2. Maj 1900,	— —
	15. Maj 1900,	— —
Bælthavet:	5. April 1902,	Lillebælt.
	19. April 1899,	Knudshoved.
	27. April 1895,	Tusbjerg Dyb.
	21. Aug. 1899,	Sprogø.

Hartlaub (1896) anfører Arten fra Helgoland fra Maj til Slutningen af Juli.

*Margelis flavida* Hartlaub.

Til denne Art have vi henført nogle ca. 2<sup>mm</sup> store Margelis Former, hos hvilke den distale Ende af Mundgriflerne ikke er kugleformet opsvulmet. Tentaklernes Antal paa hver Bulbus er 8 à 10.

Den forekom enkeltvis ved Skagens Rev den 4. Juni 1900 og ved Læsø Rende den 15. Juli 1899 og 19. Februar 1900.

*Dysmorphosa carnea* M. Sars.(Fastsiddende Form: *Podocoryne inermis* Levinsen.)

Denne Meduse er ikke iagttaget i nogen af Prøverne. Aurivillius (1897—98) angiver den fra Skagerak fra Begyndelsen af Juli til Slutningen af August, og Möbius (1873) anfører den fra Kiel fra Foraars til Høst. Om den fastsiddende Forms Udbredelse i vore Farvande se Levinsen (1893, pag. 375).

*Cladonema radiata* Dujardin.(Fastsiddende Form: *Cladonema radiata* Allman.)

Dr. Th. Mortensen har taget denne Art i store Mængder paa Zostera i Limfjorden, ved Nykøbing, den 7. Juli 1895. Aurivillius (97—98) angiver, at den er taget en enkelt Gang i Skagerak i September.

I Kattegat, Bælthavet eller Østersøen er den ikke iagttaget.

*Rathkea octopunctata* M. Sars. Tabel I.

Paa de fleste af de Individier, vi have undersøgt, have Tentakelbulberne været ulige store. De fire største Bulber have da baaret hver 4, de fire mindre hver 3 Tentakler. Hos en Del Individier have alle Bulberne været omtrent lige store, hver med 3 Tentakler. Ligesom Hartlaub (1896) ville vi ogsaa trække de Former ind under nærværende Art, hos hvilke de store Bulber bære hver 3 Tentakler, de mindre hver 2 Tentakler. (Haeckels *Margellium octopunctatum*).

Den Omstændighed, at Perioden i hvilken Arten optræder, falder paa samme Tid i det sydlige Kattegat som i det nordlige Kattegat og Skagerak, saavel som det Forhold, at der paa næsten alle Individierne fra Kattegat og Bælthavet er iagttaget Knopskydning, tyder paa, at den er hjemmehørende i vore indre Farvande.

*Thaumantias eschscholtzi* Haeckel.

Et lille ikke fuldvokset Eksemplar af nærværende Art er taget ved Frederikshavn i Sommeren 1898. Arten ligner habituel *Tiaropsis multicirrata*, men Tentaklerne sidde endnu tættere sammen end hos *Tiaropsis*, og Randlegemer forekomme ikke.

*Thaumantias forbesi* Haeckel.

Af denne Art er der taget 4 smaa Individier, af 2—3<sup>mm</sup> i Diameter, ved Frederikshavn den 26. Juli 1898. Den nærstaaende Art *T. hemisphaerica* Eschscholtz angives fra Kiel af Möbius (1884).

*Melicertidium octocostatum* M. Sars.

Et enkelt Eksemplar af denne Art er taget Nord for Anholt Knob den 16. August 1901 af Dr. Joh. Petersen. Aurivillius (1897—98) angiver den fra Skagerak i August, September og Februar i 30—80 Meters Dybde, og Möbius (1873) anfører den fra Kiel i Efteraaret. En ret god Afbildning af Dyret er givet af Forbes (1848).

*Eucopium quadratum* Forbes.

Arten er forekommet i to af Prøverne fra Schultz's Grund fra 6. og 19. April 1901. I alt er der taget ca. 20 Individier af en Størrelse af 2—3<sup>mm</sup>. Den angives fra Kiel af Möbius (1884) fra Februar.

*Obelia*. Tabel II.

Den hyppigste af Obelia-Arterne er vistnok *O. lucifera* Forbes, hvis fastsiddende Form er *Laomedea geniculata* L. Da Obeliernes Systematik for Tiden er meget usikker, have vi imidlertid ikke søgt at afgrænse denne Meduse fra nærstaaende Former, men have opført dem alle i samme Tabel. Maksimum for Obelias Optræden falder i Maj, Juni og Juli, Minimum i Februar og Marts. *Laomedea geniculata* angives fra Kiel af Möbius (1873).

*Tiaropsis multicirrata* M. Sars. Tabel II.

I Prøverne er der forekommet to Arter af Slægten *Tiaropsis*. De fleste af Individerne have kunnet henføres til ovenstaaende Art. Foruden ved de i Tabellen anførte Steder er Slægten taget ved Frederikshavn i Maj og Juni 1898, i Skagerak ved 0—80 Meters Dybde den 20. August 1898 og i Læsø Rende den 18. Juni 1902.

*Euchilota maculata* Hartlaub.

Nogle Individier tagne i Skagerak den 29. Juli 1898 og ved Thyborøn den 31. Oktober 1900 have vi henført til denne Art. De afvige fra Hartlaubs Afbildninger ved, at Randcirrerne ere noget talrigere (Hartlaub 1897, Tab. XX), men synes iøvrigt at stemme med hans Afbildning og Beskrivelse i alle væsentlige Karakterer. Hartlaub anfører den fra Helgoland fra August til Oktober.

*Eutonina socialis* Hartlaub.

Fra Dansk biologisk Station er der taget Individier af denne Art paa følgende Steder: Thyborøn den 18. Juni 1895, nordlige Øresund den 9. Juni 1902 og mellem Brandsø og Bogø den 17. Maj 1902. Hartlaub (1897, pag. 508) angiver den fra Helgoland fra Slutningen af Marts til Begyndelsen af Juli.

*Phialidium variabile* Claus. Tabel II.

I Skagerak og Kattegat er denne Form forekommet ret ofte i Tiden mellem August og Marts. I Skagerak er den taget i betydeligt Antal den 12. November 1898.

Minimumssaltholdighed for dens Optræden ca. 20 ‰. (Overfladevandet ved Knudshoved den 3. November 1899).

*Saphenia mirabilis* Str. Wright.

Nærværende Art er optraadt enkeltvis i følgende Prøver: Thyborøn den 22. Juli 1900; Schultz's Grund den 4. September 1899; Læsø Rende den 3. Oktober 1899.

Minimumssaltholdighed ca. 30 ‰.

*Eutimeta gentiana* Haeckel.

Et enkelt vistnok ikke fuldvoksent Eksempel af Slægten *Eutimeta* er taget i Sallingsund den 14.—9.—1895 af Dr. Th. Mortensen. Vi finde ingen Karakterer hos det, der kan udelukke det fra at blive henregnet til *E. gentiana* Haeckel. Antallet af Randlegemer og Tentakler er 8. Ved hver Side i Tentaklerne sidde en eller to marginale Cirrer, og mellem Tentaklerne knudeformige Fortykkelser, ligeledes med Cirrer ved hver Side. Munden er næsten lige afskaaret, med 4 kun utydeligt afsatte Læber, omtrent som hos det af Haeckel (1879 Tab. XII Fig. 6) afbildede unge Individ.

*Octocandra germanica* Haeckel.

Af denne Slægt er der optraadt nogle enkelte Former paa følgende Steder i vore Farvande:

Thyborøn den 28. Sept. 1900.

Skagens Rev den 9. Okt. 1899.

Limfjorden den 23. Okt. 1896.

Ved Skagens Rev forekom et enkelt Eksemplar, som vi have ment at kunne henhøre til *O. germanica* Haeckel. Kun hos et af de fundne Individuer var en enkelt af de distale Gonader bevarede.

*Tima bairdi* Forbes.

Et enkelt smukt Eksemplar af *Tima bairdi* med en Skærbredde af ca. 50<sup>mm</sup> er taget Syd for Anholt Knob af Dr. Joh. Petersen den 17. April 1902. Hartlaub (1896) angiver den fra Helgoland fra 1. Februar, og Aurivillius (1897—98) opfører den fra Skagerak fra Januar og Februar. Et Par mindre vel konserverede Eksemplarer, der antagelig hidrøre fra større Dybder, ere tagne med Tobisvaad 9 Kvml. Nord for Skagen den 14. Juni 1901.

*Aglantha digitale* O. Fr. Müller. Tabel II.

I Kattegat og Skagerak er denne Art optraadt til alle Aarstider med Minimumshyppighed i de koldeste Maaneder, Januar, Februar og Marts. Med Strømninger føres den undertiden mod Syd helt ned i Bælthavet. Ved Knudshoved er den iagttaget enkelte Gange og den 24. Juni 1902 fandtes den fra Dansk biologisk Station ved ca. 20 Favne Vand Syd for Lyø i Lille Bælt. Unge Individuer forekomme til alle Aarstider.

Minimumssaltholdighed 19 ‰ (Knudshoved den 20. Oktober 1899).

*Aurelia aurita* Linné.

Denne vor almindeligste Storgople er iagttaget i vore Farvande i Tiden fra April til Januar. Den maa aabenbart betragtes som en Kyst- og Fjordform, der optræder med ringere Hyppighed i det nordlige Kattegat og Skagerak end i det mere beskyttede Bælthav, hvor den navnlig i mindre Sunde og Fjorde til Tider optræder i kolossalt Antal. I Østersøen gaar den i Følge Aurivillius (1896) helt op til Skærgaardshavet og den Finske Bugt. *Scyphistomer*, rimeligvis tilhørende nærværende Art, ere tagne i Limfjorden i Maj 1895 af Dr. Th. Mortensen og i Lille Bælt i Juni 1894 af A. C. Johansen.

Som Tabel II viser, optræde Ephyrylaer af Storgopler i betydelig større Mængde ved Knudshoved end ved nogen af Kattegatsstationerne. Sandsynligvis tilhører den overvejende Mængde af disse nærværende Art. Ephyrylaer ere i Biologisk Stations Journaler noterede fra Frederikshavn i April 1898.

*Cyanea capillata* Linné.

Aurivillius (1897—98) anfører denne i vore Farvande almindeligt forekommende Storgople fra Skagerak fra Begyndelsen af Juni til Januar og enkeltvis fra Februar og Marts. I Kattegat og Bælthavet er den paavist fra April til November. Dr. Joh. Petersen har i Foraarsmaanederne (April og Maj) iagttaget temmelig smaa Individuer i Lille Bælt, men bestemte lagttagelser for, at den yngler i vore indre Farvande, foreligge dog for Tiden ikke. I Følge Aurivillius (1896) trænger den i Østersøen næppe saa langt mod Nord som foregaaende Art. I Modsætning til Aurelia træffes den utvivlsomt i større Mængde i de mere aabne Farvande end i vore snævre Sunde og Fjorde.

*Cyanea lamarcki* Péron & Lesueur.

I Sommermaanederne, Juni, Juli og August, er denne Art iagttaget i Skagerak og det nordlige Kattegat af Dr. Joh. Petersen og Magister Chr. Levinsen. Dr. Mortensen meddeler os, at han har noteret den fra følgende Steder i det nordlige Kattegat, ligeledes i Sommertiden: Skærgaarden ved Gøteborg, Frederikshavn og Anholt, sidstnævnte Sted opskyllet paa Strandbredden.

Fra Bælthavet eller Østersøen er den ikke kendt.

*Pilema octopus* Gmelin (*Rhizostoma cuvieri* Péron & Lesueur).

Dr. Joh. Petersen angiver, at denne Art i Efteraarsmaanederne driver ind i Limfjorden fra Vesterhavet. (Beretning fra Biol. St. 1897.) Aurivillius (1897—98) angiver den fra Skagerak fra Juni. Ved Frederikshavn er der i Juni 1898 taget en lille Unge, der formentlig tilhører nærværende Art. Möbius (1873) opfører den fra Kiel. Fra Østersøen er den ikke kendt.

*Siphonophora.*

En Del Diphyes-Former ere tagne paa følgende Steder:

2	Kvartmil Nord for Skagens Rev	den 8. Marts 1898.
33	— — —	- 21. August 1898.
9	— — —	- 14. Juni 1901.

Af Monophyider er der taget et Par Eudoxia'er, der nøje svarer til den af Chun (1897, pag. 62, Fig. 5) afbildede *Eudoxia eschscholtzi* Busch, der angives at henhøre til *Muggiæa kocki* Chun. De forekom ved Læsø Rende den 1. April 1901 og Nord for Skagen den 14. Juni 1901.

*Otenophora.*

I Skagerak og det nordlige Kattegat optræde *Pleurobrachia*, *Beroë* og *Bolina* ofte i uhyre Mængder og udgøre ikke sjældent Hovedmassen af Plankton. De aftage stærkt

indadtil i vore Farvande, og i den sydlige Del af Bælthavet træffes de to sidstnævnte Slægter ikke hyppigt, medens den mere euryhaline *Pleurobrachia* endnu kan være temmelig almindelig i Østersøen.

*Pleurobrachia pileus* Fabricius. Tabel III.

Som Tabellen viser, træffes denne Art i Skagerak og Kattegat til alle Aarstider. Maksimum for dens Optræden falder i Tiden fra December til Marts, Minimum i August og September. I den dybe Rende ved Sprogø er den taget selv i de Maaneder, hvor den i Kattegat har sit Minimum. Ved Rødvig er den kun forekommet en enkelt Gang, men den trænger iøvrigt i Østersøen helt ind til Kurisches Haff (Aurivillius 1896) og Gotland (Apstein 1902). Den angives af Vanhöffen fra Kiel for April, Juli og September (1895, pag. 18).

Artens Udbredelse er hovedsagelig nordlig.

*Hormiphora plumosa* M. Sars.

Med Sikkerhed har denne Art, som Aurivillius (1897—98) angiver fra Skagerak fra Slutningen af Juli til Slutningen af September, ikke kunnet paavises i nogen af Prøverne. Artens Udbredelse er hovedsagelig sydlig.

*Bolina septentrionalis* Mertens (incl. *B. norvegica* M. Sars).

Aurivillius (1897—98) angiver denne Form fra Skagerak fra Begyndelsen af December til Begyndelsen af Juni. I Kattegat er den taget fra Midten af Marts til Slutningen af Juli; men specielle Undersøgelser over dens Optræden her mangler for Vintertiden. I den varmeste Sommertid forsvinder den fra Overfladevandet, men kan da træffes paa betydelige Dybder, i Skagerak. (Planktonundersøgelserne 1898, Juli, August.) Fra Lille Bælt opføres den af Dr. Joh. Petersen (Beretningen 1892) fra April og Maj. Möbius (1873) opfører den fra Kiel for September og Vanhöffen (1895, pag. 18) ligeledes fra Kiel den 23. Juli. Vanhöffen angiver ikke, ved hvilken Temperatur Arten forekom paa denne Dag midt i Sommertiden, men da han anfører, at den pludselig kom til Syne i Vand med en højere Saltholdighed end den sædvanlige, tør det antages, at den er ført op med Strømninger fra det kolde Bundvand i Bælthavet. Vanhöffen meddeler sammesteds, at Möbius har taget Arten midt i Vintertiden, i Januar Maaned. Den kan da aabenbart træffes i Bælthavet til alle Aarstider. Dens Tilstedeværelser dernede paa de Tider, hvor den ikke træffes i Kattegat, maa vistnok forklares paa den Maade, at der med Strømninger nordfra i Vinter- eller Foraarstiden tilføres en Bestand, som formaar at holde sig i længere Tid, da Vandet ikke saa ofte fornyes dér som i Kattegat, og da Bundvandet ikke opvarmes saa stærkt.

*Beroë cucumis* Fabricius (incl. *B. ovata* Bosc.).

I Tiden fra Februar til Midten af Juni forekommer denne Form i Overfladevandet

i det nordlige Kattegat og Skagerak. Efter denne Tid trækker den sig bort fra Overfladen, men ved de større Dybder i Skagerak kan den træffes, selv i den varmeste Aarstid. Den er saaledes f. Eks. taget ved 100—150 Meters Dybde den 9. Juli 1898 i Vand, hvis Temperatur var ca. 7°. Fra Lille Bælt anføres den af Dr. C. G. Joh. Petersen (Beretningen 1892) for Maj 1891, og fra Kieler Fjord af Möbius (1884) for Marts og April, samt af Vanhöffen (1895, pag. 18) den 23. Juli sammen med *Bolina septentrionalis*. Dens Forekomst i Bælthavet paa de Tider, hvor den ikke træffes i Kattegat, maa sikkert forklares paa lignende Maade som for foregaaende Art. I den egentlige Østersø er den hidtil ikke jagttaget. Chun (1898, pag. 26) angiver den vel fra Østersøen, men herved skal i dette Tilfælde uden Tvivl forstaaes den saakaldte vestlige Østersø, Vest for Gedser-Darsser Ryggen, der her er medregnet til Bælthavet. Det eneste ganske unge Individ af nærværende Art, der kendes fra vore Farvande, er taget ved Thyborøn den 31. Oktober 1900 (en Unge paa ca. 1<sup>mm</sup>).

#### *Anthozoa.*

*Arachnactis albida* M. Sars er truffet i en enkelt Prøve fra Skagerak den 1. April 1900. I Kattegat er den forekommet spredt ved Stationerne Læsø Rende, Frederikshavn, Anholt Knob og Schultz's Grund i Tiden fra 1. April til 24. Juli. I Reglen træffes der kun faa Individuer i hver Prøve, højst ca. 50. I Bælthavet eller i Østersøen er den hidtil ikke funden.

De største Individuer have en Længde af ca. 2<sup>mm</sup>, maalte fra den orale til den aborale Pol. En stor Del af Stadierne svare til dem, som van Beneden afbilder i «Recherches sur le développement des Arachnactis» Pl. I.

#### **Echinodermata.**

En Undersøgelse over, paa hvilke Aarstider Larver eller Unger af de forskellige Echinodermer optræde i vore Farvande, er kun gennemført for to Arters Vedkommende: *Asterias rubens* L. og *Luidia sarsi* Düb & Kor. Tabel III viser Tiden for disse Arters Optræden i Plankton i Stadiet lige efter Forvandlingen, hvor de endnu bærer Rester af Larvehuden. Dr. Th. Mortensen har velvilligst bestemt de to Arter for os.

#### **Phoronis.**

Phoronis-Larven (*Actinotrocha*) er kun forekommet enkeltvis i to af Prøverne: fra Læsø Rende den 16. Oktober 1900 og fra Anholt Knob den 15. Juli 1900. Om denne Larves Forekomst i vore Farvande meddeler Dr. Mortensen os, at han flere Gange har truffet den i Sommermaanederne ved Frederikshavn og i Limfjorden. Ligeledes meddeler Hr. Magister R. Hutzen-Petersen at have taget den ved Hellebæk i Sommertiden.

Formodentlig vil den voksne Phoronis vise sig at være hjemmehørende i vore Farvande.



### Bryozoa. Tabel III.

Larven af *Membranipora* er den hyppigste af de i vore Farvande optrædende Bryozolarver. Den er ret almindelig til alle Aarstider, undtagen i en Periode fra Maj til August eller September, og forekommer i større Antal i vore indre Farvande end i Skagerak. I Prøverne fra Rødvig har den slet ikke vist sig.

### Chaetognatha.

Af Chaetognater er der i det mindste optraadt tre Arter ved Planktonstationerne i 1899—1901: *Sagitta bipunctata*, *Krohnia conf. hamata* og *Spadella conf. draco*. Desuden angives fra Skagerak den typiske *Krohnia hamata* (Möbius 1875, pag. 158—159) og *Sagitta arctica* (Aurivillius 1897—98).

Tabel over Arternes Optræden i vore Farvande.

	Skagerak	Kattegat	Bælthavet	Østersøen
<i>Sagitta bipunctata</i> .....	I	I	I	+
<i>Sagitta arctica</i> , Auriv. ....	I	"	"	"
<i>Krohnia hamata</i> .....	+	"	"	"
<i>Spadella conf. draco</i> .....	+	"	"	"

### *Sagitta bipunctata* Quoy & Gaimard. Tabel III.

Som Tabel III viser, optræder denne Form i Skagerak og Kattegat til alle Aarstider, medens den ved Rødvig kun er taget i Efteraarsmaanederne. Den hører til vore almindeligste Planktonorganismer og udgør i talrige Prøver Hovedmassen af Plankton. Den store Masse af Individerne er under 10<sup>mm</sup>. Enkelte naa dog en Længde af ca. 20<sup>mm</sup>, men allerede Individder over 15<sup>mm</sup> forekomme kun ret sporadisk. Saavel Smaaformer under 5<sup>mm</sup> som voksne Individder over 15<sup>mm</sup> optræde til alle Aarstider.

Arten, der varierer stærkt baade i Henseende til Gribehagernes og Piggenes Antal og ingenlunde er skarpt afgrænset fra nærstaaende Arter, har en meget vid Udbredelse baade paa den sydlige og den nordlige Halvkugle (G. M. R. Levinsen, 1885—86, pag. 341).

### *Krohnia conf. hamata* Möbius.

Den her opførte Form afviger fra *Krohnia hamata* ved, at Piggenes Antal paa hver Side af Hovedet er betydelig ringere: 8—12 mod 23—26. Den har kun vist sig 4 Gange ved Skagen i Tiden fra 22. Februar til 4. April 1900.

Maksimumslængde 18<sup>mm</sup>.

### *Spadella conf. draco* Krohn.

Denne Art ligner i de fleste Bygningstræk *Spadella draco* Krohn, saaledes som

denne er beskrevet hos Hertvig (1880, pag. 71—73). Den afviger imidlertid dels ved, at Halesegmentet er forholdsvis længere (i det mindste saa langt som Kroppen), dels ved, at der kun findes én Række af Pige paa hver Side af Hovedet. Kroppens Epidermis bestaar af karakteristiske store tykvæggede Celler, der ganske minder om dem, Hertvig omtaler hos *Spadella draco* og træffende sammenligner med Planteceller. Arten er kun taget en enkelt Gang ved Skagens Rev den 22. Februar 1900 i et Antal af 5.

Længde: 4—6<sup>mm</sup>.

Det kan bemærkes, at der paa den Dag Arten forekom i Skagerak var en særlig høj Saltholdighed og en efter Aarstiden usædvanlig høj Temperatur. Temperaturen var 4,4—4,6°; Saltholdigheden 33,9—34,7 ‰.

### Annulata.

Larver af forskellige Annelider optræde ikke sjældent i betydeligt Antal, men udgøre dog ingensinde Hovedmassen af Plankton. Den største og almindeligste Form er Larven til *Poecilichaetus fulgoris*. Af holoplanktoniske Former er fundet to Arter: *Autolytus prolifer* og *Tomopteris helgolandica*. Disse Arters Udbredelse i vore Farvande vil ses af følgende Oversigt<sup>1)</sup>:

	Skagerak	Kattegat	Bælthavet	Østersøen
<i>Autolytus prolifer</i> .....	+	+	+	"
<i>Poecilichaetus fulgoris</i> .....	+	G	"	"
<i>Tomopteris helgolandica</i> .....	+	G	"	"

#### *Autolytus prolifer* Müller. Tabel IV.

Arten optræder ganske spredt i vore Farvande, men som det synes mest konstant i Maanederne fra September til December. Den synes at være mindst lige saa almindelig i Kattegat som i Skagerak (se Tabellen). G. M. R. Levinsen («Annulata» 1893, pag. 330) angiver den fra Limfjorden og Store Bælt. Derimod foreligger der ikke nogen Angivelse om dens Forekomst i Østersøen.

#### *Poecilichaetus fulgoris* Claparède. Tabel IV.

Larver af denne Form, der som voksen i Følge Claparède (1875, pag. 9) kun træffes paa større Dybder, forekomme i Skagerak og Kattegat ret konstant i Maanederne fra Juli til November, men synes at mangle fuldstændigt i Vintermaanederne. Der foreligger ikke Angivelser om dens Forekomst hverken fra Bælthavet eller fra Østersøen. I Reglen træffes kun faa Individuer i hver Prøve. I en enkelt dog flere Hundrede.

De største Larver have en Længde af 10—11<sup>mm</sup>.

<sup>1)</sup> Museumsinspektør G. M. R. Levinsen har velvilligst hjulpet os med Bestemmelsen af Arterne.

*Tomopteris helgolandica* Greeff. Tabel IV.

Som Tabellen viser, aftager denne Art særlig hurtigt indadtil i vore Farvande, fra Skagerak til det sydlige Kattegat. Medens Arten i Efteraars- og Vintermaanederne optræder i næsten alle Prøverne fra Skagerak, er dens Forekomst i Kattegat meget spredt. Ved Knudshoved og Rødvig har den slet ikke vist sig. Tiden for dens Optræden er i Skagerak fra Juli til April, i Kattegat fra August til Maj. Hos unge Individier aftage Parapodierne regelmæssigt i Størrelse henimod den bageste Del af Kroppen. Hos ældre Individier ender Kroppen med et tyndt haleformigt Parti, forsynet med rudimentære Parapodier. Maksimumslængde 17<sup>mm</sup>.

**Pteropoda.**

Udbredelsen af de to Pteropodarter, der optræde i vore Farvande er vist i følgende Oversigt:

	Skagerak	Kattegat	Bælthavet	Østersøen
<i>Clione limacina</i> .....	+	G	G	"
<i>Limacina balea</i> .....	+	G	G	"

*Clione limacina* Phips. Tabel IV.

I Prøverne fra Skagens Rev er der tre Gange i Tiden fra 21. September til 1. November truffet Unger af denne Art af en Længde af 1,2—5<sup>mm</sup>, og i det højeste i et Antal af ca. 30. Da det forekom os mærkeligt, at denne nordlige Form kunde optræde i vore Farvande, medens Temperaturen endnu er saa forholdsvis høj som i Efteraarsmaanederne, tænkte vi os Muligheden af, at vi havde en anden *Clione*-Art for os. Ved Undersøgelse af Radulaen har det dog ikke været os muligt at skelne den fra den almindelige *Clione limacina*.

Ved den norske Vestkyst synes Arten kun rent undtagelsesvis at forekomme Syd for Lofoten (O. Sars 78, Aurivillius 98).

Boas meddeler (1886, Pag. 165), at den vistnok er taget ved Bohuslän i Marts 1884, og Aurivillius anfører den fra Skagerak for Januar og Februar Maaneder (1898, pag. 91).

I Kattegat har Arten været til Stede i to af Prøverne, nemlig ved Læsø Rende den 7. Marts 1899 og ved Anholt Knob den 2. Oktober 1899. Førstnævnte Sted fandtes 4 Eksemplarer af 10—18<sup>mm</sup>s Længde, sidstnævnte Sted 2 Unger af 1—1,5<sup>mm</sup>s Længde.

I Fænøsund (Lille Bælt) er den taget i Maanederne April og Maj 1891 af Dr. C. G. Joh. Petersen (1892).

Maksimumstemperatur 14° (Skagens Rev den 21. September 1899).

*Limacina balea* Møller (incl. *L. retroversus* Auct.).

Betragter man Tabel IV, der giver et Billede af Artens Optræden i vore Farvande, ses det tydeligt, at den ved Skagen og de nordlige Stationer i Kattegat forekommer tidligere paa Aaret og i langt større Antal end ved Schultz's Grund og Knudshoved. I Bælthavet optræder Arten kun ganske spredt. I Kieler Bugt er den i F. Möbius (1884) fanget levende i Februar 1884.

*Prosobranchiata.*

Larver af Prosobranchiater optræde til alle Aarstider, men udgøre stadig kun en rent forsvindende Del af Plankton.

*Lamellibranchiata.*

Muslingelarver forekomme i ringe Mængde til alle Aarstider. Ved Prøverne fra Storebælt er Larven af *Mytilus edulis* den hyppigste Form.

**Appendicularia.**

Af Appendicularier optræde i det mindste tre Arter i de danske Farvande: *Fritillaria borealis*, *Oikopleura dioica* og *Oikopleura labradoriensis*. Paa Grund af Materialets mangelfulde Konserveringstilstand har det ikke været muligt med Sikkerhed at afgøre, om *Oikopleura parva* Lohm. ogsaa træffes her. Rimeligvis tilhøre dog en Del af de under *O. dioica* opførte Individuer denne Art.

Arternes Udbredelse i de danske Farvande vises ved følgende Oversigt:

	Skagerak.	Kattegat.	Bælthavet.	Østersøen.
<i>Fritillaria borealis</i> .....	I	G	G	G
<i>Oikopleura dioica</i> .....	+	+	+	+
<i>Oikopleura labradoriensis</i> .	+	G		

*Fritillaria borealis* Lohmann. (Tabel IV).

Arten er tagen ved Skagen fra Midten af Februar til Begyndelsen af Maj. I Følge Aurivillius (1897—98) kan den dog træffes i Overfladevandet i Skagerak allerede fra Begyndelsen af November, og i dybere Vandlag i Juni til August. Den maa da antages at høre til de i Skagerak hjemmehørende Arter. I Kattegat er den taget ved flere Stationer mellem Midten af Marts og Midten af Maj. Ved Knudshoved har den vist sig en enkelt Gang, d. 15/4 1901. Ved Kiel er den taget i Foraarstiden (Hensen i F. Aurivillius

1897—98). Fra den egentlige Østersø angives den af Apstein (1902). — I Følge H. Lohmann (1896) er Artens Udbredelse bipolar.

*Oikopleura dioica* Fol. (Tabel IV).

Da der som allerede nævnet under denne Betegnelse sandsynligvis er opført to Arter, vil det ikke med Bestemthed kunne afgøres, i hvor mange af Aarets Maaneder *O. dioica* træffes i vore Farvande. Minimum for nærværende Gruppens Optræden ligger, som Tabellen angiver, fra Januar til Juni, Maksimum fra August til November. Den angives fra Kalkgrundet i Øresund af Aurivillius (1896) og fra Gedser af Hensen (1890). Lohmann angiver (1901), at den hvert Aar optræder regelmæssigt i Bælthavet, og at den i Østersøen trænger helt op i den Finske Bugt.

*Oikopleura labradoriensis* Lohmann.

Denne anselige Form, hvis Udbredelse er nordlig, synes kun at optræde i de danske Farvande som Gæst. I Skagerak og Kattegat har den vist sig enkelte Gange i Tiden mellem 12te November og 1ste Juni. Den eneste Gang den er taget i større Antal (ca. 100 Eks.) er i Skagerak d. 8de Marts 1899 ved 0—60 Meters Dybde.

Lohmann (1901) angiver Arten fra det nordlige Ishav, nordlige Atlanterhav og Nordsøen.

Maksimumstemperatur: 8°,8 (2½ Kvml. N. for Skagens Rev den 12te November 1898. 0—85 Meter. Temp. 8°,8—10°,3 C.).











	1899																						
	15/4	1/5	15/5	1/6	15/6	1/7	15/7	1/8	15/8	1/9	15/9	1/10	15/10	1/11	15/11	1/12	15/12	1/1	15/1	1/3	15/2	1/3	
<i>Pleurobrachia pileus.</i>																							
Thyborøn . . . . .	..	..	rr	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	r	+	..	..	..
Skagens Rev. . . . .	c	+	..	..	r	..	..	..	+	..	..	+	+	cc	+	+	..	..	..	r	+	+	+
Læsø Rende . . . . .	rr	..	rr	+	r	r	..	..	rr	..	..	..	rr	e	cc	+	cc	e	cc	c	+	+	+
Anholt Knob . . . . .	+	r	+	r	+	..	..	rr	+	r	..	..	..	c	e	c	c	cc	+	c	+	rr	rr
Schultz's Grund . . . . .	+	+	+	r	rr	c	..	rr	+	+	e	..	rr	cc	cc	cc	c	c	c	+	+	+	+
Knudshoved . . . . .	..	r	r	r	..	..	c	c	..	r	r	..	..	e	c	c	rr	..	rr	rr	rr	..	..
Rødvig . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
<i>Luidia sarsi</i>																							
Skagens Rev. . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	c	..	cc	c	rr	rr	rr	..	rr	rr
Læsø Rende . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	rr	..	..	..	..	..	..	..
Anholt Knob . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Schultz's Grund . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
<i>Asterias rubens.</i>																							
Thyborøn . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Skagens Rev. . . . .	..	..	..	..	..	rr	..	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Læsø Rende . . . . .	..	..	..	..	..	r	+	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Anholt Knob . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Schultz's Grund . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
<i>Membranipora.</i>																							
Thyborøn . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	r	r	r	..	r	+	..	..	..	..	..	..	..
Skagens Rev. . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	r	..	..	..	..	..	..	..
Læsø Rende . . . . .	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	c	..	..	..	..	+	+	+	+	..	r	..	
Anholt Knob . . . . .	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	c	r	..	e	e	c	+	+	..	r
Schultz's Grund . . . . .	..	..	..	..	r	..	..	..	..	..	..	..	r	..	..	..	+	+	r	r	r	+	
Knudshoved . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	..	+	r	r	..	r	r	..	..	..
Rødvig . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
<i>Sagitta bipunctata.</i>																							
Thyborøn . . . . .	..	..	r	..	r	..	r	e	e	..	r	+	+	cc	..	cc	cc	cc	r	c	..	+	
Skagens Rev. . . . .	c	+	+	+	+	+	c	e	e	e	+	c	cc	cc	cc	c	e	+	+	+	+	+	+
Læsø Rende . . . . .	r	r	r	cc	+	..	cc	+	c	+	c	+	+	cc	e	e	c	+	+	e	+	+	
Anholt Knob . . . . .	cc	cc	cc	cc	cc	+	+	cc	e	+	+	+	c	c	+	+	c	+	+	r	+	r	
Schultz's Grund . . . . .	+	+	+	+	+	..	..	r	+	+	+	+	+	+	+	c	r	+	+	..	r	r	
Knudshoved . . . . .	+	r	rr	r	..	..	..	rr	..	+	+	+	rr	+	+	+	rr	..	rr	..	..	rr	
Rødvig . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	rr	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..
<i>Krohnia sp.</i>																							
Skagens Rev. . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	rr	rr	rr

1900

1901

15/4	1/5	15/5	1/6	15/6	1/7	15/7	1/8	15/8	1/9	15/9	1/10	15/10	1/11	15/11	1/12	15/12	1/1	15/1	1/2	15/2	1/3	15/3	1/4	15/4	
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	rr	+	+	..	+	..	rr	rr	..	+	..	+	
..	..	..	r	+	..	..	r	..	..	rr	c	..	r	+	r	cc	+	+	e	cc	e	+	-		
..	+	c	+	+	+	+	+	..	..	..	rr	c	-	c	e	c	+	e	-	c	-	-	c		
rr	..	rr	+	r	+	rr	r	..	r	..	..	..	c	cc	cc	cc	..	..	e	+	c	-	rr		
..	+	+	r	+	c	cc	c	..	..	..	..	..	r	c	cc	cc	c	e	c	e	+	+	r	r	
..	..	..	..	+	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	+	+	
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	cc	..	..	..	..	..	..	..	..	
rr	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	rr	..	rr	r	..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	rr	..	..	
rr	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	cc	cc	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	cc	cc	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	..	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	rr	c	c	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	..	r	rr	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	..	r	r	..	..	r	..	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	..	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	+	..	r	..	..	r	r	+	r	r	r	r	r	r	r	
+	+	..	..	..	..	..	+	+	+	c	+	c	e	+	e	e	r	..	c	c	+	e	c	+	
r	J	..	..	..	..	..	..	r	..	+	+	+	+	c	+	..	+	..	+	..	+	..	..	r	
..	..	r	..	..	..	..	..	r	..	r	r	+	..	..	..	..	r	..	r	..	..	..	..	r	
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	
+	..	r	..	..	..	rr	..	..	+	..	+	+	c	c	cc	..	+	+	+	+	r	r	rr	r	
+	+	r	..	rr	+	+	+	cc	..	cc	cc	c	c	cc	c	c	cc	cc	cc	c	cc	+	+	+	
+	rr	r	rr	..	rr	..	rr	c	c	c	+	c	c	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	r	+
r	r	r	r	r	r	+	+	c	c	c	c	cc	cc	c	c	cc	c	+	e	c	c	c	+	c	
r	rr	rr	rr	..	r	..	+	r	c	r	+	c	+	c	+	c	+	r	+	rr	c	+	+	+	
rr	..	rr	..	..	rr	..	..	+	+	+	+	r	+	r	rr	..	rr	..	r	..	..	rr	r	rr	
..	..	..	..	..	..	..	..	..	rr	..	+	..	..	..	..	r	..	..	..	..	..	..	..	..	
rr	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	

rr = 1-2  
r = 3-5  
+ = 5-25  
e = 25-100  
cc = flere 100

rr = under 5  
r = 5-20  
+ = 20-50  
c = ca. 100  
cc = flere 100

rr = under 10  
r = 10-50  
+ = 50-200  
c = flere 100  
cc = mange 100

r = 0 til faa 100  
+ = flere 100  
c = flere 1000

rr = under 10  
r = 10-50  
+ = 50 til faa 100  
c = flere 100  
cc = flere 1000





## Crustacea.

Efter **Søren Jensens** Bestemmelsestabeller

udarbejdet af A. C. Johansen og J. Chr. L. Levinsen.

Ved Planktonundersøgelserne i de danske Farvande fra 1898 til 1901 er der søgt at vinde Kendskab til pelagiske Crustaceers Optræden i vore Have, og følgende Grupper have været inddragne i Undersøgelserne: *Amphipoda*, *Copepoda*, *Ostracoda* og *Cladocera*. Bearbejdelsen af de herhenhørende Arter var overdraget mag. scient. Søren Jensen, der ved sin Død i Februar 1902 blev hindret i at fuldføre den. Søren Jensen naaede dog at udføre den væsentligste Del af Arbejdet: En Bestemmelse af alle Arterne fra de forskellige Stationer. Da han arbejdede efter den samme fælles Plan som vi andre, have vi ment at faa nogle af de vigtigste af hans Resultater frem ved paa Grundlag af hans Bestemmelsestabeller at udarbejde nærværende Oversigt. En Støtte har det ogsaa været for os, at han efterlod et Manuskript til et i Naturhistorisk Forening afholdt Foredrag om den pelagiske Kopepod-Fauna i Kattegat. I dette Manuskript, der var udarbejdet forinden han havde afsluttet sine Bestemmelser fra alle Planktonstationerne, og som særlig af den Grund nu næppe egner sig til Offentliggørelse, fremhæves det navnlig, at der blandt de pelagiske Kopepoder i Kattegat maa skelnes mellem to Grupper, de indfødte og Gæsterne, og at Gæsterne dels ere Saltvandsformer, der kommer fra Skagerak, dels Brakvandsformer, der kommer fra Østersøen. Fremdeles at Gæsterne, der kommer fra Skagerak, dels ere sydlige Former, der optræde i Kattegat i Sommer- og Efteraarsmaanederne, dels nordlige Former, der forekomme i Vinter- og Foraarsmaanederne.

Ved Anskueliggørelsen af de pelagiske Crustaceers Optræden i vore Farvande have vi navnlig lagt Vægten paa Konstrueringen af Tabeller, hvor forskellige Synspunkter ere lagte til Grund for Udarbejdelsen. I nedenstaaende Tabel er der saaledes søgt at give en Oversigt over hvilke Arter der forekomme som indfødte eller som Gæster i vore Farvande, og hvilke af Gæsterne, der komme fra Nord, Syd eller Øst.

De forskellige Betegnelser ere som i foregaaende Afsnit:

I. = Indfødt.

G. = Gæst, hvis Udbredelse navnlig falder i tempererede Egne.

N.G. = Nordlig Gæst.

S.G. = Sydlig Gæst.

Ø.G. = Gæst fra Østersøen.

+ betegner kun Forekomsten, uden at vi tør sige noget nærmere om, hvorvidt Arten tør antages at være hjemmehørende i vore Farvande eller ej.

	Skagerak. Saltmængde 25 ‰-35 ‰	Kattegat. Saltmængde 15 ‰-34 ‰	Bælthavet. Saltmængde 10 ‰-30 ‰	Østersøen. Saltmængde 6 ‰-15 ‰
<b>Amphipoda.</b>				
<i>Hyperia galba</i> .....	I	I	I	..
<i>Hyperia medusarum</i> .....	I	+	..	..
<i>Hyperoche krøyeri</i> .....	I	..	..	..
<i>Paratemisto oblivia</i> .....	I	..	..	..
<b>Copepoda.</b>				
<i>Calanus finmarchicus</i> .....	I	I	+	..
— <i>hyperboreus</i> .....	N. G.	N. G.	..	..
<i>Eucalanus elongatus</i> <sup>1)</sup> .....	G	..	..	..
<i>Paracalanus parvus</i> .....	(I) G <sup>2)</sup>	I	I	G
<i>Pseudocalanus elongatus</i> .....	I	I	I	+
<i>Gaëtanus denticulatus</i> <sup>1)</sup> .....	G	..	..	..
<i>Xanthocalanus fragilis</i> <sup>1)</sup> .....	G	..	..	..
— <i>simplex</i> <sup>1)</sup> .....	G	..	..	..
<i>Aetidius armatus</i> .....	G	G	..	..
<i>Chiridius armatus</i> .....	N. G.	..	..	..
<i>Euchaeta norvegica</i> .....	I	N. G.	..	..
<i>Centropages hamatus</i> .....	I	I	I	+
— <i>typicus</i> .....	+	S. G.	S. G.	..
<i>Isias clavipes</i> .....	G	G	G	..
<i>Temora longicornis</i> .....	I	I	I	I
<i>Temorella hirundo</i> .....	..	Ø. G.	Ø. G.	I
— <i>affinis</i> .....	+	Ø. G.	Ø. G.	I
<i>Candace pectinata</i> .....	S. G.	S. G.	..	..

<sup>1)</sup> Angivelserne efter Aurivillius (1897—98).

<sup>2)</sup> I det aabne Skagerak er Arten kun paavist fra Begyndelsen af Juni til Slutningen af Februar. Ved den svenske Kyst er den i F. Aurivillius (1897—98) tillige taget i Maanederne Marts og Maj.

	Skagerak. Saltmængde 25 ‰-35 ‰	Kattegat. Saltmængde 15 ‰-34 ‰	Bælthavet. Saltmængde 10 ‰-30 ‰	Østersøen. Saltmængde 6 ‰-15 ‰
<i>Heterochæta norvegica</i> .....	N. G.	N. G.	..	..
<i>Mitridia longa</i> .....	I	N. G.	..	..
— <i>hibernica</i> .....	I	+	..	..
<i>Parapontella brevicornis</i> .....	..	G	..	..
( <i>Euterpe acutifrons</i> ) <sup>1)</sup> .....				
<i>Labidocera wollastoni</i> .....	S. G.	S. G.	..	..
<i>Anomalocera patersoni</i> .....	G	G	G	..
<i>Acartia biflosa</i> .....	G <sup>2)</sup>	G <sup>2)</sup>	+	I
— <i>discaudata</i> .....	G <sup>2)</sup>	G <sup>2)</sup>	I	I
— <i>clausi</i> .....	I	I	+	..
— <i>longiremis</i> .....	I	I	I	+
<i>Oithona similis</i> .....	I	I	I	..
— <i>plumifera</i> .....	S. G.	S. G.	S. G.	..
<i>Microsetella atlantica</i> .....	+	G	G	..
<i>Thaumaleus thompsoni</i> <sup>3)</sup> .....	G	..	..	..
<i>Monstrilla helgolandica</i> <sup>3)</sup> .....	G	..	..	..
— <i>intermedia</i> <sup>3)</sup> .....	G	..	..	..
— <i>danae</i> <sup>4)</sup> .....	..	..	G	..
<i>Corycæus anglicus</i> .....	+	G	G	..
<b>Ostracoda.</b>				
<i>Conchoecia borealis</i> .....	N. G.	N. G.	..	..
— <i>elegans</i> .....	N. G.	N. G.	..	..
— <i>quadrangularis</i> <sup>3)</sup> ..	G	..	..	..
<b>Cladocera.</b>				
<i>Podon intermedius</i> .....	I	I	I	I
— <i>leuckarti</i> .....	I	I	I	I
— <i>polyphemoides</i> .....	I	I	I	I
<i>Evadne nordmanni</i> .....	I	I	I	I
— <i>spinifera</i> .....	I	I	I	I
<i>Bosmina maritima</i> .....	..	Ø. G.	Ø. G.	I

Af denne Tabel fremgaar, at Antallet af pelagiske Crustaceer, saavel af indfødte som af Gæster, er stærkt aftagende indadtil i vore Farvande, efterhaanden som Saltholdig-

<sup>1)</sup> Er hidtil kun funden i Limfjorden.

<sup>2)</sup> Disse Arter ere formentlig hjemmehørende paa visse Steder ved Skageraks Kyster, men træffes ikke i det aabne Skagerak.

<sup>3)</sup> Angivelserne efter Aurivillius (1897—98).

<sup>4)</sup> Angivelserne efter Möbius (1884).



heden forringes. Dog vil det ses, at nogle Arter, bl. a. de fleste Cladocerer, ere saa euryhaline, at de forekomme som indfødte i alle de nævnte Farvande. De egentlige Brakvandsformer ere meget faa i Antal.

Fra Biologisk Stations Dampskib «Sallingsund» er der i August 1899 i Bælt-havet og ved Østersøens vestlige Rand mellem Møen og Rødvig foretaget en Planktonundersøgelse, hvis Resultater med Hensyn til Kopepoders og Cladocererers Optræden kortelig fremstilles i nedenstaaende Tabel. Stationerne ere opførte saaledes, at vi begynde mod Vest med Vand med en relativ høj Saltholdighed og bevæge os østpaa imod det brakke Vand i Østersøen. Tabellen viser navnlig tre interessante Forhold: For det første at Saltvandsformerne optræde med stadig ringere Hyppighed, efterhaanden som Saltmængden forringes, hvad der allerede kan sluttes af den foranstaaende Tabel over Arternes Udbredelse i vore Farvande. For det andet, at de euryhaline Cladocerer af Slægterne *Podon* og *Evadne* forekomme omtrent med samme Hyppighed, hvad enten Vandet er mere eller mindre salt. Og for det tredje, at der i Vandet med en Saltholdighed af 10 ‰ til 14 ‰ begynder at optræde Repræsentanter for en særlig Brakvandsfauna: *Temorella hirundo* og *Bosmina maritima*.

### August 1899.

Dato	Lokalitet	Dybde Meter	Tempe- ratur C.°	Salthol- dighed ‰	Paracalanus parvus	Pseudocalanus elongatus	Centropages hamatus	Temora longicornis	Temorella hirundo	Acartia longiremis	Acartia biflora	Acartia discaudata	Oithona similis	Podon intermedia	Podon leuckarti	Podon polyphemoideus	Evadne spinifera	Evadne nordmanni	Bosmina maritima
15	Mellem Æbelø og Fynshoved.	22—15	8,4—9,0	31	+	rr	r	r	..	+	..	..	r	rr	..	rr	..	r	..
15	— — — — —	10—0	16,2—18,1	20—17	c	..	r	r	..	r	..	..	+	rr	..	..	..	r	..
14	Syd for Trellelæs .....	22—0	10,4—18,5	29—18	rr	..	r	r	..	rr	..	..	+	rr	..	rr	..	r	..
14	Det dybe Vand S. f. Fænø Kalv	73—20	12,4—14,3	26—24	rr	c	+	+	..	r	..	..	rr	..	..	..	..	..	..
14	— — — — —	10—0	16,5—17,6	20—19	r	..	r	+	..	r	..	rr	rr	rr	..	..	rr	rr	..
12	Øst for Flækøjet .....	25—0	16,4—17,7	20—18	rr	rr	+	+	..	r	..	rr	+	rr	..	..	..	rr	..
12	Vest for Wedellsborg Hoved..	16—0	14,9—18,5	23—16	rr	..	+	+	..	r	..	r	..	..	..	rr	..	rr	..
12	Vest for Horneland .....	24—15	12,2—12,8	23—21	rr	rr	+	+	..	r	..	..	+	..	..	..	..	..	..
12	— — — — —	15—10	12,8—14,4	21—19	r	rr	+	+	..	r	..	r	..	..	..	..	..	rr	..
12	— — — — —	10—0	14,4—16,3	19—16	rr	rr	r	r	..	rr	..	r	..	..	..	..	..	..	..
12	Nord for Lyø .....	21—10	9,8—13,7	23—17	rr	rr	r	r	..	rr	..	rr	+	rr	..	..	..	rr	..
12	— — — — —	10—0	13,7—15,5	17—16	r	..	r	r	..	r	rr	+	r	..	..	..	..	..	..
12	— — Avernæs .....	15—0	17,8—18,6	13	rr	..	+	+	..	rr	c	r	rr	..	rr	..	rr	..	rr
1	Svendborg Sund .....	10—0	—	14—18	r	..	r	r	rr	..	rr	r	rr	r	..	..	rr	rr	..
3	Syd for Fejø .....	10—0	16,1—19,4	18—11	r	rr	r	r	..	r	c	..	rr	rr	..	rr	rr	rr	..
3	Masnedsund .....	13—0	—	—	..	..	r	rr	..	rr	c	..	rr	rr	..	rr	..	rr	..
2	Syd for Møen .....	22—15	13,4—15,4	17—?	r	r	r	r	..	rr	rr	..	+	..	..	rr	..	rr	..
2	— — — — —	10—0	17,2—17,2	?—7	..	..	rr	rr	rr	..	r	..	rr	rr	..	rr	..	rr	r
2	Nord for høje Møen .....	18—0	17,1—17,9	13—8	rr	..	rr	rr	r	..	+	..	r	..	..	r	..	rr	r
2	Ud for Rødvig Havn .....	11—0	17,7—17,8	12—10	rr	..	rr	r	r	..	+	..	r	rr	..	..	r	r	rr

Tabeller vedrørende Arternes Optræden ved Planktonstationerne til de forskellige Aarstider ere anførte fra pag. 92 (310) til pag. 105 (323). Henvisninger til og Forklaringer af disse Tabeller findes i det følgende under Omtalen af de enkelte Arters Udbredelse og Forekomst.

### Amphipoda.

Følgende fire Arter af Amphipoder ere optraadt i Planktonprøverne: *Hyperia galba* Mont., *Hyperia medusarum* Fabr., *Hyperoche krøyeri* Bow. og *Paratemisto obliviva* Krøyer. De to sidstnævnte Arter ere dog kun tagne paa dybere Vand i Skagerak ved Planktonundersøgelsen fra «Havørnen» i August 1898. *Hyperia galba* gaar helt ned i den sydligste Del af Bælthavet og angives af Möbius (1873) fra Kieler Bugt, om Sommeren i Meduser, om Vinteren fri ved Bunden. Meinert (1890, pag. 151) anfører den fra flere af vore Fjorde: Limfjorden, Isefjorden, Odensefjorden. I Kattegat er den forekommet i Prøverne fra Midten af Juni til Midten af November. *Hyperia medusarum* Fabr. er optraadt i Prøverne fra Skagen i Juni, og kan regnes som Gæst i Kattegat. Da det utvivlsomt er denne Art, som Aurivillius (1897—98) under Navnet *H. medusarum* O. Fr. Müller opfører fra Skagerak fra Oktober til Februar, tør det antages at den er hjemmehørende dér.

### Copepoda.

Ved de her foretagne Undersøgelser ere de vigtigste nye Bidrag til Belysning af de pelagiske Kopepoders Optræden i vore Farvande vundne for Kattegats, Bælthavets og Limfjordens Vedkommende. Fra Skagerak foreligger der meget udførlige Planktonundersøgelser af Aurivillius (1897—98) og for Østersøens Vedkommende af Hensen (1890), Nordquist (1890), Aurivillius (1896) o. a. Dog er der ogsaa for Skageraks og Østersøens Vedkommende tilvejebragt ikke faa supplerende Oplysninger, dels med Hensyn til Tiden for Arternes Forekomst, dels angaaende Arters Optræden, der ikke tidligere have været paaviste paa disse Steder.

Kopepodfaunaen i Kattegat og Bælthavet har ingenlunde samme Præg i alle Aarets Maaneder, hvad der dels skriver sig fra, at de indfødte Arter ofte optræde med mere eller mindre udprægede Maksimums- og Minimumsperioder, dels hidrøre fra forskellige Gæsters Optræden til forskellige Aarstider. Af de i Kattegat hjemmehørende Arter er *Temora longicornis*, *Oithona similis*, *Pseudocalanus elongatus* og *Paracalanus parvus* dem der optræde med størst Hyppighed. Som Tabellerne viser, falder disse Arters Maksimumsperioder til forskellige Aarstider. Af Gæsterne i Kattegat ere de allerfleste Saltvandsformer, der komme fra Skagerak. Fra Østersøen komme kun de to Brakvandsformer *Temorella hirundo* og *Temorella affinis*. I Tabellen pag. 81—82 (299—300) er det frem-

stillet, hvilke af de fra Skagerak kommende Gæster der fortrinsvis have nordlig og hvilke der fortrinsvis have sydlig Udbredelse.

Den pelagiske Kopepodfauna i Limfjorden stemmer i Hovedsagen overens med Kattegats Fauna, forsaavidt angaar indfødte Former. En enkelt af de i Kattegat hjemmehørende Arter, *Calanus finmarchicus*, er dog ikke anført fra Limfjorden. Gæsterne i Limfjorden ere langt mere faatallige end i Kattegat, hvad der let forklares ved Limfjordens snævre Forbindelse med Nordsøen. De fundne Arter ere alle opførte i Tabellerne (I—VII) med Undtagelse af *Eutерpe acutifrons* Dana., der er taget en enkelt Gang ved Planktonundersøgelsen i November 1897. En stor Del af de ved Thyborøn optrædende Gæster komme utvivlsomt af og til indenfor i Limfjorden, men kun de Arter, der ere tagne ved Stationen i Nykøbing p. Mors, ere opførte i Tabellerne.

#### *Calanus finmarchicus* Gunnerus. Tabel I.

Denne Form træffes i Skagerak og Kattegat i alle Aarets Maaneder, men aftager stærkt i Hyppighed indadtil i vore Farvande. Ved Knudshoved er den taget i Maanederne fra September til Maj og ved Kiel i Vinter- og Efteraarsmaanederne i F. Möbius (1884). Fra den egentlige Østersø kendes Arten ikke.

Under denne Form er tillige opført *Calanus helgolandicus* Claus. Magister S. Jensen havde ønsket at adskille disse to nærbeslægtede Former, som han oprindeligt havde opført under ét, men naaede kun at faa konstateret, at *helgolandicus* optræder i Kattegat til alle Aarstider, medens *finmarchicus* navnlig forekommer der i Vintertiden.

#### *Calanus hyperboreus* Krøyer.

Ved Skagen er Arten optraadt fra Begyndelsen af Februar til Midten af April, hvilket ogsaa stemmer med Aurivillius' Angivelser om dens Forekomst i Skagerak (1897—98, pag. 88). I Kattegat er den kun truffet i April Maaned ved Læsø Rende. Den kendes ikke fra Bælthavet eller fra Østersøen.

Temperaturmaksimum ca. 10°. Saltminimum ca. 33 ‰.

#### *Paracalanus parvus* Claus. Tabel I.

Maksimum for denne Arts Optræden falder i Kattegat i Maanederne fra August til December, Minimum fra Marts til Juni. I de Maaneder, hvor den i Kattegat har sit Minimum optræder den slet ikke i det aabne Skagerak. Ved Knudshoved og Lyø forekommer den næsten konstant, og i Følge Hensen (1890) er den endnu ved Gedser ret hyppig. Ved Rødvig har den vist sig i Maanederne fra Maj til November og en enkelt Gang i Januar.

*Pseudocalanus elongatus* Boeck. Tabel II.

Arten, der saavel i Skagerak som i Kattegat og Bælthavet hører til de indfødte Former, har sit Maksimum fra Februar til Juni. Ved Rødvig er den kun optraadt spredt i Tiden fra Midten af December til Midten af Juni. I Følge Nordquist (1890) trænger den helt op i Aalandshavet, hvor den er taget i Juli Maaned. Aurivillius (1896) anfører den fra Kopperstenarne (N. f. Gotland) fra Maanederne Maj, Juni og Oktober. Der mangler endnu tilstrækkeligt Materiale til at afgøre, om den maa betragtes som Gæst eller som indfødt i Østersøen.

*Aetidius armatus* Boeck.

Denne Form har vist sig i to af Prøverne fra Læsø Rende for December 1900. G. O. Sars (1901—02, pag. 25) angiver den fra flere norske Fjorde, bl. a. fra Christianiafjorden.

*Chiridius armatus* Boeck.

Kun i tre af Prøverne fra Skagen har denne nordlige Form været til Stede, i Tiden fra November til Marts. G. O. Sars betragter den som udpræget Dybvandsform og angiver den fra flere norske Fjorde, bl. a. fra Christianiafjorden, fra Dybder over 100 Favne (1901—02, pag. 28 og 29).

Maksimumstemp. ca. 10°. Saltholdighedsmin. 33 ‰.

*Euchæta norvegica* Boeck. Tabel II.

Ved Skagen er Arten optraadt i to af Prøverne, fra Februar og Marts 1900. Aurivillius (1897—98, pag. 89) angiver den fra Skagerak ved 25—570 Meters Dybde i Maanederne Juli, September, December og Februar, og antager, at den forekommer der hele Aaret. I Kattegat har den kun vist sig i en enkelt Prøve, fra Schultz's Grund, den 15/4 1899. Dens Udbredelsesomraade ligger hovedsagelig Nord for vore Farvande.

*Centropages hamatus* Lilljeborg. Tabel II.

Saavel i Skagerak som i Kattegat og Bælthavet hører denne Art til de indfødte Former. Nogen særlig udpræget Maksimums- og Minimumsperiode synes den ikke at have. Ved Rødvig kan den træffes spredt til alle Aarstider; fra Kopperstenarne (N. f. Gotland) angiver Aurivillius (1896) den fra Maj til Oktober, og i Følge Nordquist (1890) kan den træffes endnu helt oppe i Skærgaardshavet.

Iagttagelser over Artens Optræden i Østersøen ere endnu for faa og spredte til, at det med nogenlunde Sikkerhed kan afgøres, om den er hjemmehørende der eller ikke.

*Centropages typicus* Krøyer. Tabel II.

Aurivillius (1897—98, pag. 33) angiver denne Art fra Skagerak fra Slutningen af Juni til Slutningen af Januar. Den har imidlertid ogsaa vist sig enkeltvis ved Skagen i Aarets øvrige Maaneder og er muligvis hjemmehørende i Skagerak. I Kattegat er den aabenbart Gæst og forekommer her i Tiden fra August til Januar. Den har dog været til Stede i en enkelt Prøve fra Læsø Rende fra April. I Bælthavet er den kun taget en enkelt Gang, ved Knudshoved den 15. September 1899. Dens Hovedudbredelsesomraade ligger Syd for vore Farvande.

Minimumstemperatur 3°. Saltminimum 25 ‰.

*Isias clavipes* Boeck. Tabel II.

Ved Skagen har denne sydlige Form været til Stede fra Midten af Juni til Midten af Oktober, hvad der stemmer med Aurivillius' Angivelser om dens Forekomst i Skagerak (1897—98, pag. 35). I Kattegat falder dens Optræden, som venteligt er, noget senere, nemlig fra Midten af Juli til Begyndelsen af December. Ved Knudshoved har den vist sig fra Midten af August til Begyndelsen af November, men iøvrigt er den ikke iagttaget sydligere i Bælthavet eller i den egentlige Østersø.

Minimumstemperatur ca. 10°. Saltminimum 23 ‰.

*Temora longicornis* O. Fr. Müller. Tabel III.

I Planktonprøverne fra alle Stationer er denne den mest konstant optrædende Art. Den hører hjemme i alle vore Farvande og gaar i Østersøen, i det mindste i Sommermaanederne, helt op til Aalandshavet (Nordquist 1890).

*Temorella hirundo* Giesbrecht. Tabel III.

Denne udprægede Brakvandsform optræder i de fleste Prøver fra Rødvig og er heller ikke ualmindelig i den sydligste Del af Bælthavet. Om Foraaret og Sommeren føres den ofte ned igennem Sundet. Den findes af og til i Prøverne fra Taarbæk (Baldur) og er af S. Jensen taget ved Hellebæk i Juli 1898. Fra det mere saltholdige Vand ved de nordlige Kattegatsstationer kendes den ikke.

Saltmaksimum ca. 14 ‰.

*Temorella affinis* Poppe.

Ligesom foregaaende Art kan denne betegnes som en neritisk Brakvandsform. Ved Rødvig er den taget en enkelt Gang den 1. Juni 1900. Nordquist (1890, pag. 95) anfører den fra Skærgaardshavet til den Botniske Vig ved en Saltholdighed af ca. 6—1,6 ‰. Aurivillius (1897—98, pag. 92) angiver den fra Kattegat i Marts og fra Skagerak i Februar og Marts ved en Saltholdighed af indtil 22,3 ‰.

*Candace pectinata* Brady.

Kun ved en enkelt af Stationerne, Skagens Rev, er denne sydlige Form optraadt i Prøverne, i Tiden fra Oktober til December.

Temperaturminimum 6,9°. Saltholdighedsminimum 32 ‰.

*Heterochaeta norvegica* Boeck.

Denne nordlige Art er kun taget ved Skagen den 7. Februar 1900 og Læsø Rende den 1. April samme Aar. I Følge G. O. Sars (1900, pag. 80) er den Form, som af Möbius anføres fra Nordsøen under Navnet *H. spinifrons* Claus., utvivlsomt nærværende Art.

*Mitridia longa* Lubbock. Tabel III.

Ved Skagen har denne Form vist sig fra Begyndelsen af Februar til Midten af Marts. Aurivillius (1897—98, Pag. 90) angiver den fra Skagerak fra 20—160 Meters Dybde for Februar, Juni, August, September. Den er sandsynligvis hjemmehørende i Skagerak. I Kattegat er den taget i ringe Antal i Tiden fra Midten af Januar til Midten af April.

Temperaturminimum 4°. Saltholdighedsminimum 32 ‰.

*Mitridia hibernica* Brady & Robertson. Tabel III.

Ved Thyborøn og Skagen er Arten optraadt spredt fra Begyndelsen af August til Midten af December. Aurivillius (1897—98, pag. 71) angiver den fra Skagerak fra Januar, Februar og August. I Kattegat er den forekommet spredt til alle Aarstider. Den er ikke angivet fra Bælthavet eller fra Østersøen.

Saltholdighedsminimum 27 ‰.

*Parapontella brevicornis* Lubbock.

Et enkelt Eksemplar af denne Art forekom i Prøven fra Læsø Rende den 2. Juli 1900. Den har ikke tidligere været kendt fra vore indre Farvande. Timm (1896, pag. 371) angiver den fra Helgoland fra August og December.

*Euterpe acutifrons* Dana.

Arten er forekommet i to Prøver fra Limfjorden fra November 1897. I Følge Timm (1896, pag. 381) er den en af de hyppigste Kystkopepoder i Nordsøen. Cleve (1901, pag. 66) angiver dens Udbredelse i Atlanterhavet fra Kongo til Nordsøen og fra Rio Negro til Newfoundland.

*Labidocera wollastoni* Lubbock. Tabel III.

Ved Skagen har denne sydlige Form vist sig fra Begyndelsen af Oktober til Midten af December og ved Thyborøn fra Midten af April til Midten af Juli. Aurivillius (1897—98,

pag. 36) angiver den fra Skagerak fra Begyndelsen af Juli til Slutningen af November. I Kattegat er den i 1899 og 1900 optraadt spredt fra August til December og i 1898 allerede fra Begyndelsen af Juli.

Den er hverken angivet fra Bælthavet eller fra Østersøen.

Temperaturminimum 7°. Saltholdighedsminimum 31 ‰.

*Anomalocera patersoni* Templeton. Tabel III.

Arten er optraadt ved Thyborøn fra Midten af Juni til Midten af Januar og ved Skagen fra Begyndelsen af Juli til Midten af December. I Kattegat er den kun forekommet ganske spredt fra August til Midten af September. En enkelt Gang er den taget ved Knudshoved, den 15. Sept. 1899, men længere indad i vore Farvande er den ikke kendt.

Aurivillius (1897—98, pag. 37) betegner den som en oceanisk Form med Udbredelse i det nordlige tempererede Atlanterhav. Saltholdighedsminimum 25 ‰.

*Acartia bifilosa* Giesbrecht. Tabel IV.

Denne Art er hjemmehørende i Østersøen og optræder konstant i alle Prøverne fra Rødvig. Giesbrecht (1884, pag. 148) angiver den fra Kieler Fjord fra alle Aarstider. Ved Knudshoved og Lyø er den optraadt spredt fra Midten af Marts til Midten af Oktober. I de fra «Baldur» i 1899 indsamlede Prøver fra Taarbæk (Sundet) er den forekommet i Marts og April. Ved Frederikshavn er den taget en enkelt Gang i Oktober 1900. Aurivillius (1897—98, pag. 92) angiver den fra Skageraks Kyster for Februar og Juni. Den har saaledes vist sig spredt i Kattegat og Skagerak til alle Aarstider og maa formentlig antages at være hjemmehørende i Fjordene og ved mere beskyttede Kyster i disse Farvande.

*Acartia discaudata* Giesbrecht. Tabel IV.

Ligesom foregaaende Art maa denne betragtes som en euryhalin Kyst- og Fjordform. Fra Skagerak angives den af Aurivillius (1897—98, pag. 38) fra Midten af Juli til Begyndelsen af September. Ved Kattegats og Bælthavets Kyster er den taget i enkelte af Prøverne fra de mest udprægede Kyststationer: Frederikshavn, Knudshoved og Lyø, i Tiden fra August til November. Giesbrecht (1884, pag. 149) angiver dens Maksimumsperiode for Kieler-Fjorden fra Juli til Oktober. Mærkeligt nok er den slet ikke forekommet i Prøverne fra Rødvig, men angives i øvrigt af Aurivillius (1897—98) fra Østersøen lige til Reval.

*Acartia clausi* Giesbrecht. Tabel IV.

Maksimum for Artens Optræden falder i Tiden fra April til November i Skagerak og Kattegat, hvor den maa betragtes som hjemmehørende. Den er ikke angivet fra Østersøen.

*Acartia longiremis* Lilljeborg. Tabel IV.

Denne Form maa regnes til de i Skagerak, Kattegat og Bælthavet hjemmehørende Former, om den end ved adskillige Stationer har været fraværende i flere Maaneder i Træk i Efteraars- og Vintertiden. Ved Rødvig er den optraadt spredt i Maanederne fra Juni til Januar. Aurivillius (1896) angiver den fra Kopperstenarne Nord for Gotland i Maj, Juni og September, Nordquist (1890) opfører den fra Skærgaardshavet og Aalandshavet fra Juli Maaned ved en Saltholdighed af ca. 5—6 ‰, og M. Braun (1884) omtaler den fra Libau.

Om Arten kan betragtes som hjemmehørende i Østersøen, kan af de foreliggende Data endnu ikke afgøres.

*Oithona similis* Claus. Tabel V.

Arten er hjemmehørende baade i Skagerak, Kattegat og Bælthavet, hvor den forekommer til alle Aarstider med svagt udprægede Maksimumsperioder fra Juni til Januar. Ved Rødvig træffes den spredt fra August til Begyndelsen af Februar. Ved Gedser kan den endnu i Følge Hensen (1890) træffes i stort Antal, men den aftager stærkt i Hyppighed indefter i Østersøen. Den hører til de mere euryterme Former, hvis Udbredelse i Følge Cleve (1901) strækker sig langt ned paa den sydlige Halvkugle.

*Oithona plumifera* Baird. Tabel V.

Denne sydlige Form viser sig i Skagerak og Kattegat i Sommer- og Efteraarsmaanederne (Juni til Oktober), men som det synes altid i ringe Antal. Timm (1896) angiver den fra «Norske Rende» den 16. August 1889. Aurivillius (1897—98) opfører den fra Gullmarsfjord den 18. December 1896. Ved Knudshoved er den forekommet en enkelt Gang, den 9. Oktober 1900, men er ikke angivet fra Østersøen.

Saltminimum 24,7 ‰.

*Microsetella atlantica* Brady & Robertson. Tabel V.

I det ene af de Aar, hvori de regelmæssige Planktonundersøgelser have været anstillede, er Arten optraadt i langt flere af Prøverne end i det andet. Ved Skagen er den forekommet i Prøverne fra Juni til December og i det af «Baldur» indsamlede Plankton i Marts. Ved Knudshoved er den taget den 20. September 1898 og ved Lyø den 1. December 1899. Længere indadtil i vore Farvande er den ikke kendt. I Følge Cleve (1901, pag. 71) er Arten i Atlanterhavet udbredt fra 31° S. B. til 74° N. B.

Saltminimum ca. 19 ‰.



*Monstrilla* sp.

En Monstrillaform, der ikke er bestemt til Art, er forekommet i en enkelt Prøve fra Knudshoved, den 24. September 1900. Aurivillius (1897—98) angiver to Monstrilla-Arter fra Skagerak: *M. helgolandica* Claus og *M. intermedia* Aurivillius. Hver af Formerne er dog kun taget en enkelt Gang. En tredje Monstrilla-Art: *M. danae* Clap. angives af Möbius (1884) fra Kieler Bugt fra Sommer- og Efteraarsmaanederne.

*Corycaeus anglicus* Lubbock. Tabel V.

Ved Thyborøn er Arten optraadt spredt til alle Aarstider, medens den ved Skagen kun har vist sig fra Juli til Marts. I Kattegat er den forekommet spredt fra Begyndelsen af August til Midten af Januar, ved Knudshoved i et Par enkelte Prøver fra September 1899. I «Baldur»s Planktonprøver fra Sundet findes den for September 1898. Længere indad i vore Farvande er den ikke kendt.

Saltminimum ca. 23 ‰.

**Ostracoda.**

Af Ostracoder er der kun optraadt to Arter i Prøverne: *Conchoecia elegans* G. O. Sars og *Conchoecia borealis* G. O. Sars. Begge Arterne ere nordlige Former og have kun været til Stede i Vintermaanederne. *C. elegans* er taget ved Skagen den 8. Januar, 7. Februar og 5. Marts 1900 og ved Schultz's Grund den 4. Februar 1901. *C. borealis* er kun forekommet i en enkelt Prøve fra Skagen den 22. Februar 1900.

**Cladocera.**

Af Cladocerer optræde ialt 6 Arter i vore Farvande: *Podon intermedius*, *Podon leuckarti*, *Podon polyphemoides*, *Evadne spinifera*, *Evadne nordmanni* og *Bosmina maritima*. Ejendommeligt for de fem førstnævnte af disse Arter er deres overmaade store Euryhalinitet. De træffes saaledes baade i Atlanterhavet ved en Saltholdighed af over 35 ‰ og i den nordlige og østlige Del af Østersøen, hvor Saltmængden kun er ca. 6 ‰. *Bosmina maritima* maa derimod betegnes som en temmelig stenohalin Form, idet Saltmængden i det Vand, hvor den lever, kun svinger mellem ca. 3 ‰ og ca. 11 ‰. Den taaler saaledes ikke engang Vandet i det sydlige Kattegat.

Hvileægperioden for alle Arterne falder udelukkende eller hovedsagelig i Vinter- og Foraarsmaanederne.

*Podon intermedius* Lilljeborg. Tabel VI.

Tiden for denne Arts Optræden i Planktonprøverne falder fra Midten af April til Midten af November. Maksimum i August og September. I Kattegat er den forekommet

med større Hyppighed end ved Stationerne i Bælthavet og ved Rødvig. Den maa betragtes som hjemmehørende i alle vore Farvande. I Følge Pouchet og de Guerne (1885) træffes den i den Finske Bugt ved en Saltholdighed af 0,73 ‰ saavel som i Middelhavet ved en Saltholdighed af 37 ‰ til 39 ‰.

*Podon leuckarti* G. O. Sars. Tabel VI.

Arten har vist sig i Prøverne fra Midten af Marts til Midten af Oktober med Maksimum omkring Juni. Mærkeligt nok er den ikke paavist i Prøverne fra Rødvig, skønt den ellers er hjemmehørende i Østersøen saavel som i vore andre Farvande. Aurivillius (1896, pag. 48) angiver den fra Kopperstenarne N. f. Gotland fra Midten af Maj til Slutningen af August.

*Podon polyphemoides* Leuckart. Tabel VI.

Denne Form, der synes at være en mere udpræget Kystform end de foregaaende Arter, er slet ikke taget ved Skagen eller ved to af Stationerne i det aabne Kattagat: Læsø Rende og Schultz's Grund. Tiden for dens Optræden i Planktonet falder mellem Midten af Maj og Midten af November. Den er hjemmehørende i alle vore Farvande og angives af Nordquist (1890) helt oppe fra den Botniske Vig ved en Saltholdighed af kun 1,05 ‰.

	1899																						
	15/4	1/5	15/5	1/6	15/6	1/7	15/7	1/8	15/8	1/9	15/9	1/10	15/10	1/11	15/11	1/12	15/12	1/1	15/1	1/2	15/2		
<i>Calanus finmarchicus.</i>																							
Thyborøn . . . . .	..	..	..	..	r	..	..	c	+	..	c	r	rr	rr	..	rr	..	..	rr	rr	rr	rr	rr
Skagens Rev. . . . .	+	+	r	r	+	r	..	c	+	+	rr	+	+	c	..	rr	..	r	r	r	r	+	+
Frederikshavn . . . . .	..	..	..	..	rr	..	rr	..	r	rr	..	..	..	..	..	..	..	..	rr	..	..	..	..
Læsø Rende . . . . .	rr	rr	+	+	r	r	r	+	r	r	+	c	+	r	rr	r	r	r	rr	rr	rr	rr	rr
Anholt Knob . . . . .	+	rr	rr	rr	rr	rr	+	+	+	r	r	r	r	r	rr	rr	rr	r	rr	rr	..	..	..
Schultz's Grund . . . . .	r	r	rr	rr	rr	rr	rr	rr	rr	r	+	r	r	r	r	r	rr	rr	r	rr	rr	rr	rr
Knudshoved . . . . .	rr	rr	rr	..	..	..	..	..	..	rr	rr	rr	rr	rr	rr	r	rr	..	..	rr	..	..	..
<i>Paracalanus parvus.</i>																							
Thyborøn . . . . .	..	..	..	..	rr	..	rr	r	c	..	+	r	+	r	..	rr	r	rr	..	..	rr	..	rr
Limfjorden . . . . .	rr	rr	..	rr	rr	rr	rr	rr	rr	rr	rr	rr	..	rr	rr	..	..	rr	rr	rr	rr	rr	rr
Skagens Rev. . . . .	..	..	..	..	r	+	cc	c	c	+	c	+	c	+	c	r	c	r	rr	rr	rr	..	..
Frederikshavn . . . . .	..	..	rr	rr	rr	..	rr	+	rr	c	r	rr	+	c	+	r	c	r	rr	rr	rr	..	..
Læsø Rende . . . . .	rr	..	rr	..	..	..	rr	c	+	+	c	c	c	r	+	r	rr	rr	rr	rr	rr	rr	rr
Anholt Knob . . . . .	rr	..	rr	..	rr	r	+	cc	cc	c	c	cc	c	+	r	rr	rr	rr	rr	rr	rr	rr	rr
Schultz's Grund . . . . .	rr	..	..	rr	..	rr	+	c	cc	cc	c	cc	c	+	r	rr	+	+	+	r	r	r	r
Knudshoved . . . . .	..	..	..	rr	rr	..	r	+	c	+	+	+	c	+	+	c	+	r	r	rr	rr	rr	rr
Lyø <sup>1)</sup> . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	rr	rr	r	r	r	r	r	r	r	rr	rr
Rødvig . . . . .	..	+	r	+	r	rr	rr	r	r	rr	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

<sup>1)</sup> Ved Lyø begyndte Planktonindsamlingen først i Midten af Oktober 1899.

*Evadne nordmanni* Lovén. Tabel VI.

Den Periode, hvori nærværende Art optræder i Planktonprøverne, naar fra April til Begyndelsen af Januar og er saaledes længere end for nogen af de andre Cladocerer. Ligesom foregaaende Art angives den af Nordquist fra den Botniske Vig ved en Saltholdighed af kun 1,05 ‰.

*Evadne spinifera* P. E. Müller. Tabel VII.

Perioden for denne Arts Tilstedeværelse i Prøverne naar kun fra Begyndelsen af Juli til Oktober. I Prøverne fra Limfjorden er den ikke truffet, men den har vist sig ved alle de øvrige Stationer. Den er hjemmehørende i vore Farvande. I Følge H. J. Hansen (1899) strækker dens Udbredelse sig helt ned paa den sydlige Halvkugle.

*Bosmina maritima* P. E. Müller.

Ved Rødvig er denne udprægede Brakvandsform, der hører til de indfødte i Østersøen, optraadt fra Midten af August til Midten af Oktober. Ved Stationerne i Bælthavet og Kattegat er den ikke forekommet. Hensen (1890) angiver den fra forskellige Steder i Bælthavet og anfører, at dens Hyppighed ved Femern er ca. 900 Gange ringere end i den egentlige Østersø. P. E. Müller (1867) angiver den fra Sundet mellem Hellebæk og Høganæs. Den højeste Saltholdighed, ved hvilken den med Sikkerhed vides at være taget, er 10—13 ‰ (se Tabellen pag. 83 (301)).

1900																1901									
15/4	1/5	15/5	1/6	15/6	1/7	15/7	1/8	15/8	1/9	15/9	1/10	15/10	1/11	15/11	1/12	15/12	1/1	15/1	1/2	15/2	1/3	15/3	1/4	15/4	
..	FF	FF	FF	..	..	..	..	C	F	..	FF	FF	FF	FF	..	FF	FF	FF	..	FF	..	FF	..	..	
FF	FF	+	F	F	F	FF	+	F	+	C	C	F	FF	+	+	C	F	F	F	F	F	FF	F	FF	
..	..	..	..	..	..	..	..	..	FF	F	..	..	..	..	..	FF	..	..	..	..	..	..	..	..	
FF	F	FF	FF	FF	..	..	..	FF	FF	F	C	+	F	F	F	F	..	F	FF	FF	FF	FF	FF	FF	
F	+	+	F	F	F	FF	+	F	FF	F	F	+	F	F	F	F	F	F	FF	F	FF	..	F	FF	
F	F	F	FF	F	..	..	F	FF	FF	FF	F	+	+	F	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	
FF	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	FF	FF	FF	FF	..	FF	..	..	FF	..	..	..	FF	..	
..	..	..	..	..	..	FF	..	FF	FF	..	FF	+	FF	F	FF	..	FF	FF	FF	FF	..	..	..	..	
..	..	FF	FF	..	..	..	..	FF	FF	..	..	FF	FF	..	FF	FF	..	..	..	..	..	..	FF	..	
..	..	..	..	..	..	F	C	C	CC	C	CC	+	F	+	FF	FF	FF	FF	FF	FF	..	..	..	..	
FF	FF	+	F	FF	FF	FF	+	C	C	C	C	+	C	+	C	+	F	FF	F	..	..	FF	FF	FF	
..	..	..	FF	..	..	FF	FF	FF	+	C	C	+	C	C	+	C	F	FF	F	F	FF	FF	FF	..	
FF	..	..	FF	..	..	..	+	CC	CC	C	C	+	+	+	+	FF	F	F	FF	..	..	..	..	..	
FF	..	FF	..	FF	FF	..	FF	C	CC	C	C	+	+	+	+	F	F	FF	FF	..	..	..	..	..	
FF	FF	FF	+	+	F	F	..	F	+	C	C	+	+	+	+	F	F	FF	FF	..	FF	FF	FF	F	
FF	..	F	..	FF	FF	FF	..	FF	+	F	+	+	+	C	+	F	FF	FF	F	FF	FF	FF	..	..	
..	..	..	..	..	..	..	..	F	FF	..	FF	..	F	..	..	..	FF	..	..	..	..	..	..	..	

























1900														1901											
$15/4$	$1/5$	$15/5$	$1/6$	$15/6$	$1/7$	$15/7$	$1/8$	$15/8$	$1/9$	$15/9$	$1/10$	$15/10$	$1/11$	$15/11$	$1/12$	$15/12$	$1/1$	$15/1$	$1/2$	$15/2$	$1/3$	$15/3$	$1/4$	$15/4$	
..	..	..	..	..	..	..	..	..	II	..	II	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	r	..	+	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	II	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	II	r	II	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	+	..	..	..	+	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	II	..	..	II	c	c	+	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	II	II	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	II	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	II	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..





Fortegnelse over den Litteratur,  
hvortil der findes Henvisninger i det foregaaende.

- G. J. Allman: „A Monograph of the Gymnoblasic or Tubularian Hydroids“. London 1871.
- C. Apstein: „Das Plankton der Ostsee“. Abh. deutschen Seefischerei-Vereins. Band VII. Berlin 1902.
- C. W. S. Aurivillius: „Das Plankton des baltischen Meeres“. Bihang K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 21. Afd. IV. 1896.
- „Die Plankton-Fauna des Skageraks in den Jahren 1893—97“. Kongl. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 30. Stockholm 1897—98.
- E. van Beneden: „Recherches sur le développement des Arachnactis“. Bruxelles 1891.
- J. E. V. Boas: „Bidrag til Pteropodernes Morfologi og Systematik“ etc. Spolia Atlantica. Kjøbenhavn 1885—86.
- M. Braun: „Physikalische und biologische Untersuchungen im westlichen Theile des finnischen Meerbusens“. Archiv f. Naturkunde, Liv-, Esth- und Kurlands. II Ser. Bd. X. Dorpat 1884.
- Claparède's Bericht in E. Ehlers: „Beiträge zur Kenntniss der Verticalverbreitung der Borstenwürmer im Meere“. Zeitschr. wiss. Zoologie XXV. Leipzig 1875.
- P. T. Cleve: „The seasonal Distribution of Atlantic Plankton-Organisms“. Göteborgs kongl. Vetenskabs- och Vitterhets samhälles Handlingar 1901.
- C. Chun: „Über den Bau und die morphologische Auffassung der Siphonophoren“. Verh. deutsch. Zool. Gesell. Leipzig 1897.
- „Die Ctenophoren der Plankton-Expedition“. Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt Stiftung. Kiel und Leipzig 1898.
- E. Forbes: „Contributions to British Actinology“. Ann. & Mag. Nat. History vol. VII. London 1841.
- „A Monograph of the British Naked-Eyed Medusæ“. Ray Society. London 1848.
- W. Giesbrecht: „Die freilebenden Copepoden der Kieler Föhrde“. Vierter Bericht der Commission zur wiss. Untersuchung d. deutsch. Meere, in Kiel. Berlin 1884.
- E. Haeckel: „Das System der Medusen“. Jena 1879.
- H. J. Hansen: „Die Cladoceren und Cirripedien der Plankton-Expedition“. Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt Stiftung. Bd. II. Kiel und Leipzig 1899.
- Cl. Hartlaub: „Die Coelenteraten Helgolands“. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Erster Bd. Kiel und Leipzig 1896.
- „Die Hydromedusen Helgolands“. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. N. F. Zweiter Bd. Kiel und Leipzig 1897.

- Hensen: „Das Plankton der östlichen Ostsee und des Stettiner Haffs 1890“. Sechster Bericht der Kommission zur wissensch. Unter. deutsch. Meere, in Kiel. II Heft. Berlin 1890.
- O. Hertwig: „Die Chaetognathen“. Jena 1880.
- G. Karsten: „Die Beobachtungen an den Küstenstationen 1887—90“. Sechster Bericht der Kommission zur wiss. Unters. d. deutsch. Meere, in Kiel. Berlin 1893.
- Martin Knudsen: „Beretning fra Kommissionen for videnskabelige Undersøgelser af de danske Farvande“. II Bd. 2. Hefte. Kjøbenhavn 1899.
- G. M. R. Levinson: „Om nogle pelagiske Annulata“. *Spolia Atlantica*. Kjøbenhavn 1885—86.
- „Hydroidæ“. „Hauchs“ Togter. Kjøbenhavn 1893.
- „Annulata“. „Hauchs“ Togter. Kjøbenhavn 1893.
- H. Lohmann: „Die Appendicularien d. Expedition“. *Bibliotheca Zoologica*. Heft 20. Lfg. 2. Stuttgart 1896.
- „Die Appendicularien“. *Nordisches Plankton I*. Kiel und Leipzig 1901.
- Fr. Meinert: „Crustacea malacostraca“. „Hauchs“ Togter. Kjøbenhavn 1893.
- P. E. Müller: „Danmarks Cladocera“. Kjøbenhavn 1867.
- K. Möbius: „Die wirbellosen Thiere der Ostsee“. Jahresbericht der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung d. deutsch. Meere, in Kiel. *Pommerania Exp.* Berlin 1873.
- „Zoologische Ergebnisse der Nordseefahrt. Copepoda und Cladocera“. Jahresbericht der Commission zur wiss. Unters. d. deutsch. Meere. Berlin 1875.
- „Vermes“ ibd.
- „Nachtrag zu dem im Jahre 1873 erschienenen Verzeichniss der wirbellosen Thiere der Ostsee“. Vierter Bericht der Commission zur wiss. Unters. d. deutsch. Meere, in Kiel. Berlin 1884.
- Nautisk Meteorologisk Aarbog*, 1898—1901.
- O. Nordquist: „Bidrag til kändedomen om Bottniska vikens och norra Östersjöns evertibratfauna“. *Meddel. af Societas pro Fauna et flora Fennica*. H. 17. 1890.
- C. G. Joh. Petersen: „Beretning fra den danske biologiske Station III“. 1892.
- „Beretning fra den danske biologiske Station VII“. 1897.
- „Mollusca“. „Hauchs“ Togter. Kjøbenhavn 1893.
- Otto Pettersson: „Redogörelse för de svenska hydrografiska undersökningerne i åren 1893—94“. *Bihang K. Svenska Vet. Akad. Handl.* Bd. 19. Afd. II. 1893.
- G. Pouchet & J. de Guerne: „Sur la faune pelagique de la mer Baltique et du golfe de Finlande“. *Comptes rendus des séances de l'Academie des sciences*. Tom. 100. Paris 1885.
- G. O. Sars: „Crustacea“. *The Norwegian North Polar Expedition*. Christiania 1900.
- „An Account of the Crustacea of Norway“. *Copepoda*. Part I to IV. Bergen 1901—1902.
- F. E. Schulze: „Coelenteraten“. Jahresbericht der Commission zur wiss. Untersuchung der deutschen Meere, in Kiel. II & III Jahrg. Berlin 1875.
- R. Timm: „Beiträge zur Fauna der südöstlichen und östlichen Nordsee. Copepoden und Cladoceren“. *Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen*. N. F. 1. Bd. Kiel und Leipzig 1896.
- E. Vanhöffen: „Die grönländischen Ctenophoren“. *Bibliotheca Zoologica*. Heft. 20. Lfg. 1. Stuttgart 1895.

N. Y. ACADEMY  
OF SCIENCES

Om

# Chinaalkaloidernes Dibromadditionsprodukter

og om Forbindelser af

Alkaloidernes Chlorhydrater med højere Metalchlorider.

Af

**A. Christensen,**

Professor ved den pharmaceutiske Lærestalt.

---

D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, 6. Række, naturvidensk. og mathem. Afd. XII. 4.

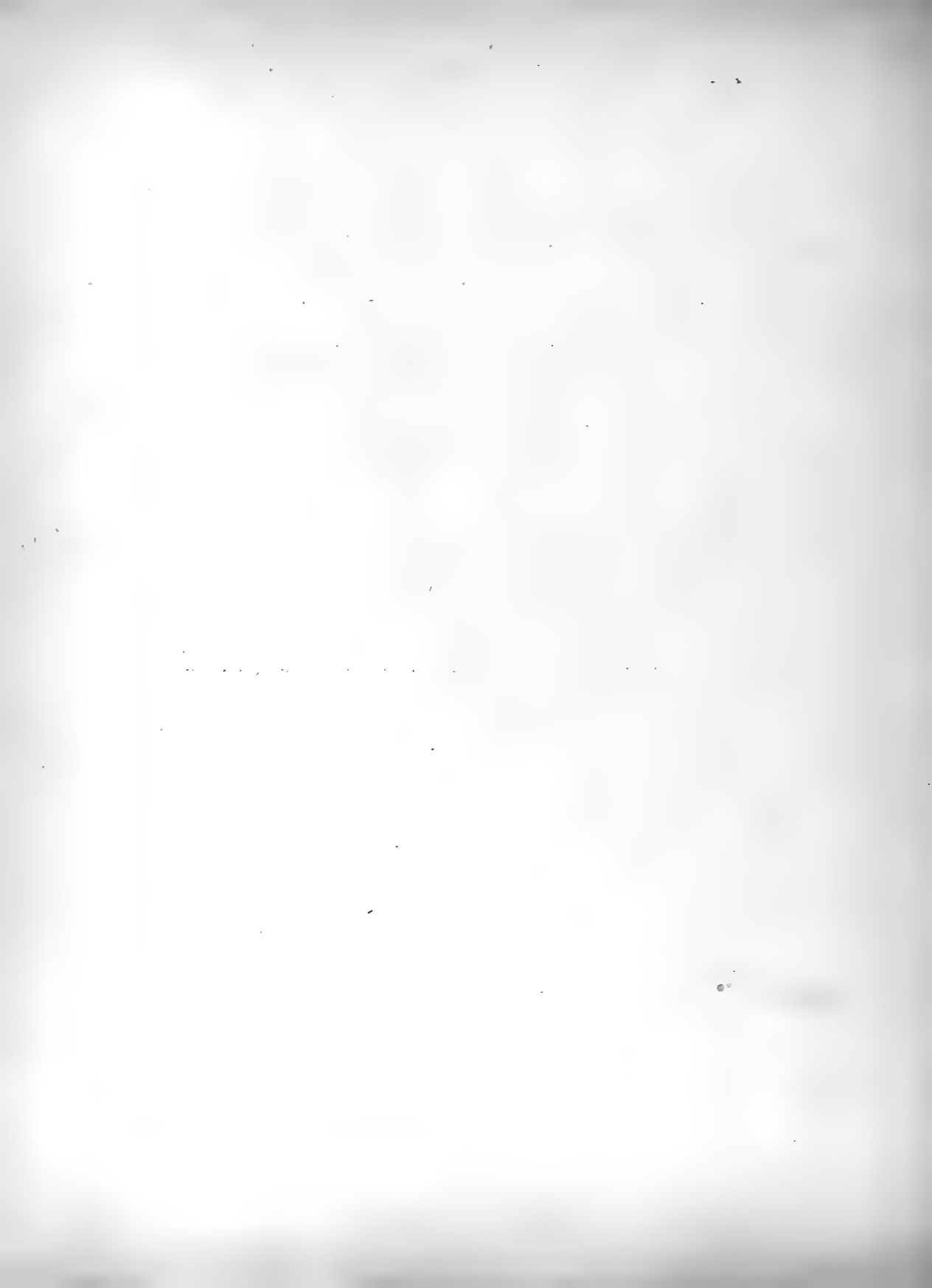


København.

Bianco Lunos Bogtrykkeri.

1904.

1369



I en tidligere Afhandling «Om Bromderivater af Chinaalkaloider og om de derigennem dannede brintfattigere Forbindelser»<sup>1)</sup> har jeg angivet en Methode til Fremstilling af de nævnte Alkaloiders Dibromadditionsprodukter, idet jeg nemlig af disse Forbindelser vandt de Monobromsubstitutionsprodukter og de brintfattigere Alkaloider, Afhandlingen handler om. Koenigs og Comstock, der tidligere paa anden Maade af Chinin<sup>2)</sup> og Cinchonin<sup>3)</sup> havde fremstillet de to af disse Bromadditionsprodukter, udtale om den sidstnævnte, Cinchonindibromid<sup>4)</sup>, at den muligvis kunde bestaa af to isomere.

I det her foreliggende Arbejde har jeg nøje undersøgt dette Spørgsmaal og har derved baade fundet Koenigs og Comstocks Antagelser bekræftede og tillige faaet Bevis for, at Cinchonindibromid forholder sig paa samme Maade. Det vil iøvrigt fremgaa af denne Afhandling, at de isomere Forbindelser, som jeg vil kalde  $\alpha$  og  $\beta$ , begge danne det samme Produkt ikke alene ved Fraspaltning af 2 Molekuler Brombrinte (Dehydrocinchonin eller — Cinchonidin), men at de ogsaa begge ved Fraspaltning af 1 Molekule Brombrinte danne et og samme Monobromsubstitutionsprodukt af det oprindelige Alkaloid (se nævnte Afhandling). Denne nye Iagttagelse medfører da ingen Rettelse i mine Angivelser om disse ved Brombrinte-Fraspaltning dannede Forbindelser.

I det følgende skal jeg først omtale de to af Cinchonindibromidet vundne Isomere, som jeg har kaldt  $\alpha$  og  $\beta$  **Cinchonidindibromid**.

Fremstillingen af de to Forbindelser sker bedst gennem Dannelsen af Bromhydraterne. Naar man, som nævnt Pg. 336 i min tidligere Afhandling, lidt efter lidt sætter (2 Atomer) Brom til en Opløsning af Alkaloidet i 80 %'s Eddikesyre og Brombrinte, fældes den ene Forbindelse ( $\alpha$ ) fuldstændigt, medens den anden for største Delen bliver i Moderluden.  $\beta$  Forbindelsen danner i Kulden et meget tungt opløseligt Nitrat, der er let kendeligt under Mikroskopet som rhombiske Tavler.  $\alpha$  Forbindelsen danner et mindre tungt opløseligt Nitrat, der ikke udfældes før efter længere Tids Henstand og navnlig ikke,

<sup>1)</sup> K. D. V. Selsk. Skr. 6te R., nat. og math. Afd. X, Pg. 319.

<sup>2)</sup> Ber. d. deutsch. chem. Ges. 25 (1892), Pg. 1550.

<sup>3)</sup> " » " " " 17 (1884), Pg. 1995.

<sup>4)</sup> " " " " " 20 Pg. 2516.

hvis Opløsningen er ganske lidt opvarmet. Ved Præparationen gaar man da frem paa følgende Maade. Moderluden suges godt fra det udskilte Bromhydrat, og  $\alpha$  Bromhydratet omkrystalliseres af kogende Vand, indtil det ved Prøven med Salpetersyre viser sig fuldstændig frit for  $\beta$  Forbindelsen. De ved Omkrystallisationen vundne Filtrater blandes med det første Filtrat ( $\beta$  Forbindelsen), Opløsningen fældes med Ammoniak, og det dannede Alkaloid opløses efter Udvaskning i fortyndet Svovlsyre og fældes med Salpetersyre. Set under Mikroskopet maa Bundfaldet bestaa af rhombiske Blade og maa ikke indeholde lange prismatiske Naale af  $\alpha$  Forbindelsen. Er dette Tilfældet, renses det let ved at opvarmes lidt med Vand, hvorved  $\alpha$  Nitratet snart gaar i Opløsning.

Af Bromhydratet eller Nitratet frigøres Alkaloiderne bedst ved Ammoniak. Saltene opløses under Opvarmning i en rigelig Mængde Vand, og Opløsningen hældes i en tynd Straale og under vedvarende Omrøring i Overskud af Ammoniakvand, idet Blandingen stadig holdes afkølet. Alkaloidet gaar da ved Henstand snart over i krystallinsk Form og lader sig nu let frafiltrere og udvaske.

Det Forhold, hvori Forbindelserne dannes, synes at være forskelligt. Ved én Præparation fik jeg af 40 Gram Cinchonidin 24 Gram af  $\alpha$  Forbindelsen og 22 Gram af  $\beta$  Forbindelsen, medens jeg ved en anden Præparation af 110 Gram fik 65 Gram  $\alpha$ - og 85 Gram  $\beta$  Alkaloid.

### Forhold til Vinaand.

$\alpha$  Cinchonidindibromid krystalliserede af Vinaand i store, tynde, rhombiske Blade, hvis Hjørner ofte vare afskaarne, saa de bleve seksidede. 100 Ccm. 90 %'s Vinaand opløste 0,3036 Gram. Krystallerne vare vandfri. Ved Kogning med Vinaand dannedes kun et Spor af Brombrinte.

$\beta$  Cinchonidindibromid forholder sig væsentlig forskelligt fra  $\alpha$  Forbindelsen. Det udkrystalliserer i lange Prismer, som ere vandfri. 100 Ccm. Vinaand opløste 0,914 Gram, men samtidigt var der dannet en ret betydelig Mængde Brombrinte, hvilken jeg bestemte, idet Vinaanden bortdampedes under Tilsætning af Vand. Alkaloidet opløstes i fortyndet Svovlsyre, og udfældedes med kulsurt Natron. I Filtratet bestemtes Brombrinten, som udgjorde 0,0599 Gram. Det Opløste indeholder da tillige Bromhydrat, rimeligvis af Monobromcinchonidin.

For at undersøge Sagen nærmere, opløste jeg en større Portion, 24 Gram, i 90 %'s Vinaand under Kogning. Der udkrystalliserede ved Afkøling kun 13 Gram  $\beta$  Cinchonidindibromid. Ved Indkogning af den vinaandige Moderlud blev denne græsgrøn, hvilken Farve ikke lod sig fjerne med Benkul. Efter Vinaandens Bortkogning under Tilsætning af Vand udskiltes en mørk Tjære. Denne afgav en Del til fortyndet Svovlsyre; men der blev

en mørk tjæreagtig Rest tilbage, som hverken lod sig opløse i fortyndet Svovlsyre eller i Vinaand. Derimod opløstes den i Vinaand med græsgrøn Farve, naar der tilsattes Ammoniak. Det vandige Filtrat fra det først fældede tjæreagtige Bundfald gav med kulsurt Natron et rigeligt Bundfald, dette gav opløst i fortyndet Svovlsyre ikke Bundfald med Salpetersyre og indeholder saaledes slet ikke noget af Dibromidet. Det omkrystalliseredes gentagne Gange af Vinaand og havde da Monobromcinchonidinets Udseende og Smeltepunkt. Den Mængde Brombrinte, der var dannet ved Kogningen med Vinaand, bestemtes; den udgjorde 1,075 Gram.

Ifølge dette antager jeg, at en Del af Alkaloidet ved Kogning med Vinaand virker paa andre Molekuler, ligesom Kali gør det, der fraspaltes Brombrinte og dannes Monobromcinchonidin og Bromhydrat af dette eller af det oprindelige Alkaloid. Ganske vist maa der ogsaa ske andre Forandringer; thi hvad det tjæreagtige Bundfald bestaar af — om en isomer Forbindelse af det oprindelige, eller hvad det nu kan være — ved jeg ikke. Ligeledes har jeg fundet, at den Mængde Brombrinte, der kan dannes ved lang Tids Kogning (24 Timer), langt overstiger Halvdelen af  $\beta$  Cinchonidindibromidets Indhold. Jeg har saaledes ved et Forsøg faaet dannet 23 %, medens Halvdelen vilde udgøre 17,6 % af den anvendte Mængde Dibromid. Men dette maa have sin Grund i en anden Proces end en ligefrem Fraspaltning af Brombrinte; thi Monobromcinchonidin afgiver ved Kogning med Vinaand intet Spor af Brombrinte. Det ved Omkrystallisation af Vinaand vundne Alkaloid forholdt sig ved fornyet Kogning med Vinaand ganske paa samme Maade. Dannelsen af den grønne Forbindelse skyldes da virkelig selve Forbindelsen og ikke indeholdte Urenheder.

#### Smeltepunktsbestemmelser.

Smeltepunkterne kunde ikke bestemmes nøjagtigt, da begge Alkaloider svættedes ved c. 200°.  $\alpha$  smeltede derpaa omtr. ved 225,  $\beta$  ved omtr. 110°.

#### Drejningsevnen.

$\alpha$  Cinchonidindibromid drejer ikke det polariserede Lys. Gennem Dannelse af Tartrat lykkedes det mig ikke at spalte dette  $\alpha$  Dibromid i optisk virksomme Isomere.

$\beta$  Cinchonidindibromid. 2,1504 Gram opløste i 100 Ccm. Blanding af 2 Maal Cloroform og 1 Maal Vinaand (96 %'s) gave for  $t = 17^\circ$ ,  $l = 2$  en Drejning af  $\div 5,8^\circ$ ;  $(\alpha)_D = \div 135$ .

## Forhold til vinaandigt Kali.

$\alpha$  Cinchonidindibromid. 1,5 Gram, der var rensed gennem Dannelsen af Nitratet, omkrystalliseret af Vinaand og ganske frit for Brombrinte, kogtes i 8 Timer med 2 Gram Kalihydrat og 75 Ccm. absolut Alkohol. Efter at det dannede Alkaloid, Dehydrocinchonidin, var fremstillet<sup>1)</sup>, opløstes det i Iseddike, der tilsattes Brombrinte og Brom, hvorved fremkom Bundfald af det smukke Dibromcinchonidinbromhydratperbromid  $C_{19}H_{20}Br_2N_2O$ , 2  $HBr \cdot Br_2$ , let kendetligt under Mikroskopet. Ved heraf at danne Alkaloidet, Dibromcinchonidin  $C_{19}H_{20}Br_2N_2O$ , ved Reduktion med Svovlsyrlingvand, Fældning med Ammoniak og ved Omkrystallisation af Vinaand, fik jeg dette i smukke Rosetter bestaaende af Naale, der smeltede ved  $186^\circ$ <sup>2)</sup>.

1,5 Gram  $\beta$  Cinchonidindibromid — rensed gennem Nitrat, omkrystalliseret af Vinaand og ganske brombrintefrit — kogtes ligeledes i 8 Timer med 2 Gram Kalihydrat og 75 Ccm. absolut Alkohol. Af det dannede Alkaloid, opløst i Iseddike, fik jeg ved Til sætning af Brombrinte og Brom ganske det samme Dibromcinchonidinbromhydratperbromid, og af dette igen ved Reduktion med Svovlsyrlingvand o. s. v. Dibromcinchonidin, som smeltede ved  $186^\circ$  og saa ud ganske som det af  $\alpha$  Forbindelsen vundne.

Af en større Portion  $\alpha$  Cinchonidindibromid, der var rensed paa samme Maade som ovenfor angivet, fremstilledes Monobromcinchonidin<sup>3)</sup>. Det krystalliserede af stærk V;naand i utydelige smaa Krystaller, af fortyndet Vinaand i tydelige sekssidede Blade. Det var vandfrit og smeltede ved  $219^\circ$ , idet det blev brunt<sup>4)</sup>.

For en Opløsning af 2,089 Gram i 100 Ccm. Blanding af 2 Rf. Chloroform og 1 Rf. Vinaand (96 %'s) med  $l = 2$ ,  $t = 17^\circ$  var Drejningen  $\div 4,6^\circ$ .  $(\alpha)_D$  er da  $\div 110,3$ .

Opløseligheden i 96 % holdig Vinaand bestemtes ved  $15^\circ$ , idet et Overskud af Alkaloidet i flere Dage henstod med Opløsningsmidlet under hyppig gentagen Rystning. I 100 Gram af Vinaanden var der da opløst 0,68 Gram.

Af en større Portion  $\beta$  Cinchonidindibromid, der var rensed paa samme Maade, fremstilledes ligeledes Monobromcinchonidin. Krystallerne havde saavel af stærk som af fortyndet Vinaand samme Udseende som  $\alpha$  Forbindelsen. Smeltepunktet var  $119^\circ$ , idet Brunfarvning indtraadte.

Opløseligheden af  $\beta$  Dibromidets Monobromcinchonidin bestemtes ligeoverfor 96 % holdig Vinaand, idet Flaskerne med de 2 Opløsninger (af  $\alpha$  og  $\beta$ ) stilledes Side om Side, rystedes samtidigt og lige længe og i det Hele taget behandledes ganske

<sup>1)</sup> Om Bromderivater af Chinaalkaloiderne o. s. v. K D. V. Selsk. Skr. 6. R., nat. og math. Afd. X 4. Pg. 345.

<sup>2)</sup> " " " " " " " " " " " Pg. 348.

<sup>3)</sup> " " " " " " " " " " " Pg. 340.

<sup>4)</sup> " " " " " " " " " " " Pg. 342.



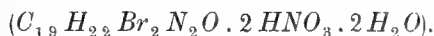
ensartet. Som forud omtalt, opløste 100 Gram af Vinaanden 0,68 Gram Monobromcinchonidin fremstillet af  $\alpha$  Forbindelsen, af det fra  $\beta$  Dibromidiet erholdte opløstes 0,66 Gram i 100 Gram.

For en Opløsning af 1,9868 Gram i 100 Ccm. Chloroform-Vinaandblanding —  $l = 2$ ,  $t = 17^\circ$  — var Drejningen  $\div 4,46^\circ$ .  $(\alpha)_D$  er da  $\div 112,2$ .

Da saaledes  $\alpha$  og  $\beta$  Cinchonidindibromid begge ikke alene give samme Produkt ved Fraspaltning af to Molekuler Brombrinte, men ogsaa samme Produkt ved Fraspaltning af et Molekule, maa det antages, at Isomerien beror paa, at det ene først — ved Monobromcinchonidinets Dannelse — udtrædende Brombrintemolekules Bestanddele i begge Forbindelser indtage de samme Pladser, men omvendt, saaledes at Brintatomet i den ene indtager den Plads, Bromatomet indtager i den anden. Forbindelserne kunne da sammenlignes med Æthylenbromid og Æthylidënbromid, der begge ved Fraspaltning af 1 Molekule Brombrinte giver en og samme Forbindelse, Vinylbromid.

## Forhold til Salpetersyre.

### $\alpha$ Cinchonidindibromidnitrat.



Sætter man Salpetersyre til en Opløsning af  $\alpha$  Cinchonidindibromid i fortyndet Svovlsyre, udskilles der ikke straks noget Bundfald, med mindre Opløsningen er meget koncentreret. Først efter længere Tids Henstand begynder der at danne sig meget smukke Rosetter eller knippeformigt ordnede Naale, der snart efter opfylde hele Vædsken, og som under Mikroskopet vise sig som lange prismatiske Naale.

I en tidligere Afhandling «Om Overbromider af Chinaalkaloider»<sup>1)</sup> har jeg omtalt, at Filtratet fra Cinchonidindibromidnitrat, d. v. s. fra det tungtopløselige  $\beta$  Nitrat, afsatte naaleformige Krystaller, knippeformet ordnede. Disse Krystaller har været dette  $\alpha$  Nitrat; men idet de have været blandede med noget  $\beta$  Nitrat, er dette tungere opløselige Salt alene udskilt efter Omkrystallisation,  $\alpha$  Saltet er forblevet opløst, og jeg er herved kommet til den urigtige Antagelse, at dette sidste Salt var gaaet over til det førstes Form.

Nitratet analyseredes, idet Vandmængden, Salpetersyremængden og Brommængden bestemtes.

Ved  $100^\circ$  tabte Saltet 6,33 %, men det blev gult, saa der rimeligvis er gaaet lidt Salpetersyre bort. Ved Henstand over Svovlsyre tabte det 5,19 % Vand.

Salpetersyren bestemtes efter Ulsch's Methode<sup>2)</sup>, idet Nitratet opløstes i varmt Vand.

<sup>1)</sup> K. D. V. Selsk. Skr. 6te R., nat. og math. Afd. IX (1900), Pg. 274.

<sup>2)</sup> Zeitschr. für anal. Chem. 30. (1891) Pg. 175.

Alkaloidet udfældedes og Filtratet inddampedes til et lille Rumfang. Dette blev bragt over i en Kolbe og behandlet med 4 Gram Ferrum reduktum og rigelig Svovlsyre. Efter Til-sætning af Natron i stort Overskud lededes Ammoniakken over i et Forlag med  $\frac{1}{10}$  normal Syre, og Overskud af denne titreredes jodometrisk med Natriumthiosulfatopløsning.

0,992 Gram taget i Arbejde til Best. af  $HNO_3$ . Under Titreringen brugt 50 Ccm.  $\frac{1}{10}$  norm. Svovlsyre og 18.1 Ccm.  $\frac{1}{10}$  norm. Natriumthiosulfatopløsning. Altsaa er 31.9 Ccm.  $\frac{1}{10}$  norm. Syre mættet af den overgaaede Ammoniak.

Dette svarer til 0,20097 Gram  $HNO_3$  eller til 20,24 %. For vandfrit Salt svarer det til 21,33 %.

0,2223 Gram taget i Arbejde til Bestemmelsen af Brom efter Carius' Methode: Fundet Bromsølv svarende til 0,060 Gram Brom = 27,0 %.

Beregnet for $C_{19}H_{22}Br_2N_2O \cdot 2HNO_3 \cdot 2H_2O$ .	Fundet.
Salpetersyre ( $HNO_3$ ).....	20,45
Brom.....	26,0
Vand.....	5,84
	5,19

Ifølge Analysen, der ved at gentages gav det samme Resultat, har Saltet ikke alene mistet Vand, men ogsaa lidt Salpetersyre. Ved at henstaa i Lyset antager det en gul Farve, og der bortgaar i kendelig Mængde lavere Kvalstofilter.

### $\beta$ Cinchonidindibromidnitrat.



Sætter man Salpetersyre til en kold Opløsning af  $\beta$  Cinchonidindibromid i fortyndet Svovlsyre, udskilles der straks efter et tungt, hvidt Nitrat, der under Mikroskopet viser sig som rhombiske Tavler: men omkrystalliserer man dette Salt af kogende Vand, udskilles det i en anden Krystalform, nemlig som korte Prismer. Naar jeg af dette Salt fremstillede Alkaloidet, opløste det i fortyndet Svovlsyre og fældede Opløsningen med Salpetersyre i Kulden, fremkom atter alene de rhombiske Plader, og disse gik paa ny ved Omkrystallisation af lidt kogende Vand over til den prismatiske Form.

De rhombiske Tavler tabte ved at henstaa over Svovlsyre i Vacuum 3,77 %. De prismatiske Krystaller lede ved Tørring paa samme Maade et Tab af 3,84 %. De synes saaledes at indeholde samme Mængde Krystalvand. Men det fundne Vægttab passer ikke til et Molekule Vand, der vilde have givet et Tab af 3,03 %. Da Saltet meget let afgiver lidt Salpetersyre og bliver gult, er det rimeligt, at dette ogsaa kan have fundet Sted ved Henstand over Svovlsyre.

De rhombiske Krystaller analyseredes:

I. 1,002 Gram lufttørret Substans gav efter Ulsch's Methode Ammoniak svarende til 50,0 Ccm.  $\frac{1}{10}$  norm. Svovlsyre — 18,92 = 0,1958 Gram  $HNO_3$  = 19,55 %.

II. 1,0253 Gram lufttørret Substans gav Ammoniak svarende til 50 Ccm.  $\frac{1}{10}$  norm.  $H_2SO_4$  — 18,24 = 0,2001 Gram  $HNO_3$  = 19,53 %.

0,2296 Gram behandlede efter Carius' Methode. Fundet Bromsølv svarende til 0,0637 Gram  $Br$  = 27,74 %.

	Beregnet for $C_{13}H_{22}Br_2N_2O \cdot 2HNO_3 \cdot H_2O$ .	Fundet.
Salpetersyre .....	21,07 %	I 19,55 %, II 19,53 %
Brom .....	26,75 " .	27,74 %
Vand .....	3,01 "	3,77 "

Ved Analyse af de prismatiske Krystaller fandtes i 1,0104 Gram Stof (lufttørret) Salpetersyre svarende til 50 — 17,78 Ccm.  $\frac{1}{10}$  n. Svovlsyre = 0,203 Gram  $HNO_3$  = 20,09 %. Bestemmelsen udførtes som ovenfor efter Ulsch's Methode. Begge Nitraterne vare dannede af de rene analyserede Bromhydrater.

Naar jeg kogte  $\beta$  Nitratet (de rhombiske Tavler) med fortyndet Salpetersyre og Sølvnitrat, fraspaltedes Brombrinte. Dette fandt i langt ringere Grad Sted for  $\alpha$  Forbindelsens Vedkommende.

1,013 Gram af  $\beta$  Forbindelsen opløstes i 100 Ccm. Vand, 10 Ccm. 30% holdig  $HNO_3$  og 40 Ccm.  $\frac{1}{10}$  n.  $AgNO_3$ . Ved Kogning i en Time dannedes Bromsølv svarende til 0,073 Gram Brom. Omtrent en Fjerdedel af det indeholdte Brom blev altsaa fraspaltet.

Ved i en Time at koge 1,013 Gram af  $\alpha$  Forbindelsen med lige saa meget Salpetersyre og Sølvnitrat som før, fraspaltedes kun 0,0371 Gram  $Br$ . Her er altsaa kun fraspaltet halvt saa meget Brombrinte som ved  $\beta$  Forbindelsen.

Filtratet fra det af  $\beta$  Forbindelsen dannede Bromsølv, der frafiltreredes i Varmen, afsatte ved Henstand rhombiske Tavler af det uforandrede Nitrat. Og naar dette genopløstes i Vand, gav det paa ny Bundfald ved Kogning med Salpetersyre og Sølvnitrat.

En Portion af  $\beta$  Nitratet, der havde henstaaet i over 1 Aar, forholdt sig ganske paa samme Maade. Ved 2 Timers Kogning af 1 Gram med 40 Ccm.  $\frac{1}{10}$  n. Sølvnitrat i lige saa meget Vand og Salpetersyre som ved ovennævnte Forsøg udskiltes Bromsølv svarende til 0,115 Gram Brom, og Filtratet herfra udskilte ved yderligere Kogning paa ny Bromsølv. Af én Portion af selve Alkaloidet, der havde henligget i over  $\frac{1}{2}$  Aar, fremstilledes Nitratet; dette forholdt sig ganske paa samme Maade. Jeg kan da ikke bekræfte Galimard's<sup>1)</sup> Angivelse, at Cinchonidindibromid ved Henliggen omdannes og mister Evnen

<sup>1)</sup> Bull. soc. chimique T. XXV (3<sup>me</sup> Sér). 1901. Pag. 84.

til at danne Bromsølv ved den omtalte Behandling: men jeg maa antage, at der her foreligger en Fejltagelse beroende paa, at det frisk tilberedte Alkaloid, Galimard har arbejdet med, tilfældigvis har været  $\beta$ , det ældre Præparat derimod  $\alpha$  Forbindelsen<sup>1</sup>.

### Forhold til Brombrinte.

#### $\alpha$ Cinchonidindibromidbromhydrat.



Saltet var et krystallinsk, svagt gulligt Pulver. Under Mikroskopet viste det sig som temmelig lange, lige afskaarne eller stumpet tilspidsede Prismer.

Det omkrystalliserede og lufttørrede Salt (fremstillet ved i Varmen at opløse Alkaloidet i et Overskud af Brombrinte) analyseredes:

1,5850 Gram tabte ved at henstaa i Svovlsyreklokken i Vacuum til konstant Vægt 0,0866 Gram = 5,46 % Vand. (Henstod i over en Maaned.)

Det tørrede Salt opløstes i Vand. Opløsningen fældedes med kulsurt Natron, og i Filtratet bestemtes Brombrinten. Det fældede Bromsølv svarede til 0,3884 Gram Br = 24,51 %.

Beregnet for $C_{19}H_{22}Br_2N_2O \cdot 2HBr \cdot 2H_2O$ .	Fundet.
Vand..... 5,52 %	5,46 %
Brom (som HBr)..... 24,54 "	24,50 "

#### $\beta$ Cinchonidindibromidbromhydrat.



Forbindelsen var hvid og viste sig under Mikroskopet som lange, meget spidse Naale.

1,522 Gram tabte i Vacuum over Svovlsyre 0,115 Gram Vand = 7,55 %.

Efter Tørring behandlede den afvejede Stofmængde som angivet for  $\alpha$  Forbindelsen. Det dannede Bromsølv svarede til 0,3685 Gram Brom = 24,21 %.

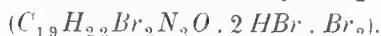
Beregnet for $C_{19}H_{22}Br_2N_2O \cdot 2HBr \cdot 3H_2O$ .	Fundet.
Vand..... 8,06 %	7,55 %
Brom (som HBr)..... 23,88 "	24,21 "

Saltet var noget forvittret, hvilket passer med, at Vandmængden er for lav, Brombrintemængden lidt for høj. For det vandfrie Salt er den beregnede Mængde Brom (som Brombrinte) 25,97 %, den fundne: 26,18 %.

<sup>1</sup> Se min tidligere Afhandling om Bromderivater af Chinaalkaloiderne. K. D. V. Selsk. Skr. 6te R. nat. og math. Afd. IX, 5. Pag. 274.

## Forhold til Brombrinte og Brom.

### $\alpha$ Cinchonidindibromidbromhydratperbromid.



Denne Forbindelse, der er den, jeg tidligere har beskrevet<sup>1)</sup>, danner smukke, gule kvadratiske Blade. Naar Forbindelsen, som her, skal fremstilles ren af selve Alkaloidet,  $\alpha$  Cinchonidindibromid, opløses dette bedst i 80% holdig Eddikesyre, og Opløsningen hældes da lidt efter lidt og svagt opvarmet i et Overskud af Brombrinte og Brom i 80% holdig Eddikesyre. Herved undgaar man bedst, at Forbindelsen kommer til at indeholde Bromhydrat af Alkaloidet.

0,5893 Gram toges i Arb. til Bestemmelse af friere Brom<sup>2)</sup>. Brugt 15,0 Ccm.  $\frac{1}{10}$  n.  $Na_2S_2O_3$  Opløsning = 20,36 % Br.

0,6327 Gram toges til Bestemmelse af friere Brom + Brombrinte. Efter Reduktion med Svovlsyrningvand bortskaffedes Alkaloidet ved kulsurt Natron, og i Filtratet fældedes Brombrinten med Salpetersyre og Sølvnitrat. Fundet Bromsølv svarende til 0,2593 Gram Br = 40,98 %.

Den samlede Brommængde bestemtes efter Carius<sup>3)</sup> Methode i 0,2390 Gram. Fundet Bromsølv svarende til 0,1479 Gram Br = 61,8%.

	Beregnet for $C_{19}H_{22}Br_2N_2O \cdot 2HBr \cdot Br_2$ .	Fundet.
Friere Brom.....	20,62 %	20,36 %
Br + HBr.....	41,24 "	40,98 "
Hele Brommængden .....	61,86 "	61,80 "

Noget højere Overbromid kunde ikke dannes. Selv om jeg tilsatte mere end dobbelt saa meget Brom (jeg tilsatte indtil 6 Atomer), fremkom der dog altid den samme Forbindelse med 2 Bromatomer (smlgn.  $\beta$  Cinchonidindibromidforbindelsen).

Dette samme Perbromid dannedes ogsaa i ikke ubetydelig Mængde, naar jeg lod Alkaloidet opløst i 80% Eddikesyre henstaa blandet med Brom i Eddikesyre af samme Styrke. Det synes saaledes heller ikke, at et Perbromid med mindre end 2 Molekuler Brombrinte lader sig danne af dette Alkaloid.

Ved at henstaa i Exsikkatoren over Svovlsyre i en Maaned tabte Krystallerne ikke i Vægt.

Naar Alkaloidet fremstilledes af Forbindelsen ved Reduktion med Svovlsyrningvand og Fældning med Ammoniak, viste det alle  $\alpha$  Cinchonidindibromidets Reaktionen og gav navnlig med Salpetersyre de lange Naale af Nitratet.

<sup>1)</sup> Overbromider af Chinaalkaloider. K. D. V. S. Skr. 6. R. nat. og math. Afd. IX. Pag. 268.

<sup>2)</sup> Ibid. Pag. 255.

<sup>3)</sup> Fres. Zeitschr. 1. Pag. 240.

$\beta$  Cinchonidindibromidbromhydratperbromid.



Naar jeg opløste  $\beta$  Cinchonidindibromid i Brombrinte og 80 % holdig Eddikesyre og derpaa tilsatte et rigeligt Overskud af Brom (3: 6 Atomer) til den noget opvarmede Vædske, dannedes der en amorf tjæreagtig Udskilning; men nogen Tid efter begyndte der at danne sig Krystaller. Efter et Par Dages Forløb slemmede jeg Krystallerne fra det amorf Bundfald, der nu var blevet fast. Derpaa opvarmedes dette med Vædsken, indtil det var opløst, hvorpaa Opløsningen hældtes sammen med Krystallerne, og snart efter udskiltes nu det Hele som rødbrune prismatiske Søjler. De udvaskedes først med Iseddike og derpaa med Æther, som slet ikke opløste noget, i hvert Fald farvedes den ikke.

Friere Brom: 0,4152 Gram opløstes i jodkaliumholdig Vinaand. Brugt 17,2 Ccm.  $\frac{1}{10}$  n.  $Na_2S_2O_3 = 0,1376$  Gram  $Br = 33,14$  %.

Friere Brom + Brombrinte: 0,3859 Gram behandles som angivet under  $\alpha$  Perbromidet. Bromsølv mængden svarede til 0,1953 Gram  $Br = 50,61$  %.

Da det synes, som om Forbindelsen indeholder lidt brombrintesurt Salt, fremstillede jeg en ny Portion ved lidt efter lidt at hælde Alkaloidet opløst i 60° varm Iseddike i lidt mere end den beregnede Mængde Brombrinte og et stort Overskud af Brom i 80 % holdig Eddikesyre. Forbindelsen blev, naar Afkølingen foregik langsomt, snart smukt krystallinsk.

Friere Brom:

I. 0,5504 Gram taget i Arbejde. Brugt 23,0 Ccm.  $\frac{1}{10}$  n.  $Na_2S_2O_3 = 33,43$  %.

II. 0,343 " " i " " 14,4 "  $\frac{1}{10}$  n.  $Na_2S_2O_3 = 33,59$  %.

Friere Brom + Brombrinte: Af 0,5116 Gram fik jeg Bromsølv svarende til 0,2571 Gram  $Br = 50,25$  %.

Hele Brommængden (efter Carius' Methode):

I. 0,2168 Gram taget i Arb. Fundet Bromsølv svarende til 0,1449 Gram Brom = 66,9 %.

II. 0,2366 " " i " " " " 0,1581 " " = 66,82 %.

Vand: Ved Henstand over Svovlsyre tabte 1 Gram 2,1 %. Beregnet for 1  $H_2O$ : 1,92 %.

Beregnet for  $C_{19}H_{22}Br_2N_2O \cdot 2HBr \cdot Br_4 \cdot H_2O$ . Fundet: I Portion.

II Portion.

Friere Brom . . . . . 33,54 % 33,14 % I 33,43, II 33,59 %

" " +  $HBr$  . . . 50,31 " 50,61 " 50,25 "

Hele Brommængden . . . 67,08 " I 66,9, II 66,82 "

Naar Alkaloidet fremstilledes ved Reduktion med Svovlsyrlingvand og Fældning med Ammoniak, dannede det med Salpetersyre de rhombiske Blade af  $\beta$  Cinchonidindibromidets Nitrat, ligesom ogsaa dets Udseende svarede til selve  $\beta$  Alkaloidet.

Naar jeg pr. Molekule af  $\beta$  Cinchonidindibromid opløst i Iseddike under svag Opvarmning satte 2 Molekuler Brombrinte og derpaa 2 Atomer Brom, fældedes et amorft Overbromid, men ved Henstand blev dette efterhaanden krystallinsk og dannede smukke store, gule Krystalgrupper. Under Mikroskopet viste disse sig at bestaa af Blade, næsten kvadratiske.

Naar Alkaloidet opløst i Iseddike blev hældt ned i Brombrinte og Brom, begge i ringe Overskud og opløste i svagt opvarmet Iseddike, blev det Hele snart krystallinsk, naar jeg tilsatte nogle Krystaller af Forbindelsen.

Det viste sig imidlertid, at Krystallerne havde en ganske anden Sammensætning end den sædvanlige: Alkaloid . 2  $HBr \cdot Br_2$ , hvorfor jeg antager, at her foreligger en Blanding enten med et saadant Overbromid — eller med det ovenfor beskrevne med 4 Bromatomer — med Alkaloidets Bromhydrat. Gentagne Forsøg førte til lignende, om end noget varierende, Resultater. Tog jeg en større Brommængde, dannedes det ovenfor beskrevne Perbromid med 4 Bromatomer.

I en Portion, 0,4682 Gram, bestemtes friere Brom. Hertil brugt 8,1 Ccm.  $\frac{1}{10}$  n.  $Na_2S_2O_3$  Opl. = 13,84 % Br.

I 0,5789 Gram fandtes friere Brom + Brombrinte svarende til 0,1991 Gram Br = 34,75 %.

I en anden Portion fandtes i 0,3965 Gram: friere Brom svarende til 6,6 Ccm.  $\frac{1}{10}$  n.  $Na_2S_2O_3$  Opl. = 13,31 % Br.

### Forhold til Svovlsyre.

Begge Alkaloider danne med et Ækivalent Svovlsyre tungt opløselige Sulfater, der let opløses i fortyndet Svovlsyre under Dannelse af let opløselige sure Salte (Disulfater); men dryppes der nu til en saadan Opløsning stærk Svovlsyre, kommer der for  $\beta$  Forbindelsens Vedkommende et stort krystallinsk Bundfald af et Tetrasulfat, hvilket ikke sker for  $\alpha$  Forbindelsens Vedkommende, hvis Tetrasulfat ikke er tungt opløseligt. Hvis Alkaloiderne udrøres med koncentreret Svovlsyre, og Blandingen henstaar 1 Dags Tid, dannes Sulfonsyrer, der ere uopløselige i Vand, men let opløselige i Natron. De danne Salte med Baser, saaledes med Baryt, men ere endnu Alkaloider og danne vel krystalliserende Salte med Syrer. Nitrat, Tetrasulfat og Bromhydrat ere tungt opløselige for  $\alpha$  Forbindelsens Vedkommende, medens  $\beta$  Sulfonsyrener ere let opløselige.

**$\alpha$  Cinchonidindibromidsulfat.**

Dette Salt fremstillede jeg ved at opløse Alkaloidet i en rigelig Mængde Vand og den beregnede Mængde normal Svovlsyre under Kogning. Efter Filtration i Varmtvands-tragt udkrystalliserede Saltet i lange Naale eller Prismes. Efter at Vædsken var suget godt fra og efter Udvasning, lufttørredes det. Det havde da et lignende Udseende som Chininsulfat.

Ved 110° tabte det 4,71 % i Vægt og holdt sig herved ganske hvidt. Det tørre Salt opløstes i Vand, Alkaloidet udfædtedes med Ammoniak, og i Filtratet bestemtes Svovlsyren ved Fældning med Chlorbaryum.

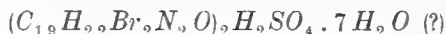
1,0353 Gram afgav 0,0493 Gram Vand = 4,71 %.

» » gav 0,2274 »  $BaSO_4$  = 0,0956 Gram  $H_2SO_4$  = 9,24 %.

Saltet, der var forvittret, har i denne lufttørrede Tilstand indeholdt 3 Vandmolekuler.

Beregnet for $(C_{19}H_{22}Br_2N_2O)_2H_2SO_4 \cdot 3H_2O$ .	Fundet.
Vand . . . . . 5,09 %	4,71 %
Svovlsyre ( $H_2SO_4$ ) . . . . . 9,24 %	9,23 %

Saltet er yderst tungt opløseligt i koldt Vand. Derimod opløses det meget let i Vand under Tilsætning af fortyndet Svovlsyre, idet der dannes et surt Salt, et Disulfat.

 **$\beta$  Cinchonidindibromidsulfat.**

Saltet fremstilles som  $\alpha$  Forbindelsen.

Det krystalliserer i grenede, afstumpede Naale. Det er tungt opløseligt i koldt Vand, men ikke saa tungt opløseligt som  $\alpha$  Forbindelsen. En væsentlig Forskel fra denne Forbindelse viser det, naar det opvarmes til 100 à 105°. Det bliver da brunt og indeholder nu en betydelig mindre Mængde Svovlsyre end før Tørringen. Naar jeg nemlig opløste det saaledes tørrede Salt i Vand, fældede Alkaloidet med kulsurt Natron og i Filtratet bestemte Svovlsyren, var der kun en ringe Del af den oprindelige Mængde tilstede heri, Hovedmængden havde omsat sig med Alkaloidet, som det syntes til den Pag. 343 omtalte Sulfonsyre. Alkaloidets Opløsning i Saltsyre gav ikke Bundfald med Chlorbaryum, men efter Smeltning med Salpeter og kulsurt Natron gav Reaktionsproduktet et stort Bundfald dermed.

Over Svovlsyre i Vacuum afgav 1,0893 Gram 0,0835 Gram Vand = 8,58 %.

Den samme Stofmængde gav 0,2236 Gram  $BaSO_4$  svarende til 0,0940 Gram  $H_2SO_4$  = 8,63 %.



Et Salt af Formlen  $(C_{19}H_{22}Br_2N_2O)_2H_2SO_4 \cdot 7H_2O$  indeholder 11,13 %  $H_2SO_4$ . Det er da rimeligt, at Saltet over Svovlsyre ikke har afgivet hele Vandmængden, men kun de 5 Mol., hvilket vilde give et Vægttab af omtrent 8 %.

Beregnet for $(C_{19}H_{22}Br_2N_2O)_2 \cdot H_2SO_4 \cdot 7H_2O$ .	Fundet.
Vand ( $5H_2O$ : 8,21 %). . . . . 11,13 %	8,58 %
Svovlsyre ( $H_2SO_4$ ) . . . . . 8,65 "	8,63 "

### $\beta$ Cinchonidindibromidtetrasulfat.



$\beta$  Cinchonidindibromid, der let opløses i et mindre Overskud af fortyndet Svovlsyre, danner, naar der til en saadan Opløsning sættes en større Mængde Svovlsyre, et tungt opløseligt Sulfat, der krystalliserer i tynde, farveløse, seksidede rhombiske Blade. Efter stærk Afsugning og efter at Krystallerne vare tørrede ved at presses mellem Filtrerpapir, analyseredes de.

De afgav ikke Vand ved 105°.

1,0917 Gram gav 0,7930 Gram  $BaSO_4$  svarende til 0,3330 Gram  $H_2SO_4$  = 30,50 %.

Beregnet for  $C_{19}H_{22}Br_2N_2O \cdot 2H_2SO_4$ : 30,17 %  $H_2SO_4$ .

Til Filtratet fra det fældede Baryumsulfat sattes fortyndet Salpetersyre; efter Henstand udkrystalliserede  $\beta$  Cinchonidindibromidnitrat, let kendeligt under Mikroskopet.

$\alpha$  Cinchonidindibromid gav derimod ikke noget krystallinsk Bundfald af et Tetrasulfat med et rigeligt Svovlsyreoverskud.

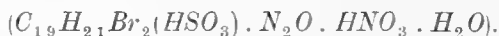
### $\alpha$ Cinchonidindibromidsulfonsyre.

Naar  $\alpha$  Cinchonidindibromid udrøres med sin 4-dobbelte Vægt koncentreret Svovlsyre, opløses det til en brunlig tykflydende Vædske. Denne lod jeg henstaa i 24 Timer i lukket Flaske og udhældte den derpaa i en større Mængde Vand. Herved stivnede det Hele til en grødagtig Masse; men efter nogen Tids Forløb trak Bundfaldet sig sammen og bestod da af store, lange, retvinklede Tavler, medens det først udskilte vel var krystallinsk, men bestod af ganske smaa Naale.

Da Vædsken var suget fra Bundfaldet, undergik dette ved at udrøres med Vand en mærkelig Forandring; det optog nemlig Vand, saaledes at det Hele stivnede til en fast krystallinsk Masse bestaaende helt igennem af meget lange, tynde Naale, som lignede Traade indfiltrede i hverandre. Ved Alkaloidets Henstand med den koncentrerede Svovlsyre var der kun dannet et meget ringe Spor af Brombrinte.

Det dannede Sulfat (Tetrasulfat?) opløstes let i et lille Overskud af Natron. Af denne Opløsning udskiltes der ved Overskud af Brombrinte eller Salpetersyre tungt opløselige Salte. Ved Kogning med vinaandig Kali fraspaltedes Brombrinte; men selv efter flere Timers Kogning dannedes der kun et Spor af Svovlsyre. Heller ikke ved Kogning med en vandig Kaliopløsning fandt der nogen Svovlsyredannelse Sted, hvorimod dette skete i rigelig Grad ved Kogning af Nitraten opløst i den netop nødvendige Mængde Ammoniakvand. Forbindelsen opløses nemlig ogsaa let i Ammoniakvand og i kulsure Alkalier. Ved Kogningen med vandig Ammoniak udskiltes der i Begyndelsen en Del af det uforandrede tungt opløselige Nitrat. Ikke desto mindre dannedes der dog af 0,97 Gram 0,238 Gram  $BaSO_4$  svarende til 0,1001 Gram Svovlsyre ( $H_2SO_4$ ). Dette udgør over  $\frac{2}{3}$  af det for den afvejede Stofmængde beregnede. Under Kogningen fraspaltedes Brombrinte i rigelig Mængde, og Opløsningen antog en intensiv rød Farve. Da Forbindelsen, som senere (Pag. 343) skal omtales, meget let hydrolyseres ved Behandlingen med Brombrinte under Gendannelse af det oprindelige Alkaloid,  $\alpha$  Cinchonidindibromid, antager jeg, at der her foreligger en Sulfonsyre. Sulfonsyrer af Cinchonidinet og de andre Chinaalkaloider ere fremstillede af Hesse<sup>1)</sup>.

$\alpha$  Cinchonidindibromidsulfonsyrenitrat.



Det ovenfor omtalte tungt opløselige Nitrat opløstes i Natron, fæddedes med Salpetersyre, genopløstes i Natron, fæddedes paa ny med Salpetersyre, og dette gentoges, til Præparatet var svovlsyrefrit.

0,9725 Gram tabte ved  $110^\circ$  0,0408 Gram = 4,09 % Vand (?).

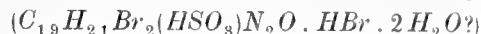
0,2946 Gram behandlede efter Carius' Methode, og i Opløsningen af Reaktionsproduktet bestemtes, efter Filtration fra det dannede Bromsølv, Svovlsyren, idet Overskud af Sølv først blev fæddet med Saltsyre, Salpetersyren fjernet ved Inddampning o. s. v.

Det dannede  $BaSO_4$  vejede 0,1136 Gram = 0,0477 Gram  $H_2SO_4$ .

Beregnet for $C_{19}H_{21}Br_2(HSO_3)N_2O \cdot HNO_3 \cdot H_2O$ .	Fundet.
Vand . . . . . 2,93 %	4,19 %
Svovlsyre ( $H_2SO_4$ ) . . . . . 15,93 "	16,18 "
Brom . . . . . 26,02 "	26,61 "

<sup>1)</sup> Ann. d. Chem. und Pharm. B. 267. Pag. 142.

**$\alpha$  Cinchonidindibromidsulfonsyrebromhydrat.**



Forbindelsen dannedes ved at opløse Sulfatet i Natron og ved at fælde med Brombrinte. Det udskiltes da tilsyneladende i Oktaedrer. Naar jeg imidlertid kogte dette Bromhydrat med Vand, hvori det kun tildels opløstes, udkrystalliserede det i lange Prismer eller Plader, tilsyneladende kvadratiske; men naar dette omkrystalliserede Salt atter opløstes i Natron og paa ny blev fældet med Brombrinte, dannede det atter Oktaedrer. Det af Natronopløsningen fældede Bromhydrat var næsten frit for Natron. 1 Gram efterlod ved Glødning kun 2,8 Milligram Rest.

1,036 Gram lufttørret Substans afvejedes til Best. af Brombrinte. Største Delen af Alkaloidet (Sulfonsyren) fjernedes ved Fældning med Salpetersyre. I Filtratet bestemtes *HBr* ved Fældning med *AgNO<sub>3</sub>*.

Det dannede Bromsølv svarede til 0,1246 Gram *Br* = 12,57 %.

Hele Brommængden og Svovlsyremængden bestemtes i 0,2462 Gram Substans efter Carius' Methode som angivet Pg. 342.

Det dannede Bromsølv svarede til 0,0888 Gram *Br* = 36,07 %.

Det dannede Baryumsulfat svarede til 0,0390 Gram *H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>* = 15,8 %.

1,0097 Gram tabte ved 105° 0,0449 Gram = 4,45 % Vand.

Beregnet for $C_{19}H_{21}Br_2(HSO_3)N_2O \cdot HBr \cdot 1\frac{1}{2}H_2O + 2H_2O$ .	Fundet.		
Brom (som Brombrinte) . . . . .	12,46 %	12,29 %	12,03 %
Hele Brommængden . . . . .	37,38 "	36,87 "	36,1 "
Svovlsyre ( <i>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i> ) . . . . .	15,26 "	15,05 "	15,8 "
Vand . . . . .	4,21 "	5,53 "	4,45 "

Naar jeg opvarmede  $\alpha$  Cinchonidindibromidsulfonsyrebromhydrat med 80 % holdig Eddikesyre, Brombrinte og Brom, gik det Hele i Opløsning, og ved Afkøling udkrystalliserede det tidligere omtalte (Pg. 337) Perbromid af  $\alpha$  Cinchonidindibromid  $C_{19}H_{22}Br_2N_2O \cdot 2HBr \cdot Br_2$  i kvadratiske Plader. Dette viste sig dels ved Analysen af Krystallerne, der kun indeholdt et Spor af Svovlsyre (*H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>*) og i S sammensætningen svarede til Perbromidets Formel (0,494 Gram brugte efter Tilsætning af vinaandig Jodkalium 12,4 Ccm. <sup>1</sup>/<sub>10</sub> norm. *Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>* Opløsning til Affarvning: Beregnet 12,7 Ccm.), dels ogsaa ved, at Filtratet indeholdt rigelig Svovlsyre. Det viser sig altsaa, at Alkaloidet ved denne Behandling med Brombrinte og Brom endogsaa meget let gendannes.

Koenigs og Comstock<sup>1)</sup> udtale for den tilsvarende Cinchoninforbindelses Vedkommende, at den ved Ophedning med Brombrinte i tilmeltet Rør spaltes, saaledes at Cin-

<sup>1)</sup> Ber. d. deutsch. chem. Ges. 19. Pg. 2855.

chonindibromid og Svovlsyre gendannes, og heraf drage de den Slutning, at Forbindelsen maa være en Æthersvovlsyre; men da den tilsvarende her beskrevne Cinchonidinforbindelse hverken paavirkes ved Behandling med vandig eller vinaandig Kali. maa jeg anse den for at være en Sulfonsyre. —

Med Hensyn til dens Egenskab af Syre, da har jeg fremstillet et Barytsalt, der krystalliserede i smukke Naale, temmelig tungt opløselige i Vand. lettere opløselige i Vinaand.

### $\beta$ Cinchonindibromidsulfonsyre.

Denne Forbindelse fremstillede jeg ligeledes ved at lade Alkaloidet henstaa et Døgn med koncentreret Svovlsyre. Den er uopløselig eller tungt opløselig i Vand, men let opløselig i frie og kulsure Alkalier og i Ammoniakvand; men den adskiller sig fra  $\alpha$  Forbindelsen ved ikke at danne et tungt opløseligt Nitrat eller Bromhydrat.

Mærkeligt er det, at en saadan Forbindelse dannes i rigelig Mængde, naar  $\beta$  Cinchonindibromidsulfat i længere Tid udsættes for en Varme paa noget over 100°.

### Cinchonindibromid.

W. Koenigs og Comstock<sup>1)</sup> angive, at Cinchonindibromid, som de fremstillede ved Bromering af Cinchonin i en Blanding af Chloroform og Vinaand, maa bestaa af 2 Isomere. Den ene af disse, hvis Bromhydrat var det tungest opløselige, og som de kaldte  $\alpha$  Cinchonindibromid, udkrystalliserede af Chloroform (3 Dele) og Vinaand (1 Del) med 1 Vandmolekule, medens den anden Forbindelse,  $\beta$  Cinchonindibromid, hvis Bromhydrat var lettere opløseligt, krystalliserede vandfri. Begge forholde sig iøvrigt tilsyneladende ens over for Syrer og Alkalier. Navnlig give begge ved længe varende Kogning med vinaandigt Kali det samme Dehydrocinchonin, der smelter ved 202—203°. Da Koenigs og Comstock ikke senere har taget Spørgsmaalet op til nærmere Undersøgelse<sup>2)</sup>, har jeg fremstillet de 2 Forbindelser og forskellige af deres Salte, og mine Resultater bekræfte K. og C.s Antagelse.

Fremstillingen har jeg foretaget ved Bromering i 80 % Eddikesyre, som angivet i min forrige oftere nævnte Afhandling (om Bromderivater af Chinaalkaloiderne). Det udkrystalliserede Bromhydrat af  $\alpha$  Forbindelsen bestod af lange prismatiske Naale. Det tilsvarende Alkaloid krystalliserede af Vand i Rosetter bestaaende af smaa Blade (ofte tydeligt seksidede). Nitrattet dannede linseformede Krystaller, meget lignende Natriumantimonat. Bromhydratet rensedes ved gentagen Omkrystallisation.

<sup>1)</sup> Ber. d. deutsch. chem. Ges. 20. Pg. 2516.

<sup>2)</sup> Se dog Pg. 347.

Filtratet fra  $\alpha$  Bromhydratet fældedes med Ammoniak. Alkaloidet opløstes i Brombrinte, og Bromhydratet rensedes ved Omkrystallisation. Det dannede smaa klare Krystaller, tilsyneladende Oktaedrer. Selve Alkaloidet fældedes af vandig Vædske amorft som smaa runde Korn, i hvilke der i hvert Tilfælde kun for enkeltes Vedkommende sporedes en utydelig Krystallisation. Nitraten viste sig som lange smalle for Enderne kløftede Tavler. Ved en Præparation fik jeg af 100 Gram Cinchonin 90 Gram af  $\alpha$  Forbindelsen, 65 af  $\beta$  Forbindelsen, ved en anden af samme Mængde Cinchonin 80 Gram af  $\alpha$  Forbindelsen og 50 af  $\beta$  Forbindelsen. Disse Tal ere beregnede efter Mængden af det dannede Bromhydrat, før det blev omkrystalliseret. Jeg opgiver dem derfor med alt muligt Forbehold, men det synes dog herefter, som om Forbindelserne ikke dannes i lige store Mængder.

### Smeltepunktsbestemmelser.

Smeltepunkterne kunde ikke bestemmes nøjagtigt, da begge Forbindelser ligesom Cinchonidindibromiderne blev svættede før Smeltningen.

### Drejningsevnen.

$\alpha$  Cinchonindibromid. 2,045 Gram opløst i 100 Ccm. Blanding af 2 Maal Chloroform og 1 Maal Vinaand (96 %) gav for  $t = 17^\circ$ ,  $l = 2$  en Drejning af  $+ 7,34 : (a)_D = + 179,4$ .

$\beta$  Cinchonindibromid. 1,000 Gram opløst i lige saa meget af samme Blanding gav ved samme Temperatur og samme Rørlængde, som angivet for  $\alpha$  Forbindelsen, en Drejning af  $+ 2,15^\circ : (a)_D = + 107,5$ .

### Forhold til Vinaand.

$\alpha$  Cinchonindibromid forandredes ikke væsentligt ved Kogning med Vinaand, men udkrystalliserede deraf i rhombiske Pyramider med 1 Mol. Krystalvand efter Koenigs og Comstocks Angivelse <sup>1)</sup>.

$\beta$  Cinchonindibromid forholdt sig omtrent som  $\beta$  Cinchonidindibromid ved Kogning med Vinaand. Det krystalliserede vandfrit deraf i concentrisk ordnede Naale <sup>2)</sup> og var meget tungt opløseligt deri; men efter en Times Kogning begyndte den ovenstaaende Vædske at blive grøn, og lidt efter lidt gik alt i Opløsning. Næste Dag var der udskilt en stor Mængde rent  $\beta$  Cinchonindibromid. Filtratet, der var græsgrønt, kogtes yderligere i flere Timer. Det blev herved endnu mørkere grønt og efterlod ved Inddampning en grøn,

<sup>1)</sup> Ber. d. deutsch. chem. Ges. 25 (1892). Pg. 1540.

<sup>2)</sup> Samme Steds angive K. & C., at  $\beta$  Forbindelsen krystalliserer vandfrit i lancetformede Smaablade ofte forenede til stjerneformede Grupper.

amorf, tjæreagtig Masse. der reagerede ubetydeligt sur. Denne grønne Masse opløstes i saa lidt varmt Vand som muligt, tilsattes lidt fortyndet Natronlud i Overskud og gav hermed et stort hvidt krystallinsk Bundfald. En lille Prøve af dette Bundfald opløstes meget let i Salpetersyre. det indeholder altsaa intet uforandret Dibromid. Hovedportionen omkrystalliseredes gentagne Gange. Det saa da ganske ud som Monobromcinchonin og havde dettes Smeltepunkt  $225^{\circ}$ — $226^{\circ}$ , idet Forbindelsen under Smeltningen blev brun. Filtratet fra det ved Natron fremkomne Bundfald var nu brunt, det indeholdt en betydelig Mængde Brombrinte og gav med Vand et tjæreagtigt Bundfald, hvoraf der yderligere lod sig fremstille en ret betydelig Mængde Monobromcinchonin. Den Proces, der er foregaaet ved Kogning med Vinaanden. maa jeg — ligesom for Cinchonidindibromidets Vedkommende — anse for at være den, at en Del af Alkaloidet har virket som Base og foranlediget en Fraspaltning af 1 Molekule Brombrinte fra andre Molekuler. Resultatet har da været en Dannelse af Monobromcinchoninbromhydrat, der er forblevet i Opløsningen, og en Udkrystallisation af uomdannet Cinchonidibromid, der — som nævnt ovenfor — er meget tungt opløseligt i Vinaand. At der her ogsaa — ligesom for Cinchonidindibromidets Vedkommende — er foregaaet andre Reaktionen, viser Dannelsen af det grønne Stof, som jeg intet ved om, og ligeledes har jeg fundet, at den Mængde Brombrinte. der dannes ved lang Tids Kogning, betydeligt kan overstige Halvdelen af, hvad der svarer til hele den tilstedeværende Mængde af Dibromid. I et Forsøg har jeg endogsaa ved meget lang Tids Kogning faaet dannet 28 % Brombrinte, medens Dibromid kun indeholder lidt over 35 %.

### Forhold til vinaandigt Kali.

Som tidligere omtalt, har jeg ved mine Forsøg fundet Koenigs og Comstocks Angivelse, at baade  $\alpha$  og  $\beta$  Cinchonidibromid danne et og samme Dehydrocinchonin<sup>1)</sup>, bekræftet. Yderligere vil det af det følgende fremgaa, at begge Dibromider ved en lemfældig, kortvarig Behandling med vinaandigt Kali danne det af mig tidligere beskrevne Monobromcinchonin, at de altsaa begge ved Fraspaltning af 1 Molekule Brombrinte danne en og samme Forbindelse.

Monobromcinchonin fremstillet af  $\alpha$  Cinchonidibromid var vandfrit, Smp. var  $225$ — $226^{\circ}$ . — 2,0728 Gram opløstes i 100 Ccm. Chloroformvinaand;  $l = 2 \cdot t = 17^{\circ}$ . Drejningen var da  $+7,90$ ,  $(\alpha)_D = +190,5$ .

Monobromcinchonin fremstillet af  $\beta$  Cinchonidibromid var ligeledes vandfrit og viste ganske samme Smeltepunkt som det af  $\alpha$  Dibromid fremstillede.

<sup>1)</sup> Ber. d. deutsch. chem. Ges. 15. Pg. 2516.

2,0712 Gram opløstes i 100 Ccm. Chloroformvinaand. Med samme Rørlængde og ved samme Temperatur, som brugtes ved ovennævnte Bestemmelse af  $\alpha$  Dibromidets Monobromforbindelse, var Drejningen  $+7,92^\circ$ . ( $\alpha$ )<sub>D</sub> er da  $= +191,1$ . — Tallene ere (for  $\alpha$  og  $\beta$ ) ganske de samme og afvige ikke mere fra det af mig tidligere fundne Tal, 185,7, end Forsøgsfejl kunne være Skyld i.

De to Dibromider give da ikke alene et og samme Dehydrocinchonin, men ogsaa et og samme Monobromcinchonin ved Behandling med vinaandigt Kali.

Koenigs og Comstock fremsatte deres Iagttagelse om, at der maa eksistere to isomere Cinchonindibromider, med Forbehold<sup>1)</sup>. Forbindelserne adskille sig fra hinanden ved, at  $\alpha$  Forbindelsen krystalliserer med 1 Molekule Vand,  $\beta$  derimod krystalliserer vandfri. Men iøvrigt ligne de hinanden saa meget i deres Forhold til indifferente Opløsningsmidler, Syrer og Alkalier, at man maa lade det henstaa, om de ere forskellige Stoffer eller ej<sup>2)</sup>. Nitrater og Bromhydrater ere saaledes for begges Vedkommende tungt opløselige, om end  $\beta$  Bromhydratet synes lettere opløseligt.

De udtale endvidere, at hvis det skulde bekræfte sig, at der virkelig eksisterer 2 Forbindelser, da maa Cinchoninets Molekule indeholde 2 dobbelte Bindinger. I en senere Afhandling<sup>3)</sup> vise de, at hverken  $\alpha$  eller  $\beta$  Dibromidet formaar at addere Brombrinte, hverken ved lang Tids Henstand med rygende Brombrintesyre — mættet ved  $\div 17^\circ$  — eller ved Opvarmning i tilsmeltet Rør. Iøvrigt omtale de her kun Forbindelsernes tidligere nævnte Forskelligheder og deres Krystallisationsforhold uden at fremføre noget nyt om dem.

Af det her følgende vil det fremgaa, at der virkelig eksisterer et  $\alpha$  og et  $\beta$  Cinchonindibromid, ligesom dette foran er vist for Cinchonidindibromid. Naar nu Koenigs og Comstock synes at mene, at dette ikke kan være Tilfældet, uden at Cinchoninets Molekule maa indeholde to dobbelte Bindinger, da tillader den af mig gjorte Iagttagelse, at  $\alpha$  og  $\beta$  Cinchonindibromid danne et og samme Monobromcinchonin, en anden Opfattelse af dette Spørgsmaal, idet vi nu kunne forklare Isomerien i Overensstemmelse med Æthylendibromid og Æthylidendibromid, hvis Forskellighed maa bero paa, at de 2 Bromatomer i det ene Tilfælde ere bundne til et og samme, i det andet til hvert sit Kulstofatom.

Vilde vi skrive Cinchonin som en substitueret Æthylen, maa der ved Bromadditionen først dannes en til Æthylenbromid svarende Forbindelse. Nu afgiver  $\beta$  Cinchonindibromid let Brombrinte og danner Monobromcinchonin, og jeg har tidligere<sup>3)</sup> vist, at dette allerede sker ved Fremstillingen — i det mindste ved den af mig benyttede. Det er da rimeligt, at det er  $\beta$  Forbindelsen, der dannes først, at den har S sammensætningen som

<sup>1)</sup> Ber. d. deutsch. chem. Ges. 20. Pg. 2516.

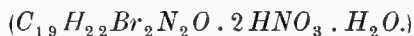
<sup>2)</sup> " " " " " 25. (1892). Pg. 1540.

<sup>3)</sup> K. D. V. Selsk. Skr. 6te R. nat. og math. Afdl. IX. 5. Pg. 279.

Æthylendibromid, og at den delvis spaltes under Dannelse af Brombrinte og Monobromcinchonin. Det vil nu ikke være urimeligt at tænke sig, at dette sidstnævnte Alkaloid atter samtidigt optager Elementerne af det fraspaltede Brombrintemolekule, men i omvendt Orden, saaledes at den bestandigere  $\alpha$  Forbindelse dannes. Denne vil da have begge Bromatomerne bundne til et og samme Kulstofatom, og dens Sammensætning vil svare til Æthylididibromidets.

### Forhold til Salpetersyre.

#### $\alpha$ Cinchonindibromidnitrat.



Dette Salt fremstillede jeg ved at opløse det af Bromhydratet udfældede Alkaloid i fortyndet Svovlsyre og ved derpaa at tilsætte Salpetersyre. Det fældedes da i klare Krystaller, der vare farveløse og naaleformede, ofte fjerformet ordnede, ofte ogsaa linseformede, mindende om Natriumantimonat. Saltet er tungt opløseligt i Vand og endnu tungere opløseligt i Salpetersyre, ret let opløseligt i kogende Vand. Det 2 Gange omkrystalliserede Salt analyseredes.

0,9889 Gram afgav ved i længere Tid at henstaa over Svovlsyre i Vacuum 0,0282 Gram = 2,85 % Vand.

1,0085 Gram opløstes i Vand, Opløsningen blev fældet med kulsurt Natron, og i Filtratet bestemtes Salpetersyren efter Ulsch's Methode. Til Filtreringen af det dannede Ammoniak brugtes 50 Ccm.  $\frac{1}{10}$  normal Svovlsyre og 16,84 Ccm.  $\frac{1}{10}$  norm. Natriumthiosulfatopløsning. Altsaa er 33,16 Ccm.  $\frac{1}{10}$  n. Syre mættet af den dannede Ammoniak. Dette svarer til 0,2089 Gram  $HNO_3$  = 20,71 %  $HNO_3$ .

Beregnet for $C_{19}H_{22}Br_2N_2O \cdot 2HNO_3 \cdot H_2O.$	Fundet.
$HNO_3$ ..... 21,07 %	20,71 %
Vand..... 3,01 »	2,85 »

#### $\beta$ Cinchonindibromidnitrat.



Saltet dannede lange, smalle og tynde Tavler, ofte kløftede (se Pg. 345).

Vandbestemmelse. 1,0179 Gram henstod over Svovlsyre i Vacuum i over en Maaned.

Det havde da afgivet: 0,0391 Gram = 3,84 % Vand. Nøjagtigt det samme Tab, som  $\beta$  Cinchonidindibromidnitrat led i Svovlsyreklokken (i Vacuum<sup>1)</sup>). Ved derpaa at henstaa ved 110° tabte det yderligere 1,4 Milligram, idet det farvedes svagt gult.

<sup>1)</sup> Se Pg. 334.



*HNO*<sub>3</sub> Bestemmelse. 1,0007 Gram taget i Arb., Alkaloidet fældedes med *Na*<sub>2</sub>*CO*<sub>3</sub>. Filtratet concentr. til 25 Ccm., og heri bestemtes *HNO*<sub>3</sub> efter Ulsch's Methode. Brugt 40 Ccm.  $\frac{1}{10}$  n. *H*<sub>2</sub>*SO*<sub>4</sub> og 7,36 Ccm.  $\frac{1}{10}$  n. *Na*<sub>2</sub>*S*<sub>2</sub>*O*<sub>3</sub>. Altsaa 32,64 Ccm. Syre brugt til Mætning af *NH*<sub>3</sub> = 0,2056 Gram *HNO*<sub>3</sub> = 20,54 % *HNO*<sub>3</sub>.

Beregnet for <i>C</i> <sub>19</sub> <i>H</i> <sub>22</sub> <i>Br</i> <sub>2</sub> <i>N</i> <sub>2</sub> <i>O</i> . 2 <i>HNO</i> <sub>3</sub> . <i>H</i> <sub>2</sub> <i>O</i> .		Fundet.
<i>HNO</i> <sub>3</sub> .....	21,07 %	20,54 %
Vand .....	3,01 "	3,84 "

### Forhold til Brombrinte.

#### $\alpha$ Cinchonindibromidbromhydrat.



Dette Salt blev, som omtalt, vundet direkte ved Bromering af Cinchonin opløst i Brombrinte og stærk Eddikesyre. Efter 2 Gange at være omkrystalliseret var det rent. Selvfølgelig kan det faas ved at opløse selve Alkaloidet,  $\beta$  Cinchonindibromid, i Vand og Brombrinte.

Saltet er tungt opløseligt i koldt Vand, meget lettere, men dog ikke særlig let, opløseligt i kogende Vand. Det krystalliserer i lange Naale eller tilspidsede Prismer og er hvidt.

Saltet er vandfrit. Ved i flere Timer at tørres ved 110° tabte det ikke i Vægt.

1,215 Gram gav ved Fældning med *AgNO*<sub>3</sub> i salpetersur Vædske, efter at Alkaloidet forud var udfældet med *Na*<sub>2</sub>*CO*<sub>3</sub>, *AgBr* svarende til 0,3165 Gram *Br* (som *HBr*) = 26,08 %. Beregnet 25,97 %.

#### $\beta$ Cinchonindibromidbromhydrat.



Dette Salt, der dannes ved at opløse Alkaloidet i et Overskud af Brombrinte og Vand, udkrystalliserer i tætte smaa Krystaller, der se ud som Oktaedrer. Saltet var gulligt og dannede ofte temmelig store halvkugleformede Krystalgrupper. Det var vandfrit og tabte ikke i Vægt ved 105°.

1,0076 Gram gav (efter at Alkaloidet var fældet med *Na*<sub>2</sub>*CO*<sub>3</sub>) 0,2642 Gram *Br* (som *HBr*) = 26,22 % *Br*. — Beregnet 25,97 %.

### Forhold til Brombrinte og Brom.

#### $\alpha$ Cinchonindibromidbromhydratperbromid



fremstilledes ved, at Alkaloidet opløst i Iseddike blev hældt (c. 60° varm) i et Overskud af Brom og 50 % holdig Brombrinte i Iseddike. Tilsætningen maa ske langsomt, saa der i

Varmen slet ikke finder nogen amorf (halvflydende) Udskilning Sted. Snart efter begyndte Forbindelsen at udkrystallisere, idet der afkøledes meget langsomt og under stadig Omrystning. Næste Dag var der dannet et stort krystallinsk Bundfald. En Smule var dog amorft, men det klæbede fast ved Kolbens Bund, saaledes at Krystallerne let kunde frahældes med Vædsken. Iøvrigt gik dette amorfe Bundfald efter nogle Dages Henstand med Vædsken fuldstændigt over i den krystallinske Form. Efter Udvaskning, først med Iseddike, derpaa med Æther, dannede Forbindelsen et gult, kornet Pulver, der under Mikroskopet viste sig at bestaa af smaa gule Naale eller Prismer.

**Friere Brom.**

Til 0,5641 Gram brugt 14,1 Ccm.  $Na_2S_2O_3$  ( $1/10$  n.) = 20,00 %.

**Friere Brom + HBr.**

0,5832 Gram gav Bromsølv svarende til 0,2868 Gram  $Br$  = 40,6 %  $Br + HBr$  (beregnet som  $Br$ ).

**Hele Brommængden.**

0,2055 Gram behandlede efter Carius' Methode.

Fundet  $AgBr$  svarende til 0,1256 Gram  $Br$  = 61,1 %  $Br$ .

Beregnet for $C_{19}H_{22}Br_2N_2O \cdot 2HBr \cdot Br_2$ .	Fundet.
Friere $Br$ . . . . . 20,62 %	20,00 %
Friere $Br + HBr$ . . . . 41,24 " (beregnet som $Br$ )	40,60 "
Hele $Br$ Mængde . . . . . 61,86 "	61,1 "

Mængden af friere Brom er lidt for lav. Forbindelsen har altsaa indeholdt lidt Bromhydrat. De to andre Bestemmelser passe nøjagtigt hermed, idet de nemlig begge afvige lige saa meget fra det beregnede som første Bestemmelse.

Noget højere Perbromid syntes ikke at kunne dannes. Ved at hælde Alkaloidopløsning i Brombrinte i Iseddike, som ovenfor beskrevet, men med Anvendelse af den dobbelte Brommængde, udskiltes et halvflydende Bundfald, der først efter lang Tids Henstand stivnede under Dannelse af ovennævnte Perbromid med 2 Atomer Brom. Ved efter Reduktion med Svovlsyrling at fælde Alkaloidet viste dette sig krystallinsk som  $\alpha$  Cinchonindibromid og dannede dettes Nitrat og Bromhydrat.

$\beta$  Cinchonindibromidbromhydratperbromid kunde jeg ikke fremstille. Ved at behandle Alkaloidet med Brombrinte og Brom, som angivet under  $\alpha$  Forbindelsen, fik jeg en halvflydende Udskilning, som ikke selv efter flere Maaneders Forløb stivnede, men naar jeg dannede Alkaloidet deraf, viste dette sig amorft som  $\beta$  Forbindelsen, og gav med  $HNO_3$   $\beta$  Nitrat og med  $HBr$   $\beta$  Bromhydrat.

## Forhold til Svovlsyre.

Med fortyndet Svovlsyre gav lige Ækvivalenter af begge Alkaloider tungt opløselige Monosulfater, der let opløstes i mere Svovlsyre; med et større Overskud deraf dannede ingen af dem tungt opløseligt Tetrasulfat. Ved at udrøres med koncentreret Svovlsyre danne de Forbindelser, der efter Koenigs og Comstocks Mening skulde være svovlsure Ætherarter<sup>1)</sup>. Disse Forbindelser har jeg ikke undersøgt. Se iøvrigt Pg. 339 o. flg.

## Forbindelser med Blytetrachlorid.

Friedrich<sup>2)</sup> har fremstillet Ammoniumblytetrachlorid og fundet dets Sammensætning:  $(NH_4)_2PbCl_6$ . Wells<sup>3)</sup> har bekræftet dette og tillige fremstillet de tilsvarende Kalium, Rubidium og Cæsiumsalte:  $K_2PbCl_6$ ,  $Rb_2PbCl_6$  og  $Cs_2PbCl_6$ . Af tilsvarende Alkaloidsalte er der kun fremstillet nogle faa af Pyridinbaserne og Chinolin af A. Classen og Zahorsky<sup>4)</sup>. Chinolinsaltet havde Sammensætningen  $PbCl_4(C_9H_7N.HCl)_2$ , medens Pyridinsaltets Sammensætning angives:  $2PbCl_4 \cdot 5(C_5H_5NHCl)$ , hvilken Formel svarer til den, Forfatterne havde fundet for Ammoniumdobbelsaltet, og som efter Friedrich og efter Wells er urigtig. Pyridinsaltets er da tvivlsom. Ligeledes ser Formlen af Goebbels<sup>5)</sup>  $3PbCl_4 \cdot 7(C_6H_7NHCl)$  noget mærkelig ud og stemmer ikke med Lutidinsaltet, som han fandt:  $2(C_7H_9NHCl)PbCl_4$ . For de naturlige Alkaloiders Vedkommende er, saavidt mig bekendt, ikke fremstillet Salte med Blytetrachlorid, endskønt disse Salte som svarende til Platinchloriddobbelsaltene maa antages at være tungtopløselige. Vanskeligheden ved at fremstille dem ligger i, at Blytetrachlorid for let afgiver Chlor, som da virker paa Alkaloidet.

Skal man da fremstille disse Forbindelser, maa man sætte Blytetrachloridopløsningen i stærk Saltsyre (ved at overhælde frisk fældet og udvasket Chlorbly med koncentreret Saltsyre og indlede Chlor) til en stærk saltsur Opløsning af Alkaloidets Chlorhydrat. Opløsningen maa være stærkt saltsur, da Vand dekomponerer Forbindelserne. Ved at gaa frem paa denne Maade vil man kunne passe, at Blytetrachloridet stadigt er i Underskud, og naar Alkaloiddobbelsaltet er tilstrækkelig tungt opløseligt, saa det tilsatte Blytetrachlorid straks fjernes, kunde der være Mulighed for deres Dannelse.

<sup>1)</sup> Ber. d. deutsch. chem. Ges. 17. Pg. 1595.

<sup>2)</sup> " " " " " " 26. Pg. 1434.

<sup>3)</sup> Zeitschr. für anorg. Chem. 4. Pg. 335.

<sup>4)</sup> Zeitschr. f. anorg. Chem. 4. Pg. 100.

<sup>5)</sup> Ber. d. deutsch. chem. Ges. 26. Pg. 1434.

Jeg har kun forsøgt at fremstille Forbindelserne af de tre Chinaalkaloider, Chinin, Cinchonin og Cinchonidin, og i Virkeligheden fik jeg ogsaa ved at gaa frem paa denne Maade i alle 3 Tilfælde gule, krystallinske Bundfald. Chininforbindelsen var straks amorf, men kort efter blev den krystallinsk og af livlig gul Farve. Samtidigt begyndte den aabenbart at dekomponeres, idet der udskiltes Chlorbly; men Opløsningen lugtede ikke af Chlor, Alkaloidet har altsaa optaget det virksomme Chlor. Ved hurtigst muligt at filtrere og suge Væsken fra Krystallerne, udvaske disse med stærk Saltsyre og tørre dem paa en porøs Lerplade, fik jeg Forbindelsen som et livlig gult Bundfald, der imidlertid ikke var rent, men indeholdt Chlorblykrystaller.

Cinchonidinforbindelsen var af svag, gul Farve og bestod af smaa Prismer. Den syntes ikke at forandres ved at henstaa et Par Timer i Fældningsvæsken; men under Tørringen paa en porøs Lerplade omdannedes den og trak sig sammen til en klæbrig, gul, amorf Masse, der ikke var til at behandle.

Cinchonin gav et livlig gult, smukt krystallinsk Bundfald, der under Mikroskopet saa ensartet ud, som Rosetter af koncentrisk ordnede Naale. Alkaloidet var ligesom i de 2 andre Tilfælde taget i ringe Overskud. Bundfaldet forandredes ikke synligt ved Tørringen; men da jeg analyserede det, viste det sig at indeholde Chlorbly, medens Alkaloidet paa den anden Side var chloreret og havde optaget 14,6 % Chlor.

Den Vanskelighed, der her viser sig, Chlorets Indvirkning paa Alkaloidet, vil ikke komme i Betragtning for Chinaalkaloidernes Dibromadditionsprodukter. Og i Virkeligheden er det da ogsaa lykkedes mig for disse Alkaloiders Vedkommende at fremstille Forbindelser med Blytetrachlorid i ren Tilstand.

#### *α* Cinchonidindibromidchlorhydratblytetrachlorid.



Da Chlorhydratet af dette Alkaloid er meget tungtopløseligt, maatte Forbindelsen med Blytetrachlorid fremstilles i en stærkt fortyndet Opløsning, og da disse Forbindelser alle spaltes af Vand under Dannelse af Blyoverilte, maatte der for at forhindre en saadan Spaltning være rigelig Saltsyre tilstede. Jeg opløste 6 Gram af Alkaloidet i 1½ Lit. c. 8 % holdig Saltsyre, og til denne Opløsning sattes nu lidt efter lidt den beregnede, eller snarere lidt mindre end den beregnede, Mængde Blytetrachlorid. (For at kende Mængden af det anvendte Blytetrachlorid gik jeg ud fra en vejet Mængde Blyoverilte, som ved 0° lidt efter lidt blev sat til stærk Saltsyre. Den ringe Mængde Chlorbly, der udskiltes, fik jeg opløst ved paafølgende Tilledning af Chlor. Væsken afhældtes senere fra et ubetydeligt afsat Bundfald). Der udskiltes da et lysegult krystallinsk Bundfald, der under Mikroskopet helt igennem havde et ensartet Udseende og bestod af smaa, svagt gule Søjler. Efter kort

Tids Henstand frahældtes, frafiltreredes og frasugedes Opløsningen, Krystallerne udvaskedes med c. 30 % holdig Saltsyre og tørredes paa en porøs Lerplade. Præparatet lugtede ikke af Chlor; men, som rimeligt er, kan det ikke tørres paa Filtrerpapir. Dette viste sig tydeligt ved, at Præparatet blev hvidt, hvor det berørte Papiret.

#### Analytiske Metoder.

Til Bestemmelse af Bly behandlede jeg Forbindelsen med yderst fortyndet svovlsyrningholdigt Vand, idet jeg slutteligt opvarmede meget svagt, indtil Bundfaldet var ganske hvidt. Der tilsattes en rigelig Mængde Svovlsyre og derpaa 1 Rf. Vinaand. Det samlede Rumfang af Vædsken udgjorde omtrent 300 Ccm.; Blandingen maa nemlig være stærkt fortyndet, for at der ikke skal fældes Alkaloidsalt sammen med Blyulfatet. Næste Dag samledes Blyulfatet, udvaskedes fuldstændigt med Vinaand og behandlede videre efter de analytiske Regler.

I Filtratet herfra kan Chlorbrinten ikke bestemmes; thi ved Vinaandens Bortdampning (efter at Syrens er mættet) vil der spaltes Brombrinte fra Alkaloidet. Der maa tages en ny Portion i Arbejde, som — efter fuldstændig Sønderdeling med svovlsyrningholdigt Vand og lidt Svovlsyre, og, efter at Blyulfatet er frafiltreret — fældes med Ammoniak. Naar det herved fældede Alkaloid er fraskilt, Filtratet syret med Salpetersyre, og der er tilsat lidt  $K_2Cr_2O_7$  for at ilte Svovlsyrningoverskud, fældes Chlorbrinten med Sølvnitrat.

Jeg har dog ogsaa til Kontrol dekomponeret Forbindelsen med Svovlbrintevand i rigelig Fortyndingsgrad. Den videre Behandling af Svovlblyet gav samme Resultat som den ovennævnte Methode; men Chlorbrintebestemmelsen var lidt lavere her, da det, som bekendt, næppe er muligt at faa Svovlblyet ganske chlorbrintefrit<sup>1)</sup>.

Det friere (løser bundne) Chlor bestemte jeg efter Bunsens Methode<sup>2)</sup>. Den afvejede Stofmængde rystedes i en med Kulsyre fyldt og med Glasprop lukket Flaske med en afmaalt Mængde meget fortyndet Svovlsyrningvand. Efter fuldendt Reduktion fortyndede jeg med luftfrit Vand, hvortil der var sat lidt Stivelsevand, og Svovlsyrningoverskud bestemtes ved Titration med  $\frac{1}{10}$  norm. Jodopløsning. Titration med Natriumthiosulfat lod sig ikke anvende, hverken efter Tilsætning af en vinaandig eller efter Tilsætning af en vandig Jodkaliumopløsning. Heller ikke kan det ved Spaltning med Vand dannede Blyoverilte tjene til denne Bestemmelse; thi selv ved Tilsætning af kulsurt Natron indeholder Bundfaldet lavere Ilt af Blyet.

Endelig har jeg bestemt den samlede Mængde af Halogener i Forbindelsen efter Carius' Methode eller ved Glødning med kulsurt Natron o. s. v. Ved fra Resultatet at trække

<sup>1)</sup> Fresenius. Kvantit. chem. Analyse. 6te Aufl. I. Pg. 314

<sup>2)</sup> Liebigs Ann. 86. Pg. 265.

den paa ovennævnte Maade fundne Mængde Chlorsølv, der maatte svare til den benyttede Stofmængde, fik jeg som Differens den i Alkaloidet værende Brommængde, og derigennem lod Alkaloidmængden sig beregne.

Til Bestemmelse af Blylte toges 1,0357 Gram i Arbejde. Fundet 0,3447 Gram  $PbSO_4 = 0,2536$  Gram  $PbO = 24,48\%$   $PbO$ .

Til Bestemmelse af  $HCl$  toges 0,5191 Gram i Arbejde. Fundet Chlorsølv svarende til 0,12113 Gram  $Cl = 23,33\%$   $Cl$ .

Til Bestemmelse af «friere Chlor» toges 0,523 Gram. Hertil brugtes 25 Ccm. Svovlsyrlingvand svarende til 18,45  $\frac{1}{10}$  norm. og ved Tilbagetitrering 6,78 Ccm.  $\frac{1}{10}$  norm. Jodopløsning. Altsaa er  $18,45 - 6,78 = 11,67$  Ccm.  $\frac{1}{10}$  norm. Svovlsyrling brugt af det friere Chlor = 0,04143 Gram  $Cl = 7,92\%$  friere Chlor.

Vand bestemtes ved, at Forbindelsen hensattes over Svovlsyre til konstant Vægt. 1,0635 Gram tabte kun 0,0186 = 1,75  $\%$ ; det er dog ikke sikkert, at Forbindelsen taber alt Vand herved.

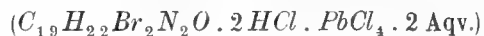
Beregnet for $C_{19}H_{22}Br_2N_2O \cdot 2HCl \cdot PbCl_4 \cdot 2H_2O$ .	Fundet.
$Cl$ .....	23,35 $\%$
$PbO$ .....	24,48 »
Friere $Cl$ .....	7,78 »
<i>Bri</i> -Alkaloidet .....	17,54 »
Vand .....	3,9 »
	?

Af 0,4614 Gram Stof fik jeg, efter Glødning med kulsurt Natron, og efter at Op-løsningen var syret med Salpetersyre og opvarmet forsigtigt i nogen Tid, 0,6212 Gram  $AgCl + AgBr$ . Da ifg.  $Cl$  Bestemmelsen 0,4350 Gram heraf maa være Chlorsølv, er Resten eller 0,1862 Gram Bromsølv, hvilket svarer til 0,0723 Gram  $Br$  eller til 17,20  $\%$ .

Jeg undersøgte det af Forbindelsen frigjorte Alkaloid. Det viste sig lige overfor Salpetersyre og — opløst i Eddikesyre — lige overfor Brombrinte og Brom at være det uforandrede  $\alpha$  Cinchonidindibromid.

$\beta$  Cinchonidindibromidchlorhydratblytetrachlorid fremstillede jeg paa samme Maade. Det var et amorft Bundfald, der ikke ved Henstand blev krystallinsk. Det lykkedes mig ikke at faa det i ren Tilstand.

#### $\alpha$ Cinchonidindibromidchlorhydratblytetrachlorid.



Denne Forbindelse fremstillede jeg ganske paa samme Maade som  $\alpha$  Cinchonidindi-bromidsaltet, altsaa ved lidt efter lidt at hælde Blytetrachloridopløsningen i et lille Overskud

af Cinchonindibromidchlorhydratet. Dette var opløst i 8% holdig Saltsyre (6 Gram i c. 1500 Ccm.). Herved kom der en fyldig gul amorf Fældning, som meget snart trak sig sammen til et lille tungt, livlig gult Bundfald. Set under Mikroskopet bestod det nu af concentrisk ordnede Naale.

Det analyseredes paa samme Maade som  $\alpha$  Cinchonindibromidforbindelsen (Pg. 354).

Til Bestemmelse af friere Chlor toges 0,5588 Gram i Arbejde. Der blev tilsat 25 Ccm. Svovlsyringvand svarende til 18,45 Ccm.  $\frac{1}{10}$  normal. Ved Tilbagetitreringen brugtes 6,3 Ccm.  $\frac{1}{10}$  norm. Jodopløsning:  $18,45 - 6,3 = 12,15$  Ccm.  $\frac{1}{10}$  norm. Svovlsyring brugt af Chloret = 0,04313 Gram friere Chlor = 7,71%.

Til Bestemmelse af hele Chlormængden toges 0,5139 Gram i Arbejde. Fundet Chlorsølv svarende til 0,1187 Gram  $Cl = 23,1\%$ .

Til Blybestemmelsen toges 1,0641 Gram. Heraf fik jeg 0,3502 Gram Blyulfat = 0,2577 Gram  $PbO = 24,22\%$   $PbO$ .

1,0246 Gram tabte ved Henstand over Svovlsyre i Vacuum 0,0109 Gram = 1,06%.

Den samlede Haloidmængde bestemte jeg her efter Carius' Methode. 0,226 Gram gav 0,3036 Gram  $AgBr + AgCl$ . Da ifg. Bestemmelsen af hele Chlormængden 0,226 Gram indeholde Chlor svarende til 0,2110 Gram  $AgCl$ , er det af samme Stofmængde erholdte  $AgBr : 0,3036 - 0,2110 = 0,0926$  Gram  $AgBr$ . Dette svarer til 0,0394 Gram  $Br = 17,43\%$ .

Beregnet for $C_{10}H_2Br_2N_2O \cdot 2HCl \cdot PbCl_4 \cdot 2Aqv.$	Fundet.
Virksomt Chlor.....	7,78%
Hele Chlormængden....	23,35 "
Blyilte ( $PbO$ ).....	24,45 "
Brom i Alkaloidet.....	17,54 "

### $\beta$ Cinchonindibromidchlorhydratblytetrachlorid.

Ved at behandle  $\beta$  Cinchonindibromid opløst i Saltsyre ganske paa samme Maade med Blytetrachlorid fik jeg et amorf gult Bundfald, som ved Henstand ikke blev krystallinsk, og som ved Analysen viste sig ikke at være rent, om end Bly- og Chlormængden ogsaa her forholdt sig som 1 Atom af det første til 5 af det sidste.

A. Classen og Zahorsky<sup>1)</sup> fandt, at det af dem fremstillede Blytetrachloridchinolinchlorhydrat med Bromkalium (eller Jodkalium) omsatte sig under Dannelse af en paa tilsvarende Maade sammensat Brom- (eller Jod-) Forbindelse.

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. anorg. Chem. 4. Pg. 100.

Naar jeg overhældte det frisk fældede  $\alpha$  Cinchonidindibromidchlorhydratblytetra-chlorid med en stærk Bromkaliumopløsning, omsatte det sig øjensynligt. Det antog en stærkere gul Farve — omtrent som Svovlkadmium, medens Chlorforbindelsen er svovlgul — og under Mikroskopet viste det sig som ensartede, tilsyneladende kvadratiske, gule Smaa-blade eller Søjler. Imidlertid viste det dannede Produkt ikke samme Forhold over for Vand som Chlorforbindelsen, der spaltedes under Udskilning af Blyoverilte. Der gik kun Bly i Opløsning som  $PbBr_2$ , kun et Spor af frit Brom og slet intet af Alkaloidet. Dette synes at tyde paa, at Forbindelsen, hvis den overhovedet eksisterer, omsætter sig med Vand under Dannelse af Perbromidet af Alkaloidet, hvilken Forbindelse jo ogsaa er gulfarvet, og som under Mikroskopet vel kunde se ud som de nævnte Krystaller.

Jeg forsøgte at fremstille Forbindelsen direkte og fik ved følgende Fremgangsmaade et helt igennem krystallinsk Bundfald, der ganske saa ud som det, jeg havde faaet ved Omsætning mellem den tilsvarende Chlorforbindelse og Bromkalium.

5 Gram  $\beta$  Cinchonidindibromid opløstes i 500 Ccm. 35 % holdig Eddikesyre. Den beregnede Mængde  $PbBr_2$  + noget mere end den beregnede Mængde Brom opløstes ligeledes i 35 % holdig Eddikesyre og i et rigeligt Overskud af Brombrinte, og til denne Opløsning blev nu Alkaloidopløsningen sat lidt efter lidt. Ved de mange Analyser, jeg foretog af det dannede Produkt, svarede Brombestemmelserne ganske vist til Formlen  $C_{19}H_{22}Br_2N_2O \cdot 2HBr \cdot PbBr_4$ ; men Blymængden var i de forskellige Portioner varierende og altid for lav. Dette viser, at Forbindelsen har været blandet med Overbromidet,  $C_{19}H_{22}Br_2N_2O \cdot 2HBr \cdot Br_2$ ; thi i denne Forbindelse er Brommængden (friere  $Br + HBr$ ) omtrent den samme som i det ventede Blytetra-bromiddobbelt salt, nemlig i første 41,24 %, i sidste 41,99 %.

I en Portion fremstillet paa denne Maade fandt jeg

40,38 % Brom (Brombrinte + virksomt Brom) og  
16,81 » Blyilte.

I en anden Portion fremstillet paa samme Maade

39,3 % Brom.  
13,5 » Blyilte.

I en tredje Portion fremstillet ved Omsætning mellem Chlorforbindelsen og en stærk Bromkaliumopløsning fandt jeg

40,21 % Brom.  
15,76 » Blyilte.

Den for Forbindelsen  $C_{19}H_{22}Br_2N_2O \cdot 2HBr \cdot PbBr_4$  beregnede Mængde Blyilte er 19,5 %.



## Manganichloridchlorhydratforbindelser.

Neuman<sup>1)</sup> har først fremstillet Kaliumchlorid- og Ammoniumchloriddobbeltsalte af Manganichlorid af Formlen  $2RCl \cdot MnCl_3$ . Senere har C. E. Rice<sup>2)</sup> fremstillet de samme Forbindelser paa samme Maade, nemlig ved til en Opløsning af Manganoverilte i koncentreret Saltsyre at sætte Alkalichloridet. I Aaret 1900 har R. J. Meyer og H. Best<sup>3)</sup> faaet disse og andre Forbindelser enten ved at opløse højere Manganilte i vinaandig Saltsyre og ved derpaa at tilsætte det chlorbrintesure Salt af Basen, eller ved at anvende Iseddike og Permanganat, hvilket sidste blev delvis reduceret ved passende Opvarmning af Blandingen, hvorpaa luftformig Chlorbrinte indleddes, og det chlorbrintesure Salt tilsattes. Efter den sidste Fremgangsmaade have Forfatterne endogsaa fremstillet Mangantetrachloridchlorokalium og af Filtratet fra det udkrystalliserede Salt Mangantrichloridpyridinchlorhydrat og den tilsvarende Chinolinforbindelse. Denne sidste fremstilledes ogsaa direkte af Calciumpermanganat og Iseddike, medens den ikke som Pyridinforbindelsen kunde faas af højere Manganilte og vinaandig Saltsyre. Disse to Forbindelser ere — saavidt mig bekendt — de eneste hidtil fremstillede Dobbeltsalte mellem Manganichlorid og organiske Basers Chlorhydrater. Efter hvad Forfatterne angive, afgive de let Chlor og reduceres under Dannelse af Manganochlorid, navnlig er Chinolinforbindelsen ubestendig, og af den er der ikke anført nogen Analyse.

For at fremstille de tilsvarende Forbindelser af Chinaalkaloidernes Dibromadditionsprodukter har jeg enten udrørt Manganoveriltehydrat med Iseddike, tilsat Alkaloidet opløst i samme Syre og nu lidt efter lidt tildryppet den beregnede Mængde 40 % holdig Saltsyre eller indledet Chlorbrinteluft.

Ifg. O. T. Christensens Afhandling «Om Manganiforbindelser»<sup>4)</sup> maatte det anses for rimeligt, at den sikreste Maade til Fremstilling af disse i Iseddike yderst tungtopløselige Forbindelser maatte være at blande Alkaloidacetatet med Manganiacetat, begge opløste i Iseddike, og derpaa fælde med Saltsyre.

Da dette syntes at bekræfte sig, idet de af R. J. Meyer og H. Best angivne Fremgangsmaader af forskellige Grunde ikke eller vanskeligt lode sig anvende, og da Manganiacetat efter de af O. T. Christensen givne Metoder let faas rent og i større Mængder, gik jeg over til udelukkende at bruge denne Fremgangsmaade. Saafremt jeg kunde anvende 40 % holdig Saltsyre, tilsatte jeg denne lidt efter lidt til Blandingen af Acetaterne i Iseddike og brugte lidt mindre end den beregnede Mængde, for at ikke et Saltsyreoverskud

<sup>1)</sup> Monatshefte f. Chem. 1894. Pg. 489.

<sup>2)</sup> Journ. Chem. Soc. 1898. 73. Pg. 258.

<sup>3)</sup> Zeitschr. f. anorg. Chem. 22. 1900. Pg. 169.

<sup>4)</sup> K. D. V. Selskabs Oversigter. 1900. Pg. 423.

skulde give Anledning til Dannelsen af de meget tungtopløselige Chlorhydrater af disse Alkaloider. Naar Forbindelsen hydrolyseredes herved, maatte jeg indlede luftformig Chlorbrinte, og jeg fortsatte da Tilledningen, indtil Kolbeindholdet var blevet ganske grønt.

Til Analyse af Forbindelserne anvendte jeg følgende Metoder: Den afvejede Stofmængde opløstes i meget fortyndet Svovlsyrlingvand. Til Opløsningen satte jeg derpaa Salpetersyre og henstillede den til næste Dag; herved udkrystalliserede største Delen af Alkaloidet som det tungtopløselige Nitrat. Filtrat + Udvaskningsvand herfra fældede jeg med kulsurt Natron. I Bundfaldet bestemtes Mangan. Herved var der at iagttage, at den tilbageblevne Mængde af det bromholdige Alkaloid bevirkede Dannelsen af lidt Manganobromid. Glødningsresten kan derfor ikke ligefrem vejes, men maa genopløses i Saltsyre, fældes med kulsurt Natron o. s. v. efter almindelige analytiske Regler.

I Filtratet fra Alkaloidet og Manganocarbonatet bestemtes Saltsyren, efter Overmætning med Salpetersyre, ved Fældning med Sølvnitrat.

Bestemmelsen af friere Chlor voldte Vanskeligheder. Jeg gik frem paa følgende Maade. Den pulveriserede, afvejede Stofmængde (c. 0,5 Gram) overhældtes i Flaske med Glasprop med en vandig Jodkaliumopløsning. Efter Henstand og Omrystning tilsattes lidt Saltsyre og noget mere end 1 Vol. Vinaand; herved gik Overjodiderne i Opløsning, og Jodet titreredes med Natriumthiosulfat.

Hele Haloidmængden (Cl + Brom fra Alkaloidet) har jeg bestemt efter Carius' Methode. Da jeg ved at subtrahere Chlormængden, der jo særskilt er bestemt, kan finde Bromindholdet, har jeg herigennem ogsaa fundet Alkaloidmængden.

#### $\alpha$ Cinchonidindibromidchlorhydratmanganichlorid.



Forbindelsen dannedes af Manganiacetat og  $\alpha$  Cinchonidindibromid opløste i Iseddike ved Fældning med 40 % holdig Saltsyre. Det først fremkomne grønne amorf Bundfald blev snart krystallinsk. Bundfaldet samledes endnu samme Dag ved Filtration gennem Glasuld. Moderluden frasugedes godt, og Bundfaldet vaskedes med Iseddike, hvorpaa det tørredes paa en porøs Lerplade. Under Mikroskopet viste det sig at bestaa af temmelig store, grønne Krystaller. Ved Tilsætning af Vand blev Forbindelsen straks brun under Udskillelse af højere Manganiliter. Ved Tilsætning af Jodkalium og Saltsyre udskiltes Overjodid, der opløstes i Vinaand, idet denne farvedes stærkt af Jod. Af 5,5 Gram Alkaloid fik jeg 7,2 Gram af Forbindelsen, næsten det beregnede Udbytte.

Bestemmelse af virksomt Chlor. 0,5075 Gram taget i Arbejde. Brugt 6,4 Ccm.  $\frac{1}{10}$  n.  $Na_2S_2O_3$  til det ved Jodkalium og Vinaand frigjorte Jod = 0,02269 Gram Cl = 4,47 %.

Hele Chlormængden I. 0,767 Gram afvejet. Heraf fik jeg Chlorsølv svarende til 0,18472 Gram  $Cl = 24,08\%$ . II. 0,7612 Gram Stof gav Chlorsølv svarende til 0,4832 Gram  $Cl = 24,06\%$ .

Mangan bestemtes i samme Portion; fundet 0,0826 Gram  $Mn_3O_4 = 0,0595$  Gram  $Mn = 7,75\%$ .

Hele Haloidmængden. 0,2400 Gram behandlet efter Carius' Methode. Heraf fik jeg 0,362 Gram  $AgCl + AgBr$ . Ifølge ovenstaaende Bestemmelse af Chloret indeholder 0,240 Gram af Forbindelsen saa meget Chlor, som svarer til 0,2353 Gram  $AgCl$ . Differensen mellem disse Tal, 0,1267 Gram, er da det i Bundfaldet værende Bromsølv svarende til 0,0539 Gram Brom  $= 22,46\%$ .

Disse Tal, der indbyrdes stemme overens, give tilsammen et for lavt Tal. Det synes da som om Forbindelsen er vandholdig. Tallene passe med et Vandindhold af to Molekuler; men dette har det ikke været mig muligt at bestemme, da Forbindelsen meget let afgiver Chlor, hvad der allerede sker ved almindelig Temperatur, og navnlig meget let i Sollyset. Det kan neppe undgaas, at der under Tørringen ved selve Præparationen tabes Chlor. Den fundne Mængde af aktivt Chlor er da ogsaa for lav, men da der ved denne Bestemmelse paa det nærmeste mangler lige saa meget som ved Bestemmelsen af hele Chlormængden, maa jeg antage det ad jodometrisk Vej fundne Resultat for at være rigtigt.

Beregnet for $C_{19}H_{22}Br_2N_2O \cdot 2HCl \cdot MnCl_3 \cdot 2H_2O$ .	Fundet.
Virksomt Chlor . . . . .	4,90 %
Hele Chlormængden . . . . .	24,50 "      I. 24,08 %    II. 24,06 %
Brom . . . . .	22,08 "      22,46 %
Mangan . . . . .	7,73 "      7,75 "
Vand . . . . .	?

### $\beta$ Cinchonidindibromidmanganichlorid.



Saltet fremstilledes som  $\alpha$  Forbindelsen med den Forskel, at der benyttedes luftformig Chlorbrinte til Fældningen. Det danner et grønt Pulver, lysere end  $\alpha$  Forbindelsen. Under Mikroskopet viser det sig som grønne, grenede eller koncentrisk ordnede Smaakrystaller. Forbindelsen er endnu mere ubestandig end  $\alpha$  Forbindelsen; den afgiver, navnlig i Lyset, let Chlor.

I den analyserede Prøve kunde jeg desværre paa Grund af Omstændighederne først faa «virksomt Chlor» bestemt nogle Dage efter at Mangan- og «hele Chlormængden» var funden. Der var da bortgaaet ikke ubetydeligt af det friere Chlor.

I 0,9617 Gram Stof fandtes 0,104 Gram  $Mn_3O_4 = 0,0749$  Gram  $Mn = 7,78$  % og Chlorsølv svarende til 0,2344 Gram Chlor = 24,37 %.

I 0,587 Gram fandtes virksomt Chlor svarende til 6,8 Ccm.  $\frac{1}{10}$  normal Natriumthiosulfatopløsning = 0,02414 Gram  $Cl = 4,1$  %.

Beregnet for $C_{19}H_{22}Br_2N_2O \cdot 2HCl \cdot MnCl_3 \cdot 2Aqv.$	Fundet.	
Virksomt Chlor . . . . .	4,9 %	4,1 %
Hele Chlormængden ..	24,50 »	24,37 »
Mangan . . . . .	7,73 »	7,78 »

Som det ses, stemme Tallene for Mangan og total Chlormængde med Forbindelsens Analyse, men Saltet er meget ubestandigt. Endogsaa naar det henstaar i lukket Glas (med Glasprop) afgiver det Chlor, hvis Lugt mærkes stærkt, naar Proppen tages af.

Baade  $\alpha$  og  $\beta$  Cinchonindibromid gave, opløste i Iseddike, med Manganiacetat og luftformig Chlorbrinte grønne Bundfald. Disse vare amorfte og bleve ikke krystallinske ved Henstand. De vare begge yderst hygroskopiske og kunde ikke tørres i Luften, da de straks fløde hen til en sort-brun Vædske. De maatte da tørres i Exsiccator over Kalk; men herved afgave de betydelige Mængder Chlor, saa det ikke var muligt at faa dem i nogenlunde ren Tilstand.

### Ferrichloridchlorhydratforbindelser.

Dobbeltsalte af Kaliumchlorid og af Ammoniumchlorid med Ferrichlorid af Formlen  $2RCl \cdot FeCl_3 \cdot H_2O$ <sup>1)</sup> have længe været kendte. I Aaret 1894<sup>2)</sup> har P. T. Walden fremstillet en Række tilsvarende Chlorider og Bromider af Alkalimetallerne, ogsaa af Cæsium og Rubidium; disse havde almindeligvis Formlen som de af Fritsche fremstillede  $Ka$  og  $NH_4$  Forbindelser; men 2 af dem,  $CsFeCl_4 \cdot 1,2H_2O$  og  $NH_4FeBr_4 \cdot 2H_2O$  havde dog en anden Sættning og svarede til Syren  $HCl \cdot FeCl_3 \cdot 2H_2O$ <sup>3)</sup>, der er fremstillet af Engel. Derimod er der, saavidt mig bekendt, kun fremstillet et Alkaloidchlorhydratferrichlorid, nemlig Chinolinforbindelsen,  $C_9H_7N \cdot HCl \cdot FeCl_3$ , som Borsbach<sup>4)</sup> fremstillede sammen med en Del andre Chinolinforbindelser.

Naar jeg til en Opløsning af Chinaalkaloidernes Dibromadditionsprodukter i fortyndet Saltsyre satte Jerntvechlor og derefter lidt efter lidt (draabevis) 40 % holdig Saltsyre, kom

<sup>1)</sup> Fritsche. Jahrb. f. prakt. Chem. 18. Pg. 483.

<sup>2)</sup> Zeitschr. für anorg. Chem. 7. 1894. Pg. 331.

<sup>3)</sup> Compt. rendus. 104. 1708.

<sup>4)</sup> Borsbach. Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 23. Pg. 431.

der straks et amorph, gult Bundfald, der atter opløste sig ved Omrystning. Endvidere bemærkede jeg, at medens Opløsningen vel ved de først tilsatte Draaber Saltsyre blev lysere gul (ligesom en Jerntvechloropløsning bliver det), antog den snart ved fortsat Tilsætning en intensiv gul Farve. Naar der flere Gange var tilsat Saltsyre og Bundfaldet opløst ved Omrystning, kom der et Punkt, da det ikke længere opløstes, men udskiltes krystallinsk, og dette vedblev ved yderligere Saltsyretilsætning, saaledes at slutteligt næsten hele Alkaloidmængden var udskilt, naar man blot sørgede for at have Jerntvechlor tilstede i rigeligt Overskud. Ved at prøve samme Fremgangsmaade paa selve Chinaalkaloiderne viste det sig, at disse forholdt sig ganske paa samme Maade, og i det Hele taget har det vist sig, at alle de Alkaloider, jeg har prøvet, gjorde det samme, og at det saaledes er en almindelig Reaktion for Alkaloiderne, at deres Chlorhydrater danne Dobbeltalte med Ferrichlorid under Tilstedeværelse af tilstrækkelig Saltsyre. I Almindelighed ere disse Forbindelser gule, dog ere nogle anderledes farvede. Saaledes er Strychninforbindelsen rødbrun, Morfinforbindelsen brun og Brucinforbindelsen graabrun. Opløseligheden er meget forskellig; nogle som Cocainets Forbindelse fældes allerede før Tilsætning af stærk Saltsyre, andre som Morfinets fældes ikke uden ved Indledning af luftformig Chlorbrinte. Chinaalkaloiderne ere sammensatte efter den almindelige Formel:  $\text{Alk. } 2\text{HCl} \cdot \text{FeCl}_3$  og ere vandholdige. De andre svare til Formlen:  $\text{Alk. HCl}, \text{FeCl}_3$ . Sammensætningen svarer da ganske til Guldchloriddobbeltaltenes.

De tilsvarende Bromforbindelser eksistere ogsaa og fremstilles paa tilsvarende Maade. De ere som oftest smukt røde eller rødbrune, krystallinske Salte.

Analysen af Saltene frembyder ingen Vanskelighed. For de flestes Vedkommende har jeg bestemt Alkaloidmængden, og Methoden er her noget forskellig efter vedkommende Bases Opløselighedsforhold o. s. v. Jeg har altid kunnet konstatere, at Alkaloidet var uforandret; det havde uforandret Smeltepunkt og gav de sædvanlige Reaktionen.

### Chininchlorhydratferrichlorid.



En Opløsning af Chinin i 15 %'s  $\text{HCl}$  (10 Gram i 50 Gram) blandedes med omtrent det dobbelte af den beregnede Mængde Jerntvechlor i 50 Gram Vand, og der tildryppedes, meget langsomt og under Omrystning, 40 % holdig Saltsyre, saaledes at Bundfaldet efter hver Tildrypning var opløst. Efter nogen Tids fortsat Behandling paa denne Maade begyndte Forbindelsen at udkrystallisere. Der tilsattes endnu yderligere meget langsomt og under Afbrydelser stærk Saltsyre, indtil der ikke udskiltes mere. Bundfaldet samledes da paa en Tragte uden andet Filter end en lille «Spids» af hærdet Papir. Derefter udvaskedes det paa Tragten, under kraftig Afsugning, med 30 %'s  $\text{HCl}$ , hvori det kun var lidt opløseligt, og slutteligt tørredes det paa en Plade af porøst Ler.

Forbindelsen dannede et svovlgult, krystallinsk Pulver, der let opløstes i Vand. Under Mikroskopet viste det sig at bestaa af gule, sekssidede Søjler.

Saltsyre og Jern bestemtes i en og samme Portion paa følgende Maade: 0,7515 Gram Stof afvejedes og opløstes i Vand. Opløsningen blev fældet med Ammoniakvand, og i Filtratet bestemtes Saltsyre ved Fældning med Sølvnitrat i salpetersur Vædske. Fundet 0,9375 Gram *AgCl* svarende til 0,2319 Gram *Cl* = 30,85 %.

Det fuldstændigt udvaskede Bundfald af Jerntveiltehydrat og Chinin tørredes skarpt og glødedes forsigtigt, slutteligt i Luften, gennemvædedes med Salpetersyre og glødedes paa ny. Det dannede  $Fe_2O_3$  vejede 0,1060 Gram = 14,00 %  $Fe_2O_3$ .

I en anden Portion, 1,2444 Gram, bestemtes Vandmængden ved 105°. Stoffet tabte 0,0345 Gram = 2,77 % Vand.

Til den samme Portion, der var anvendt til Vandbestemmelsen og derefter opløst i lidt Vand, sattes rigeligt Natron, hvorpaa der flere Gange udrystedes med Æther. Ætheropløsningen indtørredes, og ved Vejning af den ved 100° tørrede Rest bestemtes Chininmængden. Resten vejede 0,701 Gram = 56,33 % Chinin.

Beregnet for $C_{20}H_{24}N_2O_2 \cdot 2HCl \cdot FeCl_3 \cdot H_2O$ .	Fundet.
Chlor . . . . . 30,73 %	30,85 %
$Fe_2O_3$ . . . . . 13,85 "	14,00 "
Chinin . . . . . 56,10 "	56,33 "
Vand . . . . . 3,10 "	2,77 "

### Cinchonidinchlorhydratferrichlorid.



Et gult storkrystallinsk Pulver, under Mikroskopet var det gule Søjler, skraat afskaarne. Udvaskeles med 30 % holdig Saltsyre og behandleles i det Hele taget ganske som angivet ovenfor under Chininforbindelsen. Saltet syntes ikke at være forvittret, efter at det i længere Tid havde henligget til Tørring paa en porøs Lerplade, saa al Saltsyren var indtrukken i denne eller fordampet. Saltet kunde udvaskeles med Æther, hvori det kun var lidt opløseligt.

I 1,0404 Gram fandtes Saltsyre svarende til 1,3144 Gram *AgCl* = 0,32516 Gram *Cl* = 31,25 %, og 0,1470 Gr.  $Fe_2O_3$  = 14,12 %.

I 1,0986 Gram fandtes ved 105°: 0,0722 Gram Vand = 6,57 % og 0,559 Gram Alkaloid = 50,9 %. Dette bestemtes paa følgende Maade: Saltet henstod i længere Tid med et rigeligt Overskud af Ammoniakvand, samledes paa Filter og udvaskeles fuldstændigt. Resten,  $Fe_2O_3$  + Alkaloid, ekstraheredes i Soxhlets Apparat med Vinaand, og efter dennes

Afdampning (forsigtig) vejedes Resten. Hertil adderedes en lille Størrelse, som erholdtes ved at inddampe det ammoniakalske Filtrat til et lille Rf., tilsætte Ammoniak igen, frafiltrere, udvaske og veje det lille Bundfald. Uheldigvis tabtes lidt, idet Alkaloidet let giver Anledning til Sprøjtning, naar det udskilles. Bedst er det derfor at fælde Alkaloidet af den stærke vinaandige Opløsning med Vand og nu bortdampe Vinaand og Vand.

Alkaloidbestemmelsen gentaget paa samme Maade. Fundet: 0,9921 Gram gav 0,5203 Gram Alkaloid = 52,43 %. Alkaloidet smeltede ved 203—204°.

Beregnet for $C_{19}H_{22}N_2O \cdot 2HCl \cdot FeCl_3 \cdot 2H_2O$ .	Fundet.
$Fe_2O_3$ . . . . . 14,15 %	14,12 %
Cl . . . . . 31,38 "	31,25 "
Alkaloid . . . . . 51,89 "	I. 50,9 % II. 52,43 %
Vand . . . . . 6,37 "	6,57 %

### Cinchoninchlorhydratferrichlorid.



Ved at behandles paa samme Maade som Chinin gav Cinchonin et gult krystallinsk Bundfald, der under Mikroskopet viste sig som Buske (eller Vifter) af tilsyneladende retvinklede Krystaller. De opløstes i ret rigelig Mængde ved Udvaskningen med 30 %'s Salt-syre, ogsaa i Æther vare de ret opløselige, og herved flød de hen og klæbede sammen. Det synes, som om de indeholde Krystalvand, men ere forvittrende; thi det paa porøse Lerplader tørrede Salt indeholdt kun 1,71 % Vand, medens 1 Vandmolekule svarer til 3,28 %.

Saltet analyseredes som Chininforbindelsen (Pg. 362).

Til Bestemmelse af  $Fe_2O_3$  og Chlor toges 1,061 Gram i Arbejde. Heraf fik jeg 1,4111 Gram  $AgCl$  = 0,34908 Gram Cl = 32,90 % og 0,1601 Gram  $Fe_2O_3$  = 15,09 %.

Alkaloidet bestemtes paa samme Maade som i Cinchonidinforbindelsen. I 1,03 Gram vandfrit Salt fandtes 0,5721 Gram Alkaloid = 55,54 %.

1,0478 Gram afgav ved 105°: 0,0179 Gram Vand, se ovenfor. Saltet saa ud til at være forvittret. Beregnet paa vandfrit Salt er Analysen:

Beregnet for vandfrit Salt.	Fundet i vandfrit Salt.
Cl . . . . . 33,52 %	33,47 %
$Fe_2O_3$ . . . . . 15,11 "	15,26 "
Cinchonin . . . . . 55,52 "	55,54 "

Efter Hesse (A. 205, Pg. 213) kan Smp. af Cinchonin variere fra 236—252°. Det af Forbindelsen vundne Cinchonin smeltede ved fra 236—240°.

**α Cinchonidindibromidchlorhydratferrichlorid.**



Fremstilledes ved at opløse Alkaloidet i fortyndet Eddikesyre, da Chlorhydratet er meget tungt opløseligt. Denne Opløsning i Eddikesyre lod sig imidlertid uden Udskilning blande med Ferrichloridopløsning, og ved successiv Tilsætning af 40 % holdig Saltsyre dannedes der nu et stort gult Bundfald bestaaende af lange buskede Naale.

I 0,6489 Gram fandtes I) ved 105°: 0,0295 Gram Vand = 4,54 %, II) 0,6482 Gram  $AgCl$  = 0,1603 Gram  $Cl$  = 24,70 %. Beregnet paa vandfrit Stof 25,87 %  $Cl$ , og III) 0,0742 Gram  $Fe_2O_3$  = 11,43 %. Beregnet paa vandfrit Stof 11,97 %  $Fe_2O_3$ .

Beregnet for $C_{19}H_{22}Br_2N_2O \cdot 2HCl \cdot FeCl_3$ (vandfr.).	Fundet (i vandfr. Stof).
$Cl$ . . . . . 25,74 %	25,87 %
$Fe_2O_3$ . . . . . 11,60 %	11,97 %
2 Mol. Vand . . . . . 4,96 %	4,54 %

**Strychninchlorhydratferrichlorid.**



Behandlede som nævnt under Chinin, idet der dog maatte anvendes Opvarmning for at faa Strychninet opløst (10 Gram i 50 Ccm. 15 % holdig Saltsyre og 50 Gram Vand). Efter at Jerntvechloret (20 Gram vandholdigt Salt) var tilsat, antog Opløsningen en mørkebrun Farve. Ved langsom Tilsætning af 40 % holdig Saltsyre dannedes et amorft Bundfald, der opløste sig under Omrystning og slutteligt gav Plads for et tungt, rødbrunt, kryst. Bundfald. Den ovenstaaende Vædske var nu kun svagt farvet.

Under Mikroskopet var Bundfaldet gulbrune Krystaller, tilsyneladende hexagonale, ofte Tvillingkrystaller.

1,0355 Gram gav 1,1148 Gram  $AgCl$  = 0,2758 Gram  $Cl$  = 26,63 % og 0,1557 Gram  $Fe_2O_3$  = 15,03 %.

1,079 Gram tabte ved 105° 2 Milligram. Stoffet er altsaa vandfrit. I samme Vægtmængde fandtes ved Fremgangsmaaden som angivet under Cinchonidinforbindelsen (Pg. 362) 0,4371 Gram Alkaloid = 62,78 %.

Beregnet for $C_{21}H_{22}N_2O_2 \cdot HCl \cdot FeCl_3$ .	Fundet.
$Cl$ . . . . . 26,64 %	26,63 %
$Fe_2O_3$ . . . . . 15,02 %	15,03 %
Strychnin . . . . . 62,66 %	62,78 %

Alkaloidet smeltede ved 265—267°, og er da uforandret Strychnin, hvis Smp. er 268° C.



### Brucinchlorhydratferrichlorid.



Naar jeg til en saltsur Opløsning af Alkaloidet satte en stærk Jernvechloropløsning, blev Vædsken sort-grøn. Ved Tilsætning af stærk Saltsyre kom der et gulligt, amorph Bundfald; men naar Vædsken opvarmedes svagt, gik dette ved Henstand over til et tungere graabrunt Bundfald, der snart — i Modsætning til det amorge, voluminøse — satte sig til Bunds og i hvert Fald delvis var krystallinsk, dannende Sphærokrystaller.

1,0341 Gram Stof tabte ved  $105^\circ$ : 0,0597 Gram = 5,77 %.

Af disse 1,0341 Gram Stof fik jeg Chlorsølv svarende til 0,23585 Gram  $Cl$  = 22,80 % og 0,1352 Gram  $Fe_2O_3$  = 13,07 %.

2 Mol. Vand svarer til et Tab af 5,72 %; men Stoffet var aabenbart ikke ganske rent; thi naar der til den vandige Opløsning sattes et Overskud af Ammoniakvand, var Filtratet farvet gult. De fundne Mængder af  $Fe_2O_3$  og af  $Cl$  ere begge en Smule for høje.

Beregnet for $C_{23}H_{26}N_2O_4 \cdot HCl \cdot FeCl_3 \cdot 2 \text{ Aqv.}$	Fundet.
$Cl$ . . . . . 22,57 %	22,80 %
$Fe_2O_3$ . . . . . 12,72 "	13,07 "
Vand . . . . . 5,72 "	5,77 "

### Cocainchlorhydratferrichlorid.



Naar jeg blandede en stærk Opløsning af Alkaloidet i fortyndet Saltsyre med Jernvechlor, kom der allerede Bundfald før Tilsætning af stærk Saltsyre. Dette Bundfald opløstes ved Tilsætning af den nødvendige Mængde Vand, og der blev nu tilsat 40 % holdig Saltsyre, hvorved Forbindelsen straks udskiltes krystallinsk. Efter Moderludens Frasugning og efter Udvaskning med 30 % holdig Saltsyre tørredes Saltet paa en porøs Lerplade. Det dannede da et lyst svovlgult, krystallinsk Pulver, der under Mikroskopet viste sig som lange, tynde, stumpetilsidsede Krystaller.

Jerntveilte og Chlor bestemtes som sædvanligt, Alkaloidet ved Udrystning med Æther efter Tilsætning af Natron. Alkaloidet tørredes i en tør Luftstrøm ved c.  $50^\circ$ .

Ved Tørring til  $105^\circ$  afgav 1 Gram af Forbindelsen kun et Par Milligram, altsaa er Stoffet vandfrit.

1,0126 Gram	gav	1,1551 Gram	$AgCl$ =	0,2857 Gram	$Cl$ =	28,11 %.
"	"	"	0,1633	"	$Fe_2O_3$ =	16,10 %.
0,8363	"	"	0,5061	"	Cocain =	60,6 %.

Beregnet for $C_{17}H_{21}NO_4 \cdot HCl \cdot FeCl_3$ .	Fundet.
Cocain . . . . . 60,36 %	60,6 %
$Fe_2O_3$ . . . . . 15,94 "	16,10 "
Cl . . . . . 28,26 "	28,11 "

Det af anvendt Chlorhydrat fremstillede Alkaloid smeltede ved 95—96°. Det af Ferrichloriddobbelt saltet isolerede Alkaloid smeltede ligeledes ved 95—96°.

### Morfinchlorhydratferrichlorid.



Naar jeg til en mættet Opløsning af Morfinchlorhydrat i Vand satte en stærk Jern-  
tvechloropløsning og derpaa Saltsyre, kom der ikke noget Bundfald, kun forsvandt Blan-  
dingens blaagronne Farve, idet den gik over til gul. Naar jeg derimod opløste Morfinet i  
Eddikesyre — hvorved jeg kunde faa en langt stærkere Opløsning — derpaa blandede med  
en stærk Opløsning af omtrent dobbelt saa meget Jerntvechlor som beregnet og nu ind-  
indledede Chlorbrinteluft, kom der et brunt, tjæreagtigt Bundfald. Under Chlorbrinte-  
tilledningen afkøledes Vædsken i koldt Vand, men den havde dog ofte en Temperatur af  
40—50°, og ved denne Varmegrad begyndte Bundfaldet snart at blive krystallinsk. Det ud-  
vaskedes med højst koncentreret Saltsyre, efter at Moderluden var suget godt fra, og tør-  
redes paa porøs Lerplade.

Efter Tørring dannede det et brunt krystallinsk Pulver, under Mikroskopet viste  
det sig at bestaa af buskede, brune Naale.

1,0456 Gram afgav ved at henstaa over Svovlsyre 0,0456 Gram = 4,36 % Vand.

I 1,0028 Gram bestemtes Chlorbrinte og Jerntveilte.

Fundet Chlorsølv svarende til 0,28295 Gram Chlor = 28,22 % og 0,1597 Gram Jern-  
tveilte = 15,93 %.

Beregnet for $C_{17}H_{19}NO_3 \cdot HCl \cdot FeCl_3 \cdot H_2O$ .	Fundet.
Chlor . . . . . 28,28 %	28,22 %
Jerntveilte . . . . . 15,94 "	15,93 "
Vand . . . . . 3,58 "	4,36 "

Vandbestemmelsen er ganske vist for høj, om det nu ligger i, at Saltet har inde-  
holdt lidt Fugtighed, eller der er gaaet lidt Chlorbrinte tabt ved Tørringen. Udregner man  
Chlorbrinte- og Jerntveilmængden for vandfrit Salt, udgør den henholdsvis 29,50 % og  
16,65 %, medens Theorien fordrer 29,34 % Chlor og 16,53 % Jerntveilte.

Hvis man ved Analysens Udførelse fælder den fortyndede, vandige Opløsning med  
Ammoniak i Varmen, er Filtratet stærkt brunfarvet, uklart og indeholder største Delen af

Jern og Morfin. Opløser man derimod i ganske lidt Vand, udkrystalliserer en stor Del af Morfinet som Chlorhydrat, og den frafiltrerede Opløsning lader sig nu fælde med kulsurt Natron, saaledes at Filtratet kun bliver svagt farvet. Dette inddampedes nu med rigeligt Overskud af Carbonatet og glødedes svagt. Der udludedes med Vand og, efter at Opløsningen var blandet med Chlorbrinten fra det udkrystalliserede Morfinsalt, som var fældet for sig, bestemtes Chloret ved Sølvnitrat. Jernet bestemtes i de ved ovennævnte Fældninger fremkomne Bundfald ved Glødning, Opløsning i Saltsyre, Fældning med Ammoniak o. s. v.

Forbindelsen er let opløselig i Vand, med blaa Farve. Den bekendte Reaktion for Morfin, at dets Saltopløsninger farves blaa med lidt Jerntvechlorid, synes da at bero paa Dannelsen af Morfinchlorhydratferrichlorid. Som ovenfor omtalt, spaltedes Forbindelsen med lidt Vand, idet Chlorhydrat udkrystalliserede, medens en mindre Mængde af det gik i Opløsning sammen med alt Ferrichlorid. Det udskilte Salt svarede i et og alt til Morfinchlorhydrat. Det viste alle Morfinets Reaktionen, saa under Mikroskopet ud ganske som Morfin, og da jeg fremstillede det tilsvarende Alkaloid ved Fældning med Ammoniak og lidt Æther, fik jeg Krystaller, der saa ud som Morfin, og som ved Ophedning forholdt sig som dette. De blev brune ved over 200°s Varme og syntes at smelte ved omkring 240°.

### Coffeinchlorhydratferrichlorid.



Fremstilledes som de foregaaende. Bundfaldet blev snart fuldstændig krystallinsk og viste sig under Mikroskopet som sekssidede korte Krystaller.

1,0527 Gram gav: 1,4844 Gram  $AgCl$  = 0,3672 Gram  $Cl$  = 34,88 % og: 0,2059 Gram  $Fe_2O_3$  = 19,56 %.

1,0179 Gram afgav ved 105°: 0,0436 Gram = 4,28 % Vand.

Forbindelsen decomponeredes ved at udrøres med Vand og et Overskud af  $BaCO_3$ , og efter Indtørring ekstraheredes med Chloroform i Soxhlets Apparat. Efter Chloroformens Fordampning og efter Opvarmning til 100° vejede Resten (fra den til Vandbest. anvendte Portion) 0,4913 Gram = 48,26 %. At Resultatet er for højt, maa ligge i, at Coffeinet ikke er rent; thi det opløstes ikke klart i kogende Vand, men gav en stærkt uklar Opløsning, der ikke lod sig filtrere. Vædsken klarede sig ikke ved Saltsyre, den indeholdt hverken Baryt eller Saltsyre. Rimeligvis skyldes Uklarheden lidt  $BaSO_4$  dannet af Gibs fra Filterhætten og  $BaCl_2$ . Fejlen er imidlertid ikke særlig stor.

Coffeinbestemmelsen gøtogs ved Indtørring med Kalkmælk og Ekstraktion i Soxhlets Apparat med Chloroform. 1,0046 Gram taget i Arbejde. Heri fundet 0,4735 Gram Coffein = 47,13 %. Alkaloidet smeltede ved 235°.

Beregnet for $C_5H_{10}N_4O_2 \cdot HCl, FeCl_3 \cdot H_2O$ .	Fundet.
<i>Cl</i> ..... 34,55 0/0	I. 34,88 0/0, II. 34,86 0/0
$Fe_2O_3$ ..... 19,46 "	19,56 0/0
Coffein..... 47,20 "	I. 48,26 0/0, II. 47,13 0/0
Vand..... 4,38 "	4,28 0/0

### Pyridinchlorhydratferrichlorid.



Fremstilledes af Pyridin (Kahlbaum), der indeholdt (ifg. Opgivelse) højere Homologer. Resultaterne vise ogsaa, at saavel Jernmængden som Chlormængden ere fundne lidt for lave, men de stemme indbyrdes overens med Formlen, idet der for hvert Atom Jern findes nøjagtigt 4 Mol. *HCl*.

Det fremstilledes som de foregaaende Forbindelser, idet der dog tilsidst indlededes *HCl* Luft. Saltet dannede et livlig gult Bundfald bestaaende af 4-sidede tilspidsede Prism. Det blev først ved Henstand fuldstændig krystallinsk.

0,8124 gav 0,2209 Gram  $Fe_2O_3 = 27,19$  0/0.

0,8124 " 1,5869 Gram *AgCl* = 0,3925 Gram *Cl* = 48,31 0/0.

0,9763 Gram tabte ved  $105^\circ$ , idet det smeltede, men efter Afkøling atter stivnede til en gul krystallinsk Masse, 0,0251 Gram i Vægt = 2,57 0/0.

Beregnet for vandfrit Salt $C_5H_5N \cdot HCl \cdot FeCl_3$ .	Fundet, omregnet paa vandfrit Salt.
$Fe_2O_3$ ... 28,77 0/0	27,91 0/0
<i>Cl</i> ..... 51,08 "	49,58 "

Af  $\frac{Cl_4}{\frac{1}{2}Fe_2O_3} = \frac{49,58}{x}$  faas  $x = 27,93$ . Tallene passe altsaa indbyrdes. Naar de ere for lave, ligger det i, at Pyridinet indeholder højere Homologer. En anden Portion fældedes brudt ved Indledning af Saltsyreluft i Blandingen af  $FeCl_3$  og Chlorhydratet af Alkaloidet. Det sidst fældede analyseredes, men Resultatet blev ligeledes for lavt.

### Chinolinchlorhydratferrichlorid.



Ved Blanding af Chinolin opløst i fortyndet Saltsyre med et Overskud af en Jern-tvechloropløsning og ved Tilsætning af concentreret Saltsyre kom der et stort gult, krystallinsk Bundfald, der under Mikroskopet viste sig som lange tilspidsede Søjler, meget let opløselige i Vand.

0,8838 Gram gav 0,2145 Gram  $Fe_2O_3 = 24,27\%$  og

— " 1,5348 "  $AgCl = 0,3797$  Gram  $Cl = 42,96\%$ .

1,0384 Gram afgav ved  $105^\circ$ : 0,012 Gram =  $1,15\%$ . Forbindelsen antog herved en brun Farve. Et Molekule Vand vilde svare til  $5,2\%$ 's Tab. 1,7998 Gram hensattes i Exsiccatoren over Svovlsyre i Vacuum. Det tabte i c. 14 Dage 0,014 Gram =  $0,77\%$ .

Beregnet for vandfrit Salt.	Fundet, beregn. for vandfr. Salt (ifg. Henst. over Svovlsyre)
$Cl$ . . . . . $43,23\%$	$43,29\%$
$Fe_2O_3$ . . . . . $24,39\%$	$24,45\%$

Ved at tørres i Vacuum blev Forbindelsen ikke brun, saaledes som ved Tørring under Opvarmning. Den vedblev at have Tilbøjelighed til at klæbe eller cindre sammen.

Det synes herefter at være en almindelig Regel, at Alkaloidernes Chlorhydrater danne i Saltsyre tungtopløselige Dobbeltsalte med Ferrichlorid. Da disse Forbindelser almindeligvis kunne skaffes vandfrie ved  $100^\circ$ 's Varme og da de i Reglen let faas rene og krystallinske, kunde de muligvis anvendes til Bestemmelse af Alkaloidernes Ækvivalenttal. Hertil synes de at egne sig, fordi saavel Chlor som Jern kunne bestemmes nøjagtigt og i smaa Mængder, hvis Jernet bestemmes ved Titring, men ogsaa fordi selve Alkaloidet let kan isoleres, og bestemmes direkte ved Ekstraktion i Soxhlets Apparat, med Æther, Chloroform eller Vinaand.

Det maa være mig tilladt her at bringe Carlsberg-Fondets Direktion min bedste Tak for den Understøttelse, som derfra er tilstaaet mig til dette Arbejdes Fremme.

A. Christensen.









selskabs. Ser. 6 Nat-Math 12

elskabs. Ser. 6 Nat-Math 12

1904

OCT 13 1955

8vo. Black 5.06(48.9) K 2

AMNH LIBRARY



100170268