DET KONGELIGE DANSKE

VIDENSKABERNES SELSKABS SKRIFTER.

SJETTE RÆKKE.

NATURVIDENSKABELIG OG MATHEMATISK AFDELING.

SYVENDE BIND.

MED 4 TAVLER.

KØBENHAVN.

BIANCO LUNOS KGL. HOF-BOGTRYKKERI (F. DREYER).

1890—1894.

Pris: 13 Kr. 75 Øre.

DET KONGELIGE DANSKE

VIDENSKABERNES SELSKABS SKRIFTER.

SJETTE RÆKKE.

NATURVIDENSKABELIG OG MATHEMATISK AFDELING.

SYVENDE BIND.

MED 4 TAVLER.

KØBENHAVN.

BIANCO LUNOS KGL. HOF-BOGTRYKKERI (F. DREYER).

1890—1894.

INDHOLD.

FORTEGNELSE

OVER

DET KONGELIGE DANSKE VIDENSKABERNES SELSKABS MEDLEMMER.

DECEMBER 1894.

Protektor:

Hans Majestæt Kongen.

Præsident:

H. P. J. Jul. Thomsen.

Formand for den hist.-filos. Klasse: *J. L. Ussing.*
Formand for den naturv.-math. Klasse: *C. F. Lütken.*

Sekretær: *H. G. Zeuthen.*
Redaktør: *Vilh. L. P. Thomsen.*
Kasserer: *Fr. V. A. Meinert.*

Kasse-Kommissionen.

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

Revisorer.

H. F. A. Topsøe. *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.*

Æresmedlem:

Hans kongelige Højhed **Kronprins Frederik.**

Indenlandske Medlemmer.

Steenstrup, Johannes Japetus Smith, Dr. med. & phil., Etatsraad, fh. Professor i Zoologi ved Københavns Universitet, Storkors af Danebrog og Danebrogsmand, Ridder af den preussiske Orden *pour le mérite,* Storkors af Nordstjernen, Kommandør af den spanske Isabella den Katholskes Orden og af den italienske Kroneorden.

Ussing, Johan Louis, Dr. phil., LL. D., 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., Professor i Kemi ved Københavns Universitet og den polytekniske Læreanstalt, Direktør for den polytekniske Læreanstalt, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand, dekoreret med Majestæternes Guldbryllups-Erindringstegn, Selskabets Præsident.

Johnstrup, Johannes Frederik, Dr. phil., Professor i Mineralogi ved Københavns Universitet og den polytekniske Læreanstalt, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand.

Lange, Johan Martin Christian, Dr. phil., Professor i Botanik ved den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand, Ridder af den italienske Kroneorden.

Mehren, August Michael Ferdinand van, Dr. phil., 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., Professor i Historie ved Københavns Universitet, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand, Ridder af St. Olafsordenen.

Lütken, Christian Frederik, Dr. phil., Professor i Zoologi ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog og Danebrogsmand, Formand i Selskabets naturvidenskabelig-mathematiske Klasse.

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

Zeuthen, Hieronymus Georg, Dr. phil., Professor i Mathematik ved Københavns Universitet og den polytekniske Læreanstalt, Ridder af Danebrog og Danebrogsmand, Ridder af Nordstjernen, Selskabets Sekretær.

Jørgensen, Sofus Mads, Dr. phil., Professor i Kemi ved Københavns Universitet og den polytekniske Læreanstalt, Ridder af Danebrog og Danebrogsmand.

Christiansen, Christian, Dr. med., Professor i Fysik ved Københavns Universitet og den polytekniske Læreanstalt, Ridder af Danebrog og Danebrogsmand.

Fausbøll, Michael Viggo, Dr. phil., Professor i indisk-orientalsk Filologi ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog og Danebrogsmand.

Thorkelsson, Jón, Dr. phil., Rektor ved Reykjavíks lærde Skole, Ridder af Danebrog.

Krabbe, Harald, Dr. med., Professor i Anatomi og Fysiologi 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, Ridder af Danebrog og Danebrogsmand, Selskabets Redaktør.

Wimmer, Ludvig Frands Adalbert, Dr. phil., Professor i de nordiske Sprog ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog og Danebrogsmand.

Lange, Julius Henrik, Dr. phil., Professor i Kunsthistorie ved Københavns Universitet og Docent i samme Fag ved Kunstakademiet, Ridder af Danebrog, af Nordstjernen og af St. Olafsordenen.

Topsøe, Haldor Frederik Axel, Dr. phil., Fabriksinspektør, Lærer i Kemi ved Officerskolen i København, Ridder af Danebrog og Danebrogsmand.

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 Mathematik ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog.

Thiele, Thorvald Nikolai, Dr. phil., Professor i Astronomi ved Københavns Universitet.

Meinert, Frederik Vilhelm August, Dr. phil., første Inspektor ved Universitetets zoologiske Museum, Ridder af Danebrog, Selskabets Kasserer.

Goos, August Herman Ferdinand Carl, Dr. jur., Gehejme-Etatsraad, extraord. Assessor i Højesteret, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand, dekoreret med Majestæternes Guldbryllups-Erindringstegn, Kommandør af den russiske St. Annaorden, Nordstjernen og den italienske Kroneorden.

Rostrup, Frederik Georg Emil, Dr. phil., Lektor i Plantepathologi ved den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Ridder af Danebrog og Danebrogsmand, Ridder af Vasaordenen.

Steenstrup, Johannes Christopher Hagemann Reinhardt, Dr. jur., Professor Rostgardianus i nordisk Historie og Antikviteter ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog og af Æreslegionen.

Gertz, Martin Clarentius, Dr. phil., Professor i klassisk Filologi ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog og Danebrogsmand.

Nellemann, Johannes Magnus Valdemar, Dr. jur., Justitsminister og Minister for Island, 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.

Jørgensen, Adolf Ditlev, Dr. phil., Rigsarkivar, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand.

Heiberg, Johan Ludvig, Dr. phil., Professor, Bestyrer af Borgerdydskolen i København.

Hoffding, Harald, Dr. phil., Professor i Filosofi ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog.

Kroman, Kristian Frederik Vilhelm, Dr. phil., Professor i Filosofi ved Københavns Universitet, Ridder af Dannebrog.

Müller, Peter Erasmus, Dr. phil., Kammerherre, Hofjægermester, Overforster for anden Inspektion, Overinspektør for Sorø Akademis Skove, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand, dekoreret med Majestæternes Guldbryllups-Erindringstegn, Kommandør af St. Olafsordenen, af den russiske St. Annaorden og af den spanske Carl III's Orden.

Bohr, Christian Harald Lauritz Peter Emil, Dr. med., Professor i Fysiologi ved Københavns Universitet.

Gram, Jørgen Pedersen, Dr. phil., Direktør ved Forsikringsselskabet «Skjold» i København.

Paulsen, Adam Frederik Wivet, Bestyrer af det danske meteorologiske Institut, Ridder af Danebrog.

Valentiner, Herman, Dr. phil., Lærer i Mathematik ved Officerskolen.

Erslev, Kristian Sofus August, Dr. phil., Professor i Historie ved Københavns Universitet.

Fridericia, Julius Albert, Dr. phil., Underbibliothekar ved Universitets-Bibliotheket i København, Ridder af Danebrog.

Verner, Karl Adolf, Dr. phil., Professor i slavisk Sprog og Litteratur ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog.

Christensen, Odin Tidemand, Dr. phil., Lektor i Kemi ved den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.

Hansen, Emil Christian, Dr. phil., Professor, Forstander for Carlsberg-Laboratoriets fysiologiske Afdeling, Ridder af Danebrog.

Kjeldahl, Johannes, Professor, Dr. phil., Forstander for Carlsberg-Laboratoriets kemiske Afdeling.

Boas, Johan Erik Vesti, Dr. phil., Lektor i Zoologi ved den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.

Chievitz, Johan Henrik, Dr. med., Professor i Anatomi ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog.

Petersen, Otto Georg, Dr. phil., Lektor i Botanik ved den kgl. Veterinær- og Landbo-Højskole.

Prytz, Peter Kristian, Professor i Fysik ved den polytekniske Læreanstalt.

Salomonsen, Carl Julius, Dr. med., Professor i Pathologi ved Københavns Universitet, Ridder af Danebrog og af Nordstjernen.

Sørensen, William, Dr. phil.

Møller, Hermann, Dr. phil., Professor i germansk Filologi ved Københavns Universitet.

Pechüle, Carl Frederik, Cand. mag., Observator ved Universitetets astronomiske Observatorium, Ridder af den russiske St. Annaorden.

Zachariae, Georg Carl Christian v., Oberst af Fodfolket, Direktør for Gradmaalingen, Kommandør af Danebrog og Danebrogsmand, Ridder af den preussiske Røde Ørns Orden og Kommandør af den Bayerske militære Fortjenesteorden.

Udenlandske Medlemmer.

Bunsen, Robert Wilhelm, Dr. phil., Gehejmeraad, Professor i Kemi ved Universitetet i Heidelberg, Ridder af Danebrog.

Daubrée, A., Medlem af det franske Institut, Professor i Geologi ved Muséum d'Histoire naturelle i Paris.

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., fh. Præsident for Royal Society i London, The Camp, Sunningdale, Berkshire.

Rawlinson, Sir *Henry Creswicke,* Baronet, D.C.L., LL.D., Generalmajor, bestandig Direktør for det Asiatiske Selskab, Medlem af Royal Society i London.

Böhtlingk, Otto, Dr. phil., Gehejmeraad, Medlem af det Kejserl. Videnskabernes Akademi i St. Petersborg, i Leipzig.

Bugge, Elseus Sophus, Dr. phil., LL.D., Professor i sammenlignende indoeuropæisk Sprogforskning og Oldnorsk ved Universitetet i Kristiania.

Lovén, Sven, Dr. med. & phil., Professor, Medlem af Videnskabernes Akademi i Stockholm, Kommandør af Danebrog.

Lubbock, Sir *John,* Baronet, D.C.L., LL.D., Vicepræsident for Royal Society i London, High Elms Down, Kent.

Agardh, Jacob Georg, Dr. med. & phil., fh. Professor i Botanik ved Universitetet i Lund.

Huggins, William, D.C.L., LL.D., fysisk Astronom, Medlem af Royal Society i London.

Cayley, Arthur, D.C.L., LL.D., Professor i Mathematik ved Universitetet i Cambridge, Medlem af Royal Society i London, Garden House, Cambridge.

Haan, David Bierens de, Dr. phil., Professor i Mathematik ved Universitetet i Leiden.

Unger, Carl Richard, Dr. phil., Professor i de germanske og romanske Sprog ved Universitetet i Kristiania.

Hermite, Charles, Medlem af det franske Institut, Professor i Mathematik ved École polytechnique og Faculté des Sciences i Paris.

Salmon, Rev. *George,* D.D., D.C.L., LL.D., Regius Professor i Theologi ved Universitetet i Dublin, Medlem af Royal Society i London, Trinity College, Dublin.

Cremona, Luigi, Dr. phil., Senator, Professor i Mathematik ved Universitetet og Direktør for Ingeniørskolen i Rom.

Huxley, Thomas H., D.C.L., LL.D., Professor i Biologi ved Royal College of Science, fh. Præsident for Royal Society i London.

Ludwig, Carl Friedrich Wilhelm, Dr. med., Gehejme-Hofraad, Professor i Fysiologi ved Universitetet i Leipzig.

Delisle, Léopold-Victor, Medlem af det franske Institut, Direktør for Bibliothèque Nationale i Paris, Kommandør af Danebrog.

Struve, Otto Wilhelm, Gehejmeraad, Direktør for Observatoriet i Pulkova.

Allman, George James, M.D., LL.D., fh. Professor i Naturhistorie ved Universitetet i Edinburgh, Medlem af Royal Society i London, Ardmore, Parkstone, Poole, Dortshire.

Thomson, Sir *William,* (Lord *Kelvin*), LL.D., D.C.L., Professor i Fysik ved Universitetet i Glasgow, Præsident for Royal Society i London.

Tait, P. Guthrie, Dr. phil., Professor i Fysik ved Universitetet i Edinburgh.

Malmström, Carl Gustaf, Dr. phil., fh. kgl. svensk Rigsarkivar, Stockholm.

Pasteur, A.-M.-Louis, LL.D., Medlem af det franske Institut, Professor honorarius ved Faculté des Sciences, Paris, Storkors af Danebrog.

Des Cloizeaux, Alfred-Louis-Olivier-Legrand, Medlem af det franske Institut, Professor i Mineralogi ved Muséum d'Histoire naturelle i Paris.

Blomstrand, Christian Vilhelm, Dr. phil., Professor i Kemi og Mineralogi ved Universitetet i Lund, Ridder af Danebrog.

Cleve, Per Theodor, Dr. phil., Professor i Kemi ved Universitetet i Upsala, Ridder af Danebrog.

Key, Ernst Axel Henrik, Dr. phil. & med., Professor i Anatomi ved det Karolinske medikokirurgiske Institut i Stockholm.

Berthelot, Pierre-Eugène-Marcellin, Medlem af det franske Institut, Professor i Kemi ved Collège de France i Paris.

Gyldén, J. A. Hugo, Dr. phil., Professor, Direktor for Videnskabernes Akademis Observatorium i Stockholm.

Möller, Axel D. M., Dr. phil., Professor i Astronomi og Rektor ved Universitetet samt Direktør for Observatoriet i Lund, Kommandør af Danebrog.

Lacaze-Duthiers, F.-J.-Henri de, Medlem af det franske Institut, Professor ved Faculté des Sciences, Direktør for den zoologiske Station i Roscoff.

Retzius, M. Gustav, Dr. med. & phil., Professor i Histologi ved det Karolinske medikokirurgiske Institut i Stockholm.

Boissier, M.-L.-Gaston, Medlem af det franske Akademi, Professor i latinsk Poesi ved Collège de France, Paris.

Paris, Gaston-Bruno-Paulin, Medlem af det franske Institut, Professor i middelalderligt fransk Sprog og Litteratur ved Collège de France, Paris.

Curtius, Ernst, Dr. phil., Gehejmeregeringsraad, Professor i Filologi ved Universitetet og Direktør for Antikvariet i Berlin.

Conze, Alexander Christian Leopold, Dr. phil., Professor, fh. Direktør for det Kgl. Museum i Berlin.

Stubbs, William, D. D., LL. D., Biskop i Chester.

Maurer, Konrad v., Dr. phil., Professor i nordisk Retshistorie ved Universitetet i München, Kommandør af Danebrog.

Areschoug, Frederik Vilhelm Christian, Dr. phil., Professor i Botanik ved Universitetet og Direktør for den botaniske Have i Lund.

Nordenskiöld, Adolf Erik, Professor, Friherre, Dr. phil., Intendant ved Riksmuseet i Stockholm, Storkors af Danebrog.

Torell, Otto Martin, Dr. phil., Professor, Chef for Sveriges geologiska Undersökning, Stockholm, Kommandør af Danebrog.

Weierstrass, Karl, Dr. phil., Professor i Mathematik ved Universitetet i Berlin.

Kölliker, Albert von, Dr. med., Professor i Anatomi ved Universitetet i Würzburg.

Leydig, Franz von, Dr. med., Gehejmemedicinalraad, fh. Professor i Anatomi, Würzburg.

Odhner, Clas Teodor, Dr. phil., kgl. svensk Rigsarkivar, Stockholm.

Storm, Gustav, Dr. phil., Professor i Historie ved Universitetet i Kristiania.

Heinzel, Richard, Dr. phil., Professor i germansk Filologi ved Universitetet i Wien.

Kunik, Ernst, Gehejmeraad, Medlem af det Kejserlige Videnskabernes Akademi i St. Petersborg.

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.

Schmidt, Johannes, Dr. phil., Professor i sammenlignende Sprogvidenskab ved Universitetet i Berlin.

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., Gehejmeraad, Professor i Filosofi ved Universitetet i Berlin.

Holmgren, Alarik Frithjof, Dr. med. & phil., Professor i Fysiologi ved Universitetet i Upsala, Kommandør af Danebrog.

Leffler, Gösta Mittag-, Dr. phil., Professor i Mathematik ved Højskolen i Stockholm, Kommandør af Danebrog.

Lie, M. Sophus, Dr. phil., Professor i Geometri ved Universitetet i Leipzig (Normand).

Lilljeborg, Vilhelm, Dr. med. & phil., Prof. em. i Zoologi ved Universitetet i Upsala.

Nathorst, Alfred Gabriel, Dr. phil., Professor, Intendant ved Riksmuseets botanisk-palæontologiske Afdeling i Stockholm.

Nilson, Lars Frederik, Dr. phil., Professor ved Landbruksakademien i Stockholm.

Cope, Edward D., Professor ved Universitetet i Philadelphia.

Marsh, Othniel Charles, Professor ved Universitetet i New Haven.

Gegenbaur, Carl, Dr. med., Professor i Anatomi ved Universitetet i Heidelberg.

Leuckart, Rudolf, Dr. med. & phil., Professor i Zoologi ved Universitetet i Leipzig.

Mendeleef, Dimitrij J., Dr., Professor i Kemi ved Universitetet i St. Petersborg.

Darboux, Gaston, Medlem af det franske Institut, Professor i Mathematik ved Faculté des sciences i Paris.

Lindström, Gustav, Dr. phil., Professor, Intendant ved Riksmuseets palæozoologiske Afdeling i Stockholm.

Sars, Georg Ossian, Professor i Zoologi ved Universitetet i Kristiania.

Agassiz, Alexander, Professor, Curator ved the Museum of comparative Zoölogy, Harvard College, Cambridge, Mass.

Dana, James Dwight, Dr. phil., Professor i Mineralogi og Geologi ved Yale College, New Haven, Conn.

Mueller, Ferdinand Baron von, Dr. phil., Government Botanist i Melbourne, Ridder af Danebrog.

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 Akademiet i Milano.

Bücheler, Franz, Dr. phil., Professor i klassisk Filologi ved Universitetet i Bonn.

d'Ancona, Alessandro, Professor i romanske Sprog ved Universitetet i Pisa.

Aufrecht, Theodor, Dr. phil., fh. Professor i indisk Sprog og Litteratur, Heidelberg.

Benndorf, Otto, Dr. phil., Gehejmeraad, Professor i Arkæologi ved Universitetet i Wien.

Bréal, Michel-Jules-Alfred, Medlem af det franske Institut, Professor i sammenlignende Sprogvidenskab ved Collège de France, Paris.

Brefeld, Oscar, Dr. phil., fh. Professor i Botanik, Direktør for det botaniske Institut i Münster, Westfalen.

Gardiner, Samuel Rawson, LL. D., Dr. phil., fh. Professor i Historie, Bromley i Kent ved London.

Weber, Albrecht, Dr. phil., Professor i indisk Sprog og Litteratur ved Universitetet i Berlin.

Forssell, Hans Ludvig, Dr. phil. & jur. utr., Præsident i Kammerkollegiet i Stockholm, Ridder af Danebrog.

Tegnér, Esaias Henrik Vilhelm, Dr. phil. & theol., Professor i østerlandske Sprog ved Universitetet i Lund, Medlem af Svenska Akademien.

Brögger, Valdemar Christofer, Professor i Mineralogi og Geologi ved Universitetet i Kristiania.

Hammarsten, Olof, Dr. med., Professor i medicinsk og fysiologisk Kemi ved Universitetet i Upsala.

Klein, Felix, Dr. phil., Professor i Mathematik ved Universitetet i Göttingen.

Schwarz, Carl Hermann Amandus, Dr. phil., Professor i Mathematik ved Universitetet i Berlin.

Storm, Johan Frederik Breda, LL.D., Professor i romansk og engelsk Filologi ved Universitetet i Kristiania.

Comparetti, Dominico, Professor em. i Filologi, Florens.

Sorel, Albert, Medlem af det franske Institut, Professor ved l'École des Sciences politiques i Paris.

Boltzmann, Ludvig, Dr. phil., Professor i Fysik ved Universitetet i München.

His, Wilhelm, Dr. med., Gehejmeraad, 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 de 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 semitisk Filologi ved Universitetet i Leiden.

Guldberg, Cato Maximilian, Dr. phil., Professor i anvendt Mathematik ved Universitetet i Kristiania.

Pfeffer, Wilhelm, Gehejmeregeringsraad, Dr. phil., Professor i Botanik ved Universitetet i Leipzig.

Studier over nogle numeriske Funktioner.

Af

J. P. Gram.

Avec un résumé en français.

Vidensk. Selsk. Skr., 6. Række, naturvidenskabelig og mathematisk Afd. VII. 1.

Kjøbenhavn.

Bianco Lunos Kgl. Hof-Bogtrykkeri (F. Dreyer).

1890.

Theorien for de saakaldte numeriske Funktioner befinder sig endnu paa et primitivt Standpunkt. Det er kun meget faa af de der optrædende Problemer, man er i Stand til at løse fuldstændigt, og der savnes i høj Grad almindelige Methoder til deres Behandling. For efterhaanden at naa frem til saadanne almengyldige Methoder, er det paa det nuværende Standpunkt af Vigtighed, at man først bliver fuldstændig Herre over de simpleste af de nævnte Funktioner; derved erholder man ikke blot Kjendskab til specielle Funktioner, men man skaffer sig tillige et Materiale, som senere vil være af Betydning ved en mere systematisk Bearbejdelse af hele Theorien. Det er denne Betragtning, som har foranlediget mig til at henvende Opmærksomheden paa nogle af de simpleste i Taltheorien optrædende Funktioner, navnlig saadanne, som have Betydning for Læren om Primtallenes Fordeling. I det følgende skal der særlig behandles to saadanne Funktioner af rent elementær Karakter. Den første af disse, som jeg betegner ved N, er simpelthen Antallet af de Tal op til en vilkaarlig valgt Grænse, som alene ere sammensatte af Potenser af visse forud bestemte Primtal, altsaa f. Ex. Tal af Formen $2^x 3^y$. Den anden Funktion, som jeg betegner ved L, staar i nøje Forbindelse med hin, idet den kun adskiller sig fra N ved at nogle af Addenderne ere at tage med negative Fortegn. Ved Undersøgelsen gjøres der Brug af forskjellige elementære Sætninger om et Tals Divisorer, hvilke ere udviklede i første Afsnit.

I.

Lad n være et vilkaarligt helt Tal, som opløst i sine Primfaktorer kan skrives

$$n = 2^\alpha . 3^\beta . 5^\gamma \ldots .$$

Samtlige Divisorer i n ville da være Leddene i det udviklede Produkt

$$P = (1 + 2 + 2^2 + \ldots 2^\alpha)(1 + 3 + 3^2 + \ldots 3^\beta)(1 + 5 + \ldots 5^\gamma) \ldots .$$

Antallet af disse Divisorer vil aabenbart være

$$(\alpha + 1)(\beta + 1)(\gamma + 1) \ldots .$$

Betegnes en vilkaarlig Divisor ved d, saa vil ogsaa $\frac{n}{d}$ være en Divisor, som vil være forskjellig fra d, undtagen naar n er et Kvadrattal og $d = \sqrt{n}$. Heraf følger, at naar man opskriver samtlige Divisorer efter deres Størrelse, saa vil der for hver Divisor $< \sqrt{n}$ findes en tilsvarende $> \sqrt{n}$, og Antallet af Divisorer, som ere lig eller mindre end $\sqrt{n}$, vil altsaa være

$$\tfrac{1}{2}(\alpha + 1)(\beta + 1)(\gamma + 1) \ldots ,$$

undtagen naar n er et Kvadrattal, da selve $\sqrt{n}$ ogsaa bliver en Divisor, i hvilket Tilfælde Antallet bliver

$$\tfrac{1}{2}(\alpha + 1)(\beta + 1)(\gamma + 1) \ldots + \tfrac{1}{2} .$$

Betegner man overhovedet Antallet af Divisorer i n op til Grænsen m (inklusive) ved $D_n(m)$, saa haves

$$D_n(m) + D_n\left(\frac{n}{m}\right) = \begin{cases} D_n(n) \\ D_n(n) + 1 , \text{ hvis } m \text{ er Divisor i } n , \end{cases} \tag{1}$$

hvilket indses umiddelbart, naar man opskriver samtlige Divisorer i to Rækker under hinanden, den ene Gang efter voxende, den anden Gang efter aftagende Størrelse.

En anden simpel Relation faas ved i Produktet P at dele en af Faktorerne, f. Ex. den første, i to eller flere Dele saaledes:

$$(1 + 2 + \ldots 2^{\varkappa} + \ldots 2^{\alpha}) = (1 + 2 + \ldots 2^{\varkappa}) + 2^{\varkappa+1}(1 + 2 + \ldots 2^{\alpha-\varkappa-1}) .$$

Betegnes Produktet af de øvrige Faktorer i P ved Q, saa faas alle Divisorerne som Led i de to Produkter

$$(1 + 2 + \ldots 2^{\varkappa})\, Q \quad \text{og} \quad (1 + 2 + \ldots 2^{\alpha-\varkappa-1})\, Q \,.\, 2^{\varkappa+1} .$$

De første ere Divisorerne i $2^{\varkappa} . 3^{\beta} . 5^{\gamma} \ldots$, de sidste ere Divisorerne i $2^{\alpha-\varkappa-1} . 3^{\beta} . 5^{\gamma} \ldots$, hver især multiplicerede med $2^{\varkappa+1}$. Søger man altsaa Antallet af Divisorer i n op til en vis Grænse $m < n$, saa kan man først søge Antallet af Divisorer i $2^{\varkappa} . 3^{\beta} . 5^{\gamma} \ldots$ op til m og derefter Antallet af Divisorer i $2^{\alpha-\varkappa-1} . 3^{\beta} . 5^{\gamma} \ldots$ op til $\frac{m}{2^{\varkappa+1}}$. Det er unødvendigt at opholde sig ved, hvorledes en yderligere Deling kan ske.

Disse elementære Reduktioner, som her umiddelbart frembyde sig, lade sig imidlertid ogsaa anvende i nogle andre Tilfælde.

Betegner man ved $\lambda(x)$ eller λ_x almindelig et Tal, som er -1 eller $+1$, eftersom det hele Tal x er sammensat af et ulige eller lige Antal Primfaktorer, saaledes at altsaa

$$\lambda(2^{\alpha} . 3^{\beta} . 5^{\gamma} \ldots) = (-1)^{\alpha+\beta+\gamma\cdots} ,$$

saa bliver altid $\lambda(x) . \lambda(y) = \lambda(xy)$, altsaa ogsaa, naar d er Divisor i n,

$$\lambda(d)\, \lambda\left(\frac{n}{d}\right) = \lambda(n) ,$$

eller da $(\lambda(d))^2 = +1$,

$$\lambda\left(\frac{n}{d}\right) = \lambda(n) . \lambda(d).$$

Betegnes nu ved $A_n(m)$ Summen af de λ, der svare til alle de Divisorer i n, som ere lig eller mindre end m, saa faas, naar m ikke er Divisor i n,

$$A_n(m) + \lambda(n) \,.\, A_n\left(\frac{n}{m}\right) = A_n(n) \,. \tag{2}$$

Er derimod m Divisor i n, saa bliver

$$A_n(m) + \lambda(n) A_n\left(\frac{n}{m}\right) = A_n(n) + \lambda(m) \,. \tag{2'}$$

For selve $A_n(n)$ faas strax et simpelt Udtryk ved i (2) at danne Produktet analogt med P:

$$P' = \left(1 - 1 + 1 \ldots + (-1)^{\alpha}\right) . \left(1 - 1 \ldots + (-1)^{\beta}\right) . \left(1 - 1 \ldots + (-1)^{\gamma}\right) \ldots ,$$

hvilket Produkt, naar Multiplikationen udføres Led for Led, netop vil give Summen af alle λ, svarende til Divisorerne i n. Men hver enkelt Faktor i P' forsvinder, naar ikke Antallet af dens Led er ulige, altsaa den sidste Exponent lige, i hvilket Fald den reduceres til 1. Heraf følger, at

$A_n(n) = 0$, undtagen naar n er et Kvadrattal,

$A_n(n) = 1$, naar n er et Kvadrattal.

Almindelig kan man skrive

$$A_n(n) = \frac{\left(1 + (-1)^{\alpha}\right)}{2} \frac{\left(1 + (-1)^{\beta}\right)}{2} \frac{\left(1 + (-1)^{\gamma}\right)}{2} \ldots . \tag{3}$$

Af (2) og (2') faas

$$A_n\left(\sqrt{n}\right) \left(1 + \lambda(n)\right) = A_n(n) \,, \tag{4}$$

undtagen naar n er et Kvadrattal, da

$$A_n\left(\sqrt{n}\right) = \tfrac{1}{2}\left(A_n(n) + \lambda\left(\sqrt{n}\right)\right) . \tag{4'}$$

(4') bestemmer altid $A_n\left(\sqrt{n}\right)$, medens (4) kun gjør det, naar $\lambda(n)$ er $+1$; for $\lambda(n) = -1$ viser Ligningen (4) kun, at $A_n(n) = 0$, som før fundet, medens $\lambda(n) = +1$ giver $A_n\left(\sqrt{n}\right) = 0$.

Lignende Betragtninger kunne anstilles over Tallene $\mu(x)$, som kun adskille sig fra $\lambda(x)$ ved at være 0, naar x indeholder en kvadratisk Faktor, for disse haves som bekjendt altid $\Sigma\mu(d) = 0$, naar Summationen udstrækkes til alle Divisorer i Tallet n, og $n > 1$. For at kunne anvende den samme Fremgangsmaade som før, maatte man dog her antage Exponenterne α, β, $\gamma \ldots = 1$ (eller 0).

Mere Udbytte har man af at danne symmetriske Funktioner, hvori indgaa Logarithmer af Divisorerne i n. Opskriver man f. Ex. Rækkerne — idet vi her som oftere i det følgende exempelvis antage n sammensat af tilstrækkelig høje Potenser af de første Primtal —

$$\Sigma ld = l.1 + l.2 + l.3 + l.4 + l.5 + \ldots + l\frac{n}{2} + ln$$

$$\Sigma ld = l\frac{n}{1} + l\frac{n}{2} + l\frac{n}{3} + l\frac{n}{4} + l\frac{n}{5} + \ldots + l.2 + l.1 \,,$$

saa ses først, at

$$2\,\Sigma ld = D_n(n) \,.\, ln \,,$$

og dernæst ved at overskjære Rækkerne paa et vilkaarligt Sted og kombinere første Del af den øverste med sidste Del af den nederste

$$\sum_1^m ld - \sum_1^{\frac{n}{m}} ld + D_n\left(\frac{n}{m}\right) ln = \Sigma ld = \tfrac{1}{2} D_n(n) ln ,$$

hvoraf

$$\sum_1^m ld - \sum_1^{\frac{n}{m}} ld = \tfrac{1}{2}\left(D_n(m) - D_n\left(\frac{n}{m}\right)\right) ln , \tag{5}$$

forudsat at m ikke er Divisor. Gaar m op i n, maa der paa venstre Side fradrages lm, paa højre Side $\frac{1}{2} ln$. Analoge Resultater faas for Funktionen $\Sigma\lambda(d) ld$, idet

$$(1 + \lambda_n) \sum_1^n \lambda(d) ld = \Lambda_n(n) ln \tag{6}$$

tjener til Bestemmelse af Summen $\sum_1^n \lambda(d) ld$, naar $\lambda_n = +1$ og,

$$\sum_1^m \lambda(d) ld - \lambda_n \sum_1^{\frac{n}{m}} \lambda(d) ld = \frac{\Lambda(m) - \Lambda\left(\frac{n}{m}\right)}{1 + \lambda_n} ln , \tag{7}$$

naar m ikke er Divisor i n.

Det fortjener at fremhæves, at man ogsaa faar simple Udtryk for symmetriske Funktioner af Formen $\Sigma\mu(d)(ld)^s$ udstrakt til alle Divisorer i n. Da $\mu(d)$ er 0, naar d indeholder en kvadratisk Faktor, har man først at betragte saadanne n, som have Formen $a . b . c \ldots$, hvor a, b, $c \ldots$ ere forskjellige Primtal. Divisorerne Gange μ blive da Led i Produktet $(1 - a)\ (1 - b)\ (1 - c) \ldots$.

Sætte vi altsaa

$$(1 - a^x)\ (1 - b^x)\ (1 - c^x) \ldots = P = \Sigma\mu(d) . d^x ,$$

saa kunne vi paa begge Sider udvikle efter Potenser af x, hvorved paa højre Side faas

$$P = \Sigma\mu(d) + \frac{x}{1} \Sigma\mu(d) ld + \frac{x^2}{1 . 2} \Sigma\mu(d)(ld)^2 + \frac{x^3}{1 . 2 . 3} \Sigma\mu(d)(ld)^3 + \ldots .$$

Paa den anden Side faas et Produkt af Rækker af Formen

$$xla + \frac{x^2}{1 . 2}(la)^2 + \frac{x^3}{1 . 2 . 3}(la)^3 + \ldots ,$$

tagne med negative Fortegn.

Heraf ses strax ved Sammenligning af Koefficienterne til de forskjellige Potenser af x, at den første Koefficient, der ikke bliver Nul, er den, som svarer til den Potens af x, hvis Exponent angiver Antallet af forskjellige Primfaktorer i n. Er dette Antal t, saa er altsaa

$$\left.\begin{aligned} &\Sigma\mu(d)(ld)^s = 0 \quad \text{for} \quad s < t , \\ \text{og} \quad &\Sigma\mu(d)(ld)^t = \mu(n) . 1 . 2 . 3 \ldots t . la . lb . lc \ldots , \end{aligned}\right\} \tag{8}$$

For $s > t$ blive Udtrykkene mere sammensatte og faa kun nogen Værdi for specielle Tilfælde, exempelvis skal blot anføres

$$\Sigma\mu(d)(ld)^{t+1} = (-1)^t \cdot \frac{1.2..(t+1)}{1.2} la.lb.lc\ldots(la+lb+lc\ldots)\ , \tag{9}$$

$$\Sigma\mu(d)(ld)^{t+2} = (-1)^t \cdot 1.2..(t+2).la.lb.lc\ldots.\left(\Sigma\frac{la.lb}{1.2} + \Sigma\frac{(la)^2}{1.2.3}\right). \tag{10}$$

Disse Resultater kunne umiddelbart overføres paa Tal, som indeholde højere Potenser af de enkelte Primfaktorer, og navnlig bemærkes, at for et Tal, som er sammensat af t Potenser af forskjellige Primtal, er altid

$$\left.\begin{aligned} &\Sigma\mu(d)(ld)^t = (-1)^t.1.2\ldots t.la.lb.lc\ldots\ , \\ \text{men}\quad &\Sigma\mu(d)(ld)^s = 0,\quad \text{for}\quad s<t,\quad s \text{ positiv hel}, \end{aligned}\right\} \tag{11}$$

et Resultat, vi senere faa Anvendelse for.

II.

Ved Hjælp af de foregaaende Sætninger ville vi nu søge at bestemme Antallet af Tal op til en vilkaarlig valgt Grænse, som ere sammensatte af Potenser af visse bestemte opgivne Primtal. Som Repræsentanter for disse vælge vi de første i Talrækken, altsaa 2, 3, 5 o. s. v. Det vil umiddelbart indses, at de uden videre kunne ombyttes med andre i de efterfølgende Formler. De Tal, vi betragte, ere altsaa af Formen $2^a 3^b 5^c \ldots$, hvor nogle af Exponenterne kunne være 0; de ere allesammen Divisorer i et Tal p af samme Form, hvis Exponenter ere valgte tilstrækkelig høje. Antallet af saadanne Tal op til Grænsen n — denne inklusive — betegne vi ved $N(n)$, eller hvor der er Grund til at fremhæve Primfaktorerne, som indgaa i dem, ved $N_{2,3,5\ldots}(n)$.

Samtlige Tal af den givne Art, vi betegne dem ved x, ere altsaa indbefattede i dem, vi faa ved at multiplicere de uendelige Rækker:

$$\begin{aligned} R_2 &= 1 + 2 + 2^2 + 2^3 + \ldots\ , \\ R_3 &= 1 + 3 + 3^2 + 3^3 + \ldots\ , \\ R_5 &= 1 + 5 + 5^2 + 5^3 + \ldots \text{ o.s.v.} \end{aligned}$$

Da der ikke er Tale om nogen virkelig Summation men kun om Betragtning af de enkelte Led, behøves der naturligvis ikke at tages Hensyn til, at deres Sum er uendelig.

Hvis man vilde afbryde disse Rækker paa vilkaarlige Steder og altsaa f. Ex. danne Produktet

$$P = (1 + 2 + ..2^\alpha)(1 + 3 + ..3^\beta)(1 + 5 + ..5^\gamma)\ldots\ ,$$

saa kunde dette skrives som

$$(R_2 - 2^{\alpha+1} R_2)\,(R_3 - 3^{\beta+1} R_3)\,(R_5 - 5^{\gamma+1} R_5)\ldots,$$

eller

$$R_2 R_3 R_5 \ldots (1 - 2^{\alpha+1} - 3^{\beta+1} - 5^{\gamma+1} \ldots + 2^{\alpha+1} 3^{\beta+1} \ldots - 2^{\alpha+1} 3^{\beta+1} 5^{\gamma+1} \ldots).$$

Men Leddene i Produktet P ere Divisorerne i $2^\alpha 3^\beta 5^\gamma \ldots$, og vi se altsaa, hvorledes disse kunne udtrykkes ved selve Tallene x og disse multiplicerede med $2^{\alpha+1}$, $3^{\beta+1}$, $5^{\gamma+1}$ og Produkter af dem. Da nu Antallet af Tal af Formen $2^{\alpha+1} . x$ op til Grænsen n er det samme som Antallet af Tal x op til $\frac{n}{2^{\alpha+1}}$, saa ses, at Antallet af Divisorer i $p = 2^\alpha 3^\beta 5^\gamma \ldots$ op til n udtrykkes ved

$$D_p(n) = N(n) - N\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}}\right) - N\left(\frac{n}{3^{\beta+1}}\right) - N\left(\frac{n}{5^{\gamma+1}}\right) - N\left(\frac{n}{2^{\alpha+1} 3^{\beta+1}}\right) \ldots - N\left(\frac{n}{2^{\alpha+1} 3^{\beta+1} 5^{\gamma+1}}\right) \ldots \quad (12)$$

Er specielt $\alpha = \beta = \gamma \ldots = 0$, faas

$$1 = N(n) - N\left(\frac{n}{2}\right) - N\left(\frac{n}{3}\right) - N\left(\frac{n}{5}\right) \ldots + N\left(\frac{n}{2.3}\right) + N\left(\frac{n}{3.5}\right) \ldots - N\left(\frac{n}{2.3.5}\right) \ldots, \quad (13)$$

hvilken Ligning kan betragtes som Definition af N, idet N kun varierer med en Enhed, hver Gang n passerer et Tal x, og der i Nævnerne kun indgaa de til disse Tal hørende Primfaktorer.

Ligningen kan i forkortet Form skrives

$$1 = N\left(\frac{n}{1}\right) - \Sigma N\left(\frac{n}{a}\right) + \Sigma N\left(\frac{n}{ab}\right) - \Sigma N\left(\frac{n}{abc}\right) + \Sigma N\left(\frac{n}{abcd}\right) - \ldots, \quad (13')$$

hvor a, b, c, $d \ldots$ antyde de forskjellige i Talrækken x indgaaende Primfaktorer, og hver af Summerne udstrækkes til alle de af dem dannede Produkter af henholdsvis 1, 2, 3, 4 ... Faktorer.

Antages særlig, at a, b, c ere alle Primtal, da bliver $N(n) = n$, $N\left(\frac{n}{x}\right) = E\frac{n}{x} =$ det hele Tal i Kvotienten $\frac{n}{x}$, og man faar foruden den bekjendte Ligning $\Sigma \mu_x E\frac{n}{x} = 1$, at

$$D(n) = E\frac{n}{1} - E\frac{n}{2^{\alpha+1}} - E\frac{n}{3^{\beta+1}} \ldots + E\frac{n}{2^{\alpha+1} 3^{\beta+1}} + E\frac{n}{2^{\alpha+1} 5^{\gamma+1}} \ldots - E\frac{n}{2^{\alpha+1} 3^{\beta+1} 5^{\gamma+1}} + \ldots, \quad (14)$$

fremstiller Antallet af de Divisorer i $2^\alpha 3^\beta 5^\gamma \ldots$, som ere lig eller mindre end n.

F. Ex.

$$E\frac{20}{1} - E\frac{20}{5} - E\frac{20}{7} - E\frac{20}{8} - E\frac{20}{9} - E\frac{20}{11} - E\frac{20}{13} - E\frac{20}{17} - E\frac{20}{19} = 6,$$

hvor de i Nævnerne forekommende Potenser af 2 er 2^3 og af 3 er 3^2, betegner Antallet af de Divisorer i $2^2 . 3 = 12$, som ere < 20, men dette Antal er netop 6.

Sætningen (14) indbefatter den bekjendte Formel for $\theta(n) - \theta(\sqrt{n})$, hvor θ er Antallet af Primtal op til n; den viser tillige, naar α, β, γ vælges saa store, at Potenser af alle Primtallene op til $\sqrt{n}$ udgaa af Nævnerne, at

$$n - \sum_{\sqrt{n}}^{n} E\frac{n}{\tilde{\omega}} = Q(n), \tag{15}$$

hvor Q betegner Antallet af Tal op til n, som alene indeholde Primfaktorer $\leqq \sqrt{n}$, og $\tilde{\omega}$ betegner Primtallene $> \sqrt{n}$.

Formlen (12) giver en Reduktionsformel, ved Hjælp af hvilken $N(n)$ sukcessive kan beregnes, idet man for $p = 2^\alpha 3^\beta 5^\gamma \ldots$ vælger et saadant Tal, at $D_p(n)$ kan bestemmes. Dette vil altid være Tilfældet, naar p vælges $\leqq n$, idet da $D(n) = (\alpha+1)(\beta+1)(\gamma+1)\ldots$, men endnu bedre er det, naar man kan vælge et saadant Tal for p, at der mellem $\sqrt{p}$ og n ikke ligger noget Tal af Formen x, idet dog $n > \sqrt{p}$. Saa kan nemlig ogsaa ifølge det foregaaende $D(n)$ findes exakt, medens samtidig Argumenterne $\frac{n}{2^{\alpha+1}}$ o. s. v. blive forholdsvis mindre og Beregningen altsaa lettes betydelig.

I visse Tilfælde kan man have Fordel af at udtrykke N direkte ved D ved en Omvending af Formlen (12), hvorved faas

$$N(n) = D_p(n) + D_p\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}}\right) + D_p\left(\frac{n}{3^{\beta+1}}\right) + \ldots = \Sigma D_p\left(\frac{n}{y}\right), \tag{16}$$

hvor y betegner alle de Tal, som ere sammensatte af Tallene $2^{\alpha+1}$, $3^{\alpha+1}\ldots$ og Produkter af Potenser af disse, medens D overalt betegner Antallet af Divisorer i $p = 2^\alpha 3^\beta 5^\gamma \ldots$ op til den ved Argumentet angivne Grænse.

Beregningen bliver alligevel besværlig, naar der i p indgaar mange forskjellige Primtal. Derimod føre Formlerne til smukke Resultater, naar disses Antal er ringe.

Ved det simpleste Tilfælde, hvor x'erne kun indeholde en enkelt Primfaktor, f. Ex. 2, er der ingen Grund til at dvæle; man har da simpelthen

$$N_2(n) = E\frac{ln}{l2} + 1, \tag{17}$$

som tillige vil fremstille Værdien af Rækken

$$E\frac{n}{1} - E\frac{n}{3} - E\frac{n}{5} - E\frac{n}{7} - E\frac{n}{11} - E\frac{n}{13} + E\frac{n}{15}\ldots,$$

dannet i Analogi med Rækken $\Sigma \mu_x E\frac{n}{x}$, blot at de Nævnere, som indeholde Faktoren 2, ere borte.

Naar derimod x'erne indeholde 2 Primfaktorer, f. Ex. 2 og 3, saa er altsaa $p = 2^\alpha 3^\beta$. Vi antage, at n ikke har samme Form, og vælge da

$$\alpha = E\frac{ln}{l2}, \quad \beta = E\frac{ln}{l3},$$

hvorved $2^{\alpha+1} > n > 2^\alpha$, $3^{\beta+1} > n > 3^\beta$, saa at $N_{23}(n) = D_p(n)$, $p = 2^\alpha 3^\beta$.

Men nu er

$$\left.\begin{aligned} N_{23}\left(\sqrt{2^\alpha 3^\beta}\right) &= \tfrac{1}{2}(\alpha+1)(\beta+1)+\begin{cases}0\\ \frac{1}{2}\end{cases} = E\tfrac{1}{2}(\alpha+1)(\beta+1)+1\,,\\ N_{23}\left(\sqrt{2^{\alpha+1}3^{\beta+1}}\right) &= \tfrac{1}{2}(\alpha+2)(\beta+2)+\begin{cases}0\\ \frac{1}{2}\end{cases} = E\tfrac{1}{2}(\alpha+2)(\beta+2)+1\,,\end{aligned}\right\} \tag{18}$$

og mellem disse Værdier maa derfor $N(n)$ være beliggende. Forskjellen imellem dem er

$$\tfrac{1}{2}(\alpha+\beta+3)+\begin{cases}\frac{1}{2} \text{ for } \alpha \text{ og } \beta \text{ begge ulige,}\\ 0 \text{ for } \alpha+\beta \text{ ulige,}\\ -\frac{1}{2} \text{ for } \alpha \text{ og } \beta \text{ begge lige.}\end{cases}$$

Lidt snævrere Grænser kunne faas ved at sammenligne n med $2^\alpha 3^{\beta+1}$ og $2^{\alpha+1}3^\beta$ foruden de to før anførte Tal. Exakt findes $N(n)$, naar n er lig $\sqrt{p}$.

Man ser, at der altid faas en kontinuert Tilnærmelsesformel ved at sætte for $N(n)$

$$N'(n) = \frac{1}{2}\cdot\frac{l2n}{l2}\cdot\frac{l3n}{l3}+\frac{1}{2}, \tag{19}$$

hvilken Storrelse stedse vil ligge imellem de samme Grænser som før ere angivne for $N(n)$, saaledes at man kan sætte

$$N(n) = N'(n) \pm \tfrac{1}{2}k\left(\frac{l2n}{l2}+\frac{l3n}{l3}\right), \qquad 0<k<1. \tag{20}$$

Den numeriske Funktion $N_{23}(n)$ tilfredsstiller for $n \geqq 1$ Fundamentalligningen

$$F(n)-F\left(\frac{n}{2}\right)-F\left(\frac{n}{3}\right)+F\left(\frac{n}{6}\right) = 1. \tag{21}$$

Den samme tilfredsstilles af den kontinuerte Funktion $N'(n)$, idet nemlig ifølge (11), naar d betegner Divisorerne i $2\,.\,3$

$$\Sigma\mu(d)\left(l\,.\,\frac{n}{d}\right)^2 = \Sigma\mu(d)\left((ln)^2-2\,ln\,.\,ld+(ld)^2\right) = 1\,.\,2\,.\,l2l3\,,$$

medens

$$\Sigma\mu(d)\,l\frac{n}{d} = 0 = \Sigma\mu(d).$$

Fundamentalligningen vil derfor tilfredsstilles af enhver kontinuert Funktion af Formen

$$F(n) = \frac{1}{2}\frac{(ln)^2}{l2\,l3}+A_1\frac{ln}{l2}+A_2\frac{ln}{l3}+B\,,$$

altsaa ogsaa af Funktionen $N'(n)$, hvori $A_1 = A_2 = \frac{1}{2}$, $B = 1$, hvorved Grænsen for Afvigelsen fra $N(n)$ bliver meget nær

$$\pm\frac{1}{2}ln\,.\left(\frac{1}{l2}+\frac{1}{l3}\right) = \pm\frac{1}{2}\frac{ln\,.\,l6}{l2\,.\,l3},$$

men den virkelige Fejlgrænse synes at være adskilligt mindre.

Af Ligningen

$$F(n)-F\left(\frac{n}{2}\right)-F\left(\frac{n}{3}\right)+F\left(\frac{n}{6}\right) = 1\,,$$

kan man ved sukcessive at sætte $\frac{n}{2}, \frac{n}{4} \ldots, \frac{n}{3}, \frac{n}{9}$ o.s.v. for n finde den almindelige Ligning

$$F(n) - F\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}}\right) - F\left(\frac{n}{3^{\beta+1}}\right) + F\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}3^{\beta+1}}\right) = (\alpha+1)(\beta+1), \tag{22}$$

men der er herved at mærke, at medens Ligningen da tilfredsstilles af $N'(n)$ for alle positive hele α og β, saa vil den derimod, naar $F(n)$ kun kan variere med Spring af en Enhed, kun gjælde saalænge $2^\alpha . 3^\beta \overline{\overline{<}} n$, idet den afledede Ligning

$$F\left(\frac{n}{2}\right) - F\left(\frac{n}{4}\right) - F\left(\frac{n}{6}\right) + F\left(\frac{n}{12}\right) = 1,$$

kun gjælder for $n \overline{\overline{>}} 2$, hvis $F(n)$ skal fremstille Antallet af Tal af Formen $2^x 3^y$. Dette er en simpel Følge af, at (21) ikke tilfredsstilles af $N(n)$, naar $n < 1$, idet nemlig $N(n)$ da er lig 0.

Sætte vi $n = 2^{\alpha+1} . 3^{\beta+1}$, faas i begge Tilfælde

$$F(2^{\alpha+1} . 3^{\beta+1}) - F(2^{\alpha+1}) - F(3^{\beta+1}) + 1 = (\alpha+1)(\beta+1),$$

eller

$$F(2^\alpha 3^\beta) = F(2^\alpha) + F(3^\beta) + \alpha\beta - 1. \tag{23}$$

Heraf ses, at Værdierne af alle de F, som svare til Tal af Formen $2^x 3^y$, findes, naar man først har fundet de Værdier, som svare til dem, der alene ere Potenser af 2 eller 3.

Derved faas altsaa en meget simpel Bestemmelse af N og N', naar først de Værdier, som svare til Potenstallene ere bekjendte. Men disse kunne uden Vanskelighed findes. Tænker man sig nemlig Potenserne af 2 og 3 opskrevne i Rækkefølge efter deres Størrelse, altsaa 1, 2, 3, 4, 8, 9, 16, 27 ..., og vælger to sukcessive Potenser af 2 og 3, f. Ex. 2^α og 3^β, saa vil for $n = 2^\alpha . 3^\beta$ haves

$$D_n(2^\alpha) + D_n(3^\beta) = D_n(n) + 1.$$

Men venstre Side kan her erstattes ved $N(2^\alpha) + N(3^\beta)$, medens højre Side bliver

$$(\alpha+1)(\beta+1) + 1,$$

saa at

$$N(2^\alpha) + N(3^\beta) = (\alpha+1)(\beta+1) + 1, \tag{24}$$

under Forudsætning af, at 2^α og 3^β ere sukcessive Potenser.

Ad denne Vej kan faas et System af Ligninger, hvoraf $N(2^\alpha)$ og $N(3^\beta)$ efterhaanden kunne bestemmes med Lethed.

Hvis man i Stedet for to sukcessive Potenser for 2^α og 3^β valgte andre vilkaarlige, saa vilde man ikke længere nødvendigvis have $N(2^\alpha) = D(2^\alpha)$ og $N(3^\beta) = D(3^\beta)$. Er nemlig $2^\alpha > 3^\beta$, saa kunde $N(2^\alpha)$ foruden $D(2^\alpha)$ endnu indeholde Addender, som svarede til de Tal af Formen $2^x 3^y$, der indeholde $3^{\beta+1}$ og højere Potenser og altsaa ikke kunne være Divisorer i $2^\alpha 3^\beta$. Man maatte altsaa for at faa $N(2^\alpha)$ supplere $D(2^\alpha)$ med et Led af Formen $N\left(\frac{2^\alpha}{3^{\beta+1}}\right)$. Og omvendt, hvis $3^\beta > 2^\alpha$. I alle Tilfælde kan man derfor sætte

$$N(2^\alpha) + N(3^\beta) = D_n(2^\alpha) + D_n(3^\beta) + N\left(\frac{2^\alpha}{3^{\beta+1}}\right) + N\left(\frac{3^\beta}{2^{\alpha+1}}\right),$$

idet $n = 2^\alpha 3^\beta$ og enten det sidste eller det næstsidste Led paa højre Side altid vil forsvinde. Heraf faas altsaa den til (24) svarende udvidede Formel

$$N(2^\alpha) + N(3^\beta) = (\alpha + 1)(\beta + 1) + 1 + N\left(\frac{2^\alpha}{3^{\beta+1}}\right) + N\left(\frac{3^\beta}{2^{\alpha+1}}\right), \tag{24'}$$

og ligeledes af (23)

$$N(2^\alpha 3^\beta) = 2\alpha\beta + \alpha + \beta + 1 + N\left(\frac{2^\alpha}{3^{\beta+1}}\right) + N\left(\frac{3^\beta}{2^{\alpha+1}}\right). \tag{25}$$

Denne Formel giver en let Bestemmelse af $N(2^\alpha 3^\beta)$, naar 2^α og 3^β ikke afvige meget fra hinanden, derimod er den ikke praktisk, naar en af Exponenterne er 0.

Der er imidlertid en anden Fremgangsmaade, som da hurtigere fører til Maalet og som bedre lader sig anvende ogsaa for andre Primtal end 2 og 3.

Sætte vi nemlig

$$F(n) - F\left(\frac{n}{2}\right) = f(n),$$

saa faas af (21)

$$f(n) - f\left(\frac{n}{3}\right) = 1,$$

og heraf almindelig

$$f(n) - f\left(\frac{n}{3^\beta}\right) = \beta,$$

som gjælder baade for kontinuerte og diskontinuerte Funktioner, forsaavidt $n > 3^{\beta-1}$.

Sætte vi altsaa

$$\beta = E\frac{ln}{l3} + 1,$$

faas dels

$$N(n) - N\left(\frac{n}{2}\right) = 1 + E\frac{ln}{l3} = E\frac{l3n}{l3},$$

dels

$$N'(n) - N'\left(\frac{n}{2}\right) = E\frac{l3n}{l3} + f\left(\frac{n}{3^\beta}\right),$$

hvor nu almindelig

$$f(m) = N'(m) - N'\left(\frac{m}{2}\right).$$

$N(2^x)$ faas nu direkte ved Summation af Udtryk af Formen

$$N(2^x) - N(2^{x-1}) = 1 + E\frac{x\,l2}{l3},$$

altsaa

$$N(2^x) = x + 1 + \left(E\frac{l2}{l3} + E\frac{2\,l2}{l3} + \ldots E\frac{x\,l2}{l3}\right).$$

Ligesaa findes

$$N(3^y) = y + 1 + \left(E\frac{l3}{l2} + E\frac{2l3}{l2} + \ldots E\frac{yl3}{l2}\right).$$

I Praxis udføres Beregningen med største Lethed, naar man først opskriver alle Potenser af 2 og 3 i Rækkefølge efter deres Størrelse. $N(2^x)$ faas da ved til $N(2^{x-1})$ at addere Exponenten til den efter 2^x nærmest følgende Potens af 3, saaledes som vist i efterstaaende Skema:

Potenser.	$N(2^x) - N(2^{x-1})$.	$N(2^x)$.	$N(3^y) - N(3^{y-1})$.	$N(3^y)$.
1	1	1	1	1
2^1	1	2	-	-
3^1	-	-	2	3
2^2	2	4	-	-
2^3	2	6	-	-
3^2	-	-	4	7
2^4	3	9	-	-
3^3	-	-	5	12
2^5	4	13	-	-
2^6	4	17	-	-
3^4	-	-	7	19

Følgende Tabel gjengiver Resultaterne i en mere overskuelig Form:

x	$N(2^x)$	$N(3^x)$.	x	$N(2^x)$	$N(3^x)$.	x	$N(2^x)$.
0	1	1	11	48	111	22	171
1	2	3	12	56	131	23	186
2	4	7	13	65	152	24	202
3	6	12	14	74	175	25	218
4	9	19	15	84	199	26	235
5	13	27	16	95	225	27	253
6	17	37	17	106	252	28	271
7	22	49	18	118	281	29	290
8	28	62	19	130	312	30	309
9	34	77	20	143	344	31	329
10	41	93	21	157		32	350

Prøve: $N(2^{32}) + N(3^{20}) = 694 = 33 \,.\, 21 + 1.$

For
$$N'(n) = \tfrac{1}{2}\frac{(ln)^2}{l2\,l3} + \tfrac{1}{2}\left(\frac{ln}{l2} + \frac{ln}{l3}\right) + 1$$
finder man
$$N'(n) - N'\binom{n}{2} = 1 + \frac{ln}{l3} - \tfrac{1}{2}\frac{l2}{l3} = 1 + \frac{ln - \frac{1}{2}l2}{l3}$$
og analogt dermed
$$N'(n) - N'\binom{n}{3} = 1 + \frac{ln - \frac{1}{2}l3}{l2},$$
medens vi før havde
$$N(n) - N\left(\frac{n}{2}\right) = 1 + E\frac{ln}{l3}.$$

For $n = 2^x$ finder man altsaa
$$N'(2^x) = x + 1 + \frac{(1-\frac{1}{2})l2}{l3} + \frac{(2-\frac{1}{2})l2}{l3} + \frac{(3-\frac{1}{2})l2}{l3} + \ldots \frac{(x-\frac{1}{2})l2}{l3}, \tag{25}$$
medens
$$N(2^x) = x + 1 + E\frac{l2}{l3} + E\frac{2\,l2}{l3} + E\frac{3\,l2}{l3} \ldots + E\frac{x\,l2}{l3}. \tag{25'}$$

Bestemmelsen af de snævrest mulige Grænser for Afvigelsen mellem N og N' vilde altsaa afhænge af en Sammenligning mellem Rækker af Formen
$$\Sigma Eak \quad \text{og} \quad \Sigma(a-\tfrac{1}{2})k. \qquad a = 1, 2, 3 \ldots; \qquad k \text{ irrational.}$$

En grafisk Fremstilling vil vise, at saadanne Rækker ville stemme temmelig nøje overens, og for rationale k vilde der komme en Periodicitet i Afvigelserne, foruden et af k afhængigt Led, men en nærmere Undersøgelse af disse Forhold ligger udenfor denne Afhandlings Opgave.

Vi have set, at man, naar 2^α og 3^β ere noget nær ligestore, kan faa en exakt Bestemmelse af $N(2^\alpha 3^\beta)$ og ligeledes af $N(\sqrt{2^\alpha 3^\beta})$. Er derimod n givet almindelig, er man henvist til at benytte (22) eller rettere sagt (12) til at danne en Rekursionsformel. Denne vil her antage Formen
$$N(n) = N\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}}\right) + N\left(\frac{n}{3^{\beta+1}}\right) - N\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}3^{\beta+1}}\right) + D_p(n), \tag{26}$$
hvor $p = 2^\alpha 3^\beta$, og hvor sidste Led kan erstattes ved
$$D_p(n) = (\alpha+1)(\beta+1) - D_p\left(\frac{p}{n}\right) + \rho, \tag{27}$$
hvor $\rho = 0$, undtagen hvis n gaar op i p, da $\rho = 1$. Det kommer her an paa for p at vælge et saadant Tal, at saavel de første Led paa højre Side blive saa smaa som muligt, som at $D_p(n)$ kan bestemmes exakt eller i det mindste reduceres til et N med lavt Argument. Det simpleste er at vælge $p < n$ men dog saa nær som muligt lig n og saaledes, at 2^α og 3^β ere omtrent lige store, idet man da faar $D_p(n) = (\alpha+1)(\beta+1)$, medens samtidig de to første Led paa højre Side af (26) faa Argumenter, som omtrent ere $\sqrt{n}$, medens det 3die Led nærmer sig stærkt til 0.

Man kunde ogsaa vælge $p > n$ og da navnlig saaledes, at Argumenterne

$$\frac{n}{2^{\alpha+1}}, \quad \frac{n}{3^{\beta+1}} \quad \text{og} \quad \frac{p}{n}$$

omtrentlig ere lige store. Dette vil opnaas ved for $2^{\alpha+1}$ og $3^{\beta+1}$ at vælge Potenser, som ere omtrent lig med $n^{\frac{2}{3}}$. Samtidig bliver da det 3die Led paa højre Side i (26) Nul, medens $D_p\left(\frac{p}{n}\right)$ vil blive lig $N\left(\frac{p}{n}\right)$, saa at man faar

$$N(n) = (\alpha+1)(\beta+1) + N\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}}\right) + N\left(\frac{n}{3^{\beta+1}}\right) - N\left(\frac{2^\alpha 3^\beta}{n}\right) + \rho, \tag{28}$$

hvor $\rho = 1$, naar $\frac{2^\alpha 3^\beta}{n}$ er hel, og ellers $\rho = 0$.

Ex. 1. $n = 1000$. Vi vælge $2^{\alpha+1} = 2^7 = 128$, $3^{\beta+1} = 3^4 = 81$, som giver

$$N(1000) = 28 + N(7) + N(12) - N(1) = 28 + 5 + 8 - 1 = 40.$$

Ex. 2. $n = 1000000$, $2^{\alpha+1} = 2^{14} = 16584$, $3^{\beta+1} = 3^9 = 19683$.

$$N(1000000) = 126 + N(61) + N(50) - N(53) = 126 + 16 + 15 - 15 = 142.$$

Resultatet kan prøves ved Anvendelse af Formlen $N(n) - N\left(\frac{n}{3}\right) = E\frac{l2\,n}{l2}$.

Det er tydeligt, at man ogsaa vil faa rigtige Resultater ved i det foregaaende at erstatte Primtallene 2 og 3 med andre eller endog ved et vilkaarligt Par Tal, som ere indbyrdes Primtal.

Udtrykt ved ufuldstændige Kvotienter bliver $N_{23}(n) = \Sigma\mu'(x)\,E\frac{n}{x}$, hvor $\mu'(x) = \mu(x)$, naar ikke x er delelig med 2 eller 3, i hvilket Fald $\mu'(x) = 0$, altsaa

$$N_{23}(n) = E\frac{n}{1} - E\frac{n}{5} - E\frac{n}{7} - E\frac{n}{11} - \ldots + E\frac{n}{35} + \ldots\,. \tag{29}$$

Gaa vi dernæst over til Betragtningen af Tal, som indeholde indtil 3 Primfaktorer 2, 3, 5, saa haves først

$$N_{235}(n) - N_{235}\left(\frac{n}{5}\right) = N_{23}(n),$$

eller

$$N_{235}(n) = N_{23}(n) + N_{23}\left(\frac{n}{5}\right) + N_{23}\left(\frac{n}{5^2}\right) + \ldots, \tag{30}$$

og de dermed analoge, som reducere Bestemmelsen til den simplere Bestemmelse af N_{23}.

Endvidere haves Fundamentalligningen

$$N(n) - N\left(\frac{n}{2}\right) - N\left(\frac{n}{3}\right) - N\left(\frac{n}{5}\right) + N\left(\frac{n}{2.3}\right) + N\left(\frac{n}{2.5}\right) + N\left(\frac{n}{3.5}\right) - N\left(\frac{n}{2.3.5}\right) = 1, \tag{31}$$

og mere almindelig den af (12) fremgaaende Ligning

$$N(n) - N\left(\frac{n}{2^\alpha}\right) - N\left(\frac{n}{3^\beta}\right) - N\left(\frac{n}{5^\gamma}\right) + N\left(\frac{n}{2^\alpha 3^\beta}\right) \ldots - N\left(\frac{n}{2^\alpha 3^\beta 5^\gamma}\right) = D_p(n), \qquad (32)$$

hvor $D_p(n)$ betegner Antallet af Divisorer i $p = 2^{\alpha-1} . 3^{\beta-1} . 5^{\gamma-1}$ op til n. $D(n)$ kan, forudsat at n ikke selv er Divisor i p, erstattes ved $\alpha\beta\gamma - D\left(\frac{p}{n}\right)$; er n Divisor, tillægges en Enhed.

Hvis vi sætte $n = \sqrt{p}$, og p ikke er noget Kvadrattal, faas altsaa paa højre Side $\frac{1}{2}\alpha\beta\gamma$, medens nogle af Leddene paa venstre Side forsvinde.

For $n = 2^\alpha 3^\beta 5^\gamma$ faas

$$N(2^\alpha 3^\beta 5^\gamma) - N(2^\alpha 3^\beta) - N(2^\alpha 5^\gamma) - N(3^\beta 5^\gamma) + N(2^\alpha) + N(3^\beta) + N(5^\gamma) - 1 = \alpha\beta\gamma.$$

Vi naa imidlertid ad denne Vej ikke synderlig videre, saalænge Exponenterne ere ubestemte, hvorimod man for givne Talværdier hurtig kan opnaa en ret betydelig Reduktion ved (32). Exempelvis ville vi beregne $N(1000)$, idet vi forudsætte N bekjendt for Værdier < 15.

Vi vælge først $p = 900 = 2^2 3^2 5^2$; saa er

$$D_p(1000) = 3 . 3 . 3 = 27, \quad \text{og}$$

$$\begin{aligned} N(1000) &= 27 + N\left(\frac{1000}{8}\right) + N\left(\frac{1000}{27}\right) + N\left(\frac{1000}{125}\right) - N\left(\frac{1000}{216}\right) - N\left(\frac{1000}{1000}\right) \\ &= 27 + N(125) + N(37) + N(8) - N(4) - N(1) \\ &= 29 + N(125) + N(37). \end{aligned}$$

$120 = 2^3 . 3 . 5$ giver

$$N(125) = N\left(\frac{125}{16}\right) + N\left(\frac{125}{9}\right) + N\left(\frac{125}{25}\right) + 16 = 6 + 10 + 5 + 16 = 37.$$

$36 = 2^2 . 3^2$ giver

$$N(37) = N\left(\frac{37}{8}\right) + N\left(\frac{37}{27}\right) + N\left(\frac{37}{5}\right) + 9 = 4 + 1 + 6 + 9 = 20,$$

altsaa

$$N(1000) = 29 + 37 + 20 = 86.$$

Beregningen kan varieres paa mangfoldige Maader. F. Ex. ogsaa

$$1000 = 2^3 . 5^3, \quad p = 2^6 . 5^6, \quad \text{giver}$$

$$N(1000) - N\left(\frac{1000}{128}\right) - N\left(\frac{1000}{3}\right) + N\left(\frac{1000}{3 . 2^7}\right) = \tfrac{1}{2}(7 . 7 + 1) = 25,$$

$$N(1000) = N(333) + N(7) - N(2) + 25 = N(333) + 29.$$

$p = 2^4 . 5 . 3^3 = 2160$ giver

$$D_p(333) = 5 . 2 . 4 - D_p\left(\frac{2160}{333}\right) = 40 - 6 = 34,$$

$$N(333) = N\left(\frac{333}{32}\right) + N\left(\frac{333}{25}\right) + N\left(\frac{333}{81}\right) + 34 = 57,$$

$$N(1000) = 29 + 57 = 86.$$

Fundamentalligningen for N tilfredsstilles ogsaa her af en kontinuert Funktion. Da nemlig ifølge (11)

$$\Sigma\mu(d)\,(l\,d)^s = \begin{cases} -1\,.\,2\,.\,3\,.\,l2\,.\,l3\,.\,l5 \text{ for } s = 3\,, \\ 0 \text{ for } s < 3\,, \end{cases}$$

naar d betegner alle Divisorer i et Tal $2^x\,.\,3^y\,.\,5^z$, saa haves

$$\Sigma\mu(d)\left(l\left(\frac{n}{d}\right)\right)^3 = \Sigma\mu(d)\left\{(ln)^3 - 3\,(ln)^2\,ld + 3\,ln\,(ld)^2 - (ld)^3\right\} = -1\,.\,2\,.\,3\,.\,l2\,.\,l3\,.\,l5\,,$$

og sættes altsaa

$$N'(n) = \frac{1}{6}\,\frac{ln}{l2}\cdot\frac{ln}{l3}\cdot\frac{ln}{l5}\,, \tag{33}$$

haves en kontinuert Funktion, for hvilken den samme Ligning gjælder som for selve N, nemlig

$$N'(n) - N'\left(\frac{n}{2}\right) - N'\left(\frac{n}{3}\right) - N'\left(\frac{n}{5}\right) + N'\left(\frac{n}{2.3}\right) + N'\left(\frac{n}{2.5}\right) + N'\left(\frac{n}{3.5}\right) - N'\left(\frac{n}{2.3.5}\right) = 1.$$

Ligningen vedbliver at gjælde, om man til N' adderer et Udtryk af Formen $A(ln)^2 + Bln + C$, hvor A, B, C ere arbitrære Konstanter.

Det frembyder sig herefter af sig selv i Almindelighed at søge en tilnærmet Bestemmelse af $N(n)$ ved Hjælp af en Række af Formen

$$A + Bln + C(ln)^2 + D(ln)^3 + R\,,$$

hvor R betegner et Restled, som ikke indeholder noget Led af samme Form som de andre.

Naar det var givet, at en Funktion $\psi(n)$ kunde fremstilles exakt ved en endelig Række af Formen

$$\psi(n) = A + Bln + C(ln)^2 + D(ln)^3\,,$$

saa maatte de enkelte Koefficienter kunne bestemmes saaledes. Lad a, b, c være 3 forskjellige Primtal og d en vilkaarlig Divisor i abc, saa er, idet Summen udstrækkes til alle Divisorer

$$\Sigma\mu(d)\psi\left(\frac{n}{d}\right) = D\,.\,\Sigma\mu(d)\left(l\left(\frac{n}{d}\right)\right)^3 = 1\,.\,2\,.\,3\,.\,la\,.\,lb\,.\,lc\,,$$

altsaa faas

$$D = \frac{\Sigma\mu(d)\psi\left(\frac{n}{d}\right)}{6\,la\,.\,lb\,.\,lc}\,,$$

som kan findes, hvis Tælleren er bekjendt. Dernæst kan $\psi(n) - D(ln)^3$ udtrykkes ved en Række, hvor 2den Potens af ln er den højeste, og man faar derefter

$$C = \frac{\Sigma\mu(d)\left[\left(\psi\left(\frac{n}{d}\right) - D\left(l\left(\frac{n}{d}\right)\right)^3\right]}{2\,la\,.\,lb}\,,$$

hvor d nu betegner Divisorerne i ab, men hvor man iøvrigt med samme Ret kunde benytte to andre Primtal f. Ex. b, c eller c, a.

Er C bestemt, findes

$$B = \frac{\Sigma\mu(d)\left[\left(\psi\left(\frac{n}{d}\right) - D\left(l\left(\frac{n}{d}\right)\right)^3 - C\left(l\left(\frac{n}{d}\right)\right)^2\right]}{la}, \quad (d \text{ Divisor i } a)$$

og endelig

$$A = \psi(n) - (D(ln)^3 + C(ln)^2 + B\,ln).$$

Vi have her for Kortheds Skyld holdt os til Rækker med højst 3die Potens af ln, men det er aabenbart, at Methoden er almindelig, kun maa man, hvis der er flere Led, benytte et tilsvarende Antal Primtal. Ogsaa naar $\psi(n)$ ikke kan udtrykkes exakt ved en Række af den angivne Form, kan man paa denne Maade faa en Tilnærmelsesformel. Forsaavidt Koefficienterne A, B, C... virkelig blive konstante, vil den Rest, $R(n)$, som i et saadant Fald skal tilføjes, dog tilfredsstille en Række Ligninger af Formen $\Sigma\mu(d)R\left(\frac{n}{d}\right) = 0$. Disse Ligninger kunne reduceres til

$$R(n) - R\left(\frac{n}{a}\right) = 0, \quad R(n) - R\left(\frac{n}{b}\right) = 0, \quad R(n) - R\left(\frac{n}{c}\right) = 0,$$

svarende til alle de Primtal, man har benyttet, og Resten maa derfor antages at blive en Funktion, der oscillerer om Nul som Middelværdi.

Hvad det særlig kommer an paa, er altsaa Bestemmelsen af Summerne $\Sigma\mu(d)\psi\left(\frac{n}{d}\right)$. Denne kan i det foreliggende Tilfælde kun delvis gjøres exakt, men der synes dog at være en Mulighed for en brugbar sukcessive tilnærmet Bestemmelse.

Vi skulle nu betragte de simpleste Anvendelser, idet vi begynde med for $\psi(n)$ at sætte Antallet af Potenser af Primtallet a op til n. Saa er altsaa

$$\psi(n) = N_a(n) = E\frac{ln}{la} + 1.$$

Her er

$$\Sigma\mu(d)\psi\left(\frac{n}{d}\right) = N(n) - N\left(\frac{n}{a}\right) - 1,$$

altsaa

$$B = \frac{1}{la}.$$

Følgelig er

$$N(n) = \frac{ln}{la} + A.$$

A er nøjagtig $1 + E\frac{ln}{la} - \frac{ln}{la}$, som altid er en positiv ægte Brøk.

Sætte vi

$$N_a(n) = \frac{ln}{la} + \tfrac{1}{2} + R(n),$$

saa er $R(n)$ beliggende mellem Grænserne $\pm\frac{1}{2}$, og man vil tilmed have

$$R(n) - R\left(\frac{n}{a}\right) = N(n) - N\left(\frac{n}{a}\right) - \left(\frac{ln}{la} + \tfrac{1}{2}\right) + \left(\frac{l\frac{n}{a}}{la} + \tfrac{1}{2}\right) = 0;$$

derimod ikke $R(n) - R\left(\frac{n}{b}\right) = 0$, naar b er et fra a forskjelligt Primtal.

Gaa vi dernæst til Tal sammensatte af Potenser af 2 Primtal a og b, saa er her for $N = N_{ab}$

$$N(n) - N\left(\frac{n}{a}\right) - N\left(\frac{n}{b}\right) + N\left(\frac{n}{ab}\right) = 1,$$

altsaa

$$C = \frac{1}{2\,la\,lb},$$

hvorefter søges

$$\Sigma\mu(d)\left(N\left(\frac{n}{d}\right) - \frac{\left(l\frac{n}{d}\right)^2}{2\,la\,lb}\right),$$

idet d er Divisor i b.

Men $$N_{ab}(n) - N_{ab}\left(\frac{n}{b}\right) = N_a(n) = 1 + E\frac{ln}{la} \text{ eller } \frac{ln}{la} + \tfrac{1}{2} + R(n),$$

medens

$$-\frac{1}{2\,la\,lb}\Sigma\mu(d)\left(l\frac{n}{d}\right)^2 = -\frac{1}{2\,la\,lb}\Sigma\mu(d)\left((ln)^2 - 2\,ln\,ld + (ld)^2\right) = -\frac{ln}{la} - \frac{1}{2\,la\,lb}\Sigma\mu(d)\,(ld)^2 =$$

$$-\frac{ln}{la} + \frac{1}{2\,la\,lb}(lb)^2 = -\frac{ln}{la} + \frac{lb}{2\,la}.$$

Altsaa faas

$$B = \frac{1}{lb}\left[\tfrac{1}{2} + R(n) + \frac{lb}{2la}\right] = \tfrac{1}{2}\frac{la + lb}{la\,.\,lb} + \frac{R(n)}{lb}.$$

Bortkaste vi den sidste Del, der ikke er konstant men svinger mellem Grænserne $\pm\frac{1}{2\,lb}$, saa bliver den øvrige Del af B en symmetrisk Funktion af a og b og faas altsaa som Koefficient til ln, hvad enten man benytter Divisorerne i b eller i a til Bestemmelsen. Vi kunne altsaa sætte

$$N_{ab}(n) = \tfrac{1}{2}\frac{(ln)^2}{la\,lb} + \tfrac{1}{2}\frac{lab\,.\,ln}{la\,lb} + R', \tag{34}$$

hvor R' vel kan indeholde et konstant Led men ikke Led af Formen $C'(ln)^2 + B'(ln)$ med konstante Koefficienter, omend Grænserne for R' muligvis kunne være proportionale med ln.

For $\psi(n) = N_{abc}(n)$ faas paa lignende Maade først

$$D = \tfrac{1}{6}\frac{1}{la\,lb\,lc},$$

dernæst

$$C = \frac{1}{2\,la\,lb}\left(N(n) - N\left(\frac{n}{a}\right) - N\left(\frac{n}{b}\right) + N\left(\frac{n}{ab}\right) - D\,.\,\Sigma\mu(d)\left(l\frac{n}{d}\right)^3\right)$$

$$\frac{1}{2\,la\,lb}\left(f(n) - \frac{6\,ln\,.\,la\,.\,lb - 3\,la\,.\,lb\,.\,lab}{6\,la\,lb\,lc}\right), \quad d \text{ Divisor i } ab,$$

$$\text{idet } f(n) = N(n) - N\left(\frac{n}{a}\right) - N\left(\frac{n}{b}\right) + N\left(\frac{n}{ab}\right), \text{ og altsaa}$$

$$f(n) - f\left(\frac{n}{c}\right) = 1, \text{ hvoraf } f(n) = E\frac{ln}{lc} + 1 = \frac{ln}{lc} + \tfrac{1}{2} + R.$$

Følgelig er paa en oscillerende Funktion R nær

$$C = \frac{1}{2\,la\,lb}\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\frac{lab}{lc}\right) = \frac{1}{4}\frac{labc}{la\,lb\,lc}.$$

Det fundne Udtryk er en symmetrisk Funktion af a, b, c, som det bør være. Herefter faas atter

$$B = \frac{1}{lc}\left[\left(N(n) - N\left(\frac{n}{c}\right)\right) - D\left((ln)^3 - \left(l\left(\frac{n}{c}\right)\right)^3\right) - C\left((ln)^2 - l\left(\frac{n}{c}\right)^2\right)\right],$$

idet vi atter her bortkaste de oscillerende Led og tillige iagttage, at B maa være symmetrisk med Hensyn til a, b og c. Til Bestemmelse heraf haves først

$$N_{abc}(n) - N_{abc}\left(\frac{n}{c}\right) = N_{ab}(n),$$

hvor man for $N_{ab}(n)$ kan benytte det ovenfor fundne Udtryk med Tilføjelse af en foreløbig ubestemt Konstant $\varkappa$, altsaa, idet Resten bortkastes,

$$N_{ab}(n) = \tfrac{1}{2}\frac{(ln)^2}{la\,lb} + \tfrac{1}{2}\frac{lab\,.\,ln}{la\,lb} + \varkappa.$$

Endvidere er

$$D\left((ln)^3 - \left(l\left(\frac{n}{c}\right)\right)^3\right) = \frac{1}{6\,la\,lb\,lc}\left(3\,(ln)^2\,lc - 3\,ln\,(lc)^2 + (lc)^3\right);$$

$$C\left((ln)^2 - \left(l\left(\frac{n}{c}\right)\right)^2\right) = \frac{labc}{4\,la\,lb\,lc}\left(2\,ln\,lc - (lc)^2\right),$$

og altsaa bliver, idet Leddene med $(ln)^2$ og ln hæve hinanden,

$$B = \frac{\varkappa}{lc} - \frac{1}{la\,lb\,lc}\left(\frac{(lc)^2}{6} - \frac{lc\,.\,labc}{4}\right).$$

Da B bør være symmetrisk med Hensyn til a, b, c, kunne vi forsøge, om dette kan opnaas ved en passende Bestemmelse af $\varkappa$ som symmetrisk Funktion af a og b alene.

Den eneste Maade, hvorpaa dette kan ske, er ved at sætte

$$\varkappa = \frac{1}{la\,lb}\left[\frac{(la)^2 + (lb)^2}{12} + \frac{la\,lb}{4}\right] = \frac{1}{12}\frac{(lab)^2 + la\,lb}{la\,lb},$$

som giver

$$B = \frac{1}{la\,lb\,lc}\left[\frac{(la)^2 + (lb)^2 + (lc)^2}{12} + \frac{la\,lb + lb\,lc + lc\,la}{4}\right],$$

eller

$$B = \frac{1}{12}\frac{1}{la\,lb\,lc}\left((labc)^2 + la\,lb + lb\,lc + lc\,la\right).$$

Altsaa er Tilnærmelsesformlen følgende

$$N'_{abc}(n) = \frac{1}{6}\frac{(ln)^3}{la\,lb\,lc} + \frac{1}{4}\frac{labc\,.\,(ln)^2}{la\,lb\,lc} + \frac{1}{12}\frac{(labc)^2 + la\,lb + lb\,lc + lc\,la}{la\,lb\,lc}\,ln + A, \tag{35}$$

hvor A er konstant. Formlen (34) ændres samtidig til

$$N_{ab}(n) = \frac{1}{2}\frac{(ln)^2}{la\,lb} + \frac{1}{2}\frac{lab\,.\,ln}{la\,lb} + \frac{1}{12}\frac{(lab)^2 + la\,lb}{la\,lb}. \tag{34'}$$

Vi have altsaa her ikke blot opnaaet en Bestemmelse af den søgte Koefficient B men ogsaa af den konstante Størrelse $\varkappa$, som maa indgaa i $N_{ab}(n)$, og ved nu at anvende den samme Fremgangsmaade for Tal med 4 Primfaktorer maatte man altsaa ogsaa kunne faa Værdien af Konstanten A i N_{abc}.

Det synes, at man ad denne Vej vil kunne konstruere brugbare Tilnærmelsesformler, men den angivne Methode lider foreløbig af den Mangel, at der savnes et sikkert Middel til Bedømmelsen af Fejlenes Størrelse; det synes vel, at Fejlen vil kunne bestemmes ved et Udtryk efter Potenser af ln af en Orden, som er en Enhed lavere end Formlen for selve $N(n)$, og med oscillerende Koefficienter, for hvilke Grænser kunne angives, men en numerisk Beregning tyder snarere paa, at Fejlgrænserne langtfra stige saa stærkt. Vi anføre nedenfor en lille Tabel, som angiver Afvigelserne mellem $N(n)$ og Tilnærmelsesformlerne for $n = e^x$, $x = 0, 1, 2 \ldots 10$, og skjønt en saadan Sammenligning kun giver et rent overfladisk Skjøn, viser den dog, at der neppe vilde kunne findes nogen anden lige saa simpel kontinuert Tilnærmelsesformel, som vilde give en bedre Fremstilling af den betragtede diskontinuerte Funktion.

x	e^x	N_{23}	N'_{23}	$N-N'$	N_{235}	N'_{235}	$N-N'$
0	1·0	1	0·4	0·6	1	0	1·0
1	2·7	2	2·3	— 0·3	2	1·9	0·1
2	7·4	5	5·4	— 0·4	6	5·9	0·1
3	20·1	10	9·9	0·1	14	13·0	1·0
4	54·6	16	15·6	0·4	25	23·9	1·1
5	148·4	23	22·7	0·3	40	39·5	0·5
6	403·4	31	31·1	— 0·1	61	60·6	0·4
7	1096·6	41	40·8	0·2	88	87·9	0·1
8	2981·0	52	51·9	0·1	122	122·3	— 0·3
9	8103·1	64	64·2	— 0·2	166	164·7	1·3
10	22026·5	78	77·9	0·1	217	215·7	1·3

Formlerne ere

$$N'_{23}(e^x) = 0{\cdot}6566\,x^2 + 1{\cdot}1765\,x + 0{\cdot}4347.$$
$$N'_{235}(e^x) = 0{\cdot}1360\,x^3 + 0{\cdot}6938\,x^2 + 1{\cdot}0344\,x + k.$$

I Tabellen er k sat lig 0, saa at altsaa Differenserne $N-N'$ i sidste Kolonne alle skulle formindskes med en konstant Størrelse.

III.

Vi gaa dernæst over til Undersøgelsen af, om lignende Fremgangsmaader kunne anvendes ved Bestemmelsen af Funktionen $\sum_1^n \lambda(x)$, hvor x betegner et Tal, der er sammensat af visse bestemte Primtal, og λ har den tidligere angivne Betydning. Vi betegne denne Sum udstrakt til alle Tal af den bestemte Form, vi til enhver Tid betragte, og som ere $\overline{\overline{<}}\, n$, ved $L(n)$, medens som før $\Lambda_p(n)$ kun betegner Summen af de λ, som svare til Divisorerne i et vist givet Tal p, forsaavidt disse ere $\overline{\overline{<}}\, n$. De givne Primtal være 2, 3, 5 . . .

De forskjellige λ blive da Koefficienterne i det udviklede Produkt

$$(1-2+2^2\ldots+(-2)^\alpha+(-2)^{\alpha+1}\ldots)(1-3+3^2\ldots+(-3)^\beta+(-3)^{\beta+1}+\ldots)(1-5+\ldots)$$

hvis enkelte Faktorer vi for Kortheds Skyld betegne ved R_2, R_3 o. s. v. Saa ses, at man identisk har

$$R_2 R_3 R_5 \ldots (1-(-2)^{\alpha+1})(1-(-3)^{\beta+1})(1-(-5)^{\gamma+1})\ldots$$
$$= (1-2+2^2\ldots+(-2)^\alpha)(1-3+3^2\ldots+(-3)^\beta)(1-5+5^2+\ldots(-5)^\gamma)\ldots,$$

forsaavidt man kun betragter de to Rækker med Hensyn til de enkelte Led, som forekomme i dem.

Venstre Side skrives hensigtsmæssigere under Formen

$$R_2 R_3 R_5 \ldots (1+(-1)^\alpha 2^{\alpha+1})(1+(-1)^\beta 3^{\beta+1})(1+(-1)^\gamma 5^{\gamma+1})\ldots.$$

Af denne Omskrivning faa vi nu følgende Sætning. Betegnes ved p Produktet $2^\alpha 3^\beta 5^\gamma \ldots$, saa er for et vilkaarligt n

$$L(n)+(-1)^\alpha L\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}}\right)+(-1)^\beta L\left(\frac{n}{3^{\beta+1}}\right)+\ldots+(-1)^{\alpha+\beta} L\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}3^{\beta+1}}\right)\ldots+$$
$$+(-1)^{\alpha+\beta+\gamma} L\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}3^{\beta+1}5^{\gamma+1}}\right)\ldots = \Lambda_p(n). \tag{36}$$

Er specielt $\alpha = \beta = \gamma \ldots = 0$, faas

$$L(n)+L\left(\frac{n}{2}\right)+L\left(\frac{n}{3}\right)+\ldots+L\left(\frac{n}{2.3}\right)+L\left(\frac{n}{3.5}\right)\ldots+L\left(\frac{n}{2.3.5}\right)\ldots = 1, \tag{37}$$

idet der i Nævnerne kun indgaar Produkter af 0te og 1ste Potenser af alle de Primtal, som ere Faktorer i de sammensatte Tal p, vi betragte.

Ligningen (36) er ganske analog med (12), den tilsvarende for N, og kan anvendes ligesom denne.

Navnlig bemærkes, at for $p < n$ er $\Lambda_p(n) = 0$ eller 1, eftersom p er et Kvadrattal eller ikke. Er $n = \sqrt{p}$ og selv et Kvadrattal, faas

$$\Lambda_p(n) = \tfrac{1}{2}(\Lambda(p)+1) = 1.$$

Hvor $p > n$, kan man ofte med Fordel i Stedet for $A_p(n)$ sætte $A(p) - \lambda(p) A\left(\frac{p}{n}\right)$, hvortil dog maa føjes $\lambda(n)$, hvis n gaar op i p.

Disse Formler give i alle Tilfælde Midlerne til en sukcessiv Bestemmelse af L, idet α, β, γ vælges saaledes, at A-Funktionerne let kunne findes.

$L(n)$ kan som alle andre numeriske Funktioner udvikles i Række efter ufuldstændige Kvotienter af Formen $E\frac{n}{s}$, hvor $s = 1, 2 \ldots n$. Denne Række bestemmes ved at bemærke, at da $\sum_1^n \mu_s E\frac{n}{s} = 1$ undtagen for alle $\frac{n}{s} < 1$, da denne Sum er 0, saa vil i Almindelighed

$$A \sum_1^n \mu_s E\frac{n}{as} + B \Sigma \mu_s E\frac{n}{bs} + C \Sigma \mu_s E\frac{n}{cs} + \ldots ,$$

hvor a, b, c ere positive hele Tal, angive et Udtryk for en Funktion, der for $n < A$ er 0, derefter lig A, saalænge $n < b$, dernæst $A + B$, saalænge $n < c$, o. s. v.; idet Rækken stadig tænkes ordnet saaledes, at Tallene a, b, c voxe. Herved faas for $L(n)$ Udtrykket

$$L(n) = \sum_1^n \sum_1^n \mu_s \lambda_x E\frac{n}{xs} , \tag{38}$$

hvor s ere alle hele Tal, x de Tal, som ere sammensatte af de bestemte Primtal, som vi betragte, og der er herefter kun at undersøge, hvilken Koefficient der optræder som Faktor til en bestemt Kvotient $E\frac{n}{y}$, en Undersøgelse, som i et forelagt Tilfælde ikke frembyder nogen Vanskelighed. Koefficienten vil udtrykkes ved

$$\Sigma \mu(d) \lambda\left(\frac{y}{d}\right),$$

udstrakt til alle Divisorer i y, idet λ sættes lig 0 for de Divisorer, som ikke høre til den betragtede Talform.

Skrives y som $2^\alpha 3^\beta \ldots . a^\rho b^\sigma \ldots$, hvor a, b betegne de Primfaktorer, som ikke høre med iblandt dem, der forekomme i Tallene x, saa kan denne Sum skrives som

$$\Sigma \mu\left(\frac{y}{d}\right) \lambda(d),$$

hvor d nu alene betegner Divisorerne i $2^\alpha 3^\beta \ldots$.

Men
$$\frac{y}{d} = a^\rho b^\sigma \ldots . \frac{2^\alpha 3^\beta}{d} ,$$

og følgelig maa ogsaa

$$\mu\left(\frac{y}{d}\right) = \mu(a^\rho b^\sigma) . \mu\left(\frac{2^\alpha 3^\beta}{d}\right).$$

Altsaa

$$\Sigma \mu\left(\frac{y}{d}\right) \lambda(d) = \mu(a^\rho b^\sigma) . \Sigma \mu\left(\frac{2^\alpha 3^\beta \ldots}{d}\right) \lambda(d)$$

$$= \mu(a^\rho b^\sigma \ldots) . \Sigma \mu(d) \lambda\left(\frac{2^\alpha 3^\beta \ldots}{d}\right) = \mu(a^\rho b^\sigma \ldots) \lambda(2^\alpha 3^\beta \ldots) \Sigma \mu^2(d) ;$$

hvor d altsaa kan indskrænkes til Divisorerne i $2.3\ldots$. Derved bliver $\Sigma\mu^2(d) = 2^\varkappa$, hvor $\varkappa$ er Antallet af forskjellige Primfaktorer af Rækken $2, 3\ldots$, som indgaa i det paagjældende y, medens $\mu(a^\rho b^\sigma\ldots)$ alene afhænger af de andre Primfaktorer $a, b\ldots$.

Alle Koefficienter i Rækken

$$L(n) = \Sigma c_y E\frac{n}{y}, \tag{39}$$

blive altsaa af Formen

$$c_y = \varepsilon . 2^\varkappa, \quad \varepsilon = -1, \quad 0 + 1.$$

F. Ex.

$$L_{23}(n) = E\frac{n}{1} - 2E\frac{n}{2} - 2E\frac{n}{3} + 2E\frac{n}{4} - E\frac{n}{5} + 4E\frac{n}{6} - E\frac{n}{7} - 2E\frac{n}{8}$$
$$+ 2E\frac{n}{9} + 2E\frac{n}{10} - E\frac{n}{11} - 4E\frac{n}{12}\ldots,$$

$$L_{35}(n) = E\frac{n}{1} - E\frac{n}{2} - 2E\frac{n}{3} - 2E\frac{n}{5} + 2E\frac{n}{6} - E\frac{n}{7} + 2E\frac{n}{9} + 2E\frac{n}{10}$$
$$- E\frac{n}{11} - E\frac{n}{13} + E\frac{n}{14} + 4E\frac{n}{15} - E\frac{n}{17}\ldots.$$

Af større Interesse er det, at L ogsaa kan udtrykkes ved Hjælp af N. Ethvert Tal af Formen $2^x 3^y 5^z\ldots$ kan nemlig paa en og kun paa en Maade skrives som Produkt af Kvadratet q^2 af et Tal af samme Form og en Divisor d i $2.3.5\ldots$. Rækken af samtlige λ kan derfor opløses i en Sum af ligesaa mange andre Rækker som der er Divisorer i $2.3.5\ldots$. Til en bestemt Divisor d hører Rækken $\Sigma\lambda(q^2 d)$, hvor q betegner de Kvadrattal af den givne Form, som ere $\leqq \frac{n}{d}$. Disses Antal er $N\left(\sqrt{\frac{n}{d}}\right)$, og da $\lambda(q^2 d) = \lambda(d) = \mu(d)$, saa ses Summen af denne specielle Række at være $\mu(d) . N\left(\sqrt{\frac{n}{d}}\right)$, og altsaa

$$L(n) = \Sigma\mu(d) N\left(\sqrt{\frac{n}{d}}\right), \tag{40}$$

hvor d betegner alle Divisorer i $2.3.5\ldots$, eller i udviklet Form

$$L(n) = N(\sqrt{n}) - N\left(\sqrt{\frac{n}{2}}\right) - N\left(\sqrt{\frac{n}{3}}\right)\ldots + N\left(\sqrt{\frac{n}{2.3}}\right)\ldots. \tag{40'}$$

Omvendt vil heraf følge

$$\Sigma L\left(E\frac{n}{x}\right) = N(\sqrt{n}). \tag{41}$$

Naar vi dernæst specielt betragte de Tal, som ere sammensatte af et ringe Antal Primfaktorer, saa findes først for et enkelt Primtal, f. Ex. 2

$$L_2(n) = \frac{1 + (-1)^a}{2}, \quad \text{hvor } a = E\frac{ln}{l2}, \tag{42}$$

altsaa $L_2(n) = 1$ eller 0, eftersom a er lige eller ulige.

Tage vi dernæst to Primtal, 2 og 3, saa faas for $L_{23}(n)$

$$\left.\begin{aligned} L(n) + L\left(\frac{n}{2}\right) + L\left(\frac{n}{3}\right) + L\left(\frac{n}{6}\right) &= 1 \\ L(n) - L\left(\frac{n}{4}\right) - L\left(\frac{n}{9}\right) + L\left(\frac{n}{36}\right) &= \Lambda(n), \end{aligned}\right\} \tag{43}$$

hvor paa højre Side $\Lambda(n)$ bliver lig 0 for $n \overset{=}{>} 6$. For lavere Værdier faas

$$\Lambda(n) = 1,\ 0,\ -1,\ -1,\ -1 \quad \text{for} \quad n = 1,\ 2,\ 3,\ 4,\ 5.$$

I Almindelighed er

$$L(n) + (-1)^{\alpha} L\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}}\right) + (-1)^{\beta} L\left(\frac{n}{3^{\beta+1}}\right) + (-1)^{\alpha+\beta} L\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}3^{\beta+1}}\right) = \Lambda_p(n), \tag{44}$$

hvor højre Side angiver $\Sigma\lambda(d)$ for de Divisorer i $p = 2^{\alpha}3^{\beta}$, som ere lig eller mindre end n.

Er altsaa $n > p$, faas paa højre Side 0, undtagen naar p er et Kvadrattal, da man erholder 1.

For $n = 2^{\alpha}3^{\beta}$ findes altsaa

$$L(2^{\alpha}3^{\beta}) = (-1)^{\alpha} L(3^{\beta}) + (-1)^{\beta} L(2^{\alpha}) - (-1)^{\alpha+\beta} + \rho, \tag{45}$$

hvor $\rho = 1$, naar α og β begge ere ulige, og ellers $\rho = 0$. De to sidste Led $-(-1)^{\alpha+\beta} + \rho$ kunne tilsammen skrives som

$$\tfrac{1}{4}\left(1 - (-1)^{\alpha} - (-1)^{\beta} - 3(-1)^{\alpha+\beta}\right),$$

som giver $\quad -1$ for α og β begge lige,

$\quad 0$ for α og β begge ulige,

og $\quad +1$ for α lige, β ulige eller omvendt.

Ere 2^{α} og 3^{β} sukcessive Potenser, saa blive $L(2^{\alpha})$ og $L(3^{\beta})$ lig $\Lambda(2^{\alpha})$ og $\Lambda(3^{\beta})$, svarende til Divisorerne i $2^{\alpha}3^{\beta}$, og altsaa

$$L(2^{\alpha}) + \lambda(2^{\alpha}3^{\beta})\, L(3^{\beta}) = \Lambda(2^{\alpha}3^{\beta}) + \lambda(2^{\alpha}),$$

eller ved Multiplikation med $\lambda(3^{\beta})$

$$(-1)^{\beta} L(2^{\alpha}) + (-1)^{\alpha} L(3^{\beta}) - (-1)^{\alpha+\beta} = (-1)^{\beta} \Lambda(2^{\alpha}3^{\beta}) = \rho',$$

hvor $\rho' = 1$, naar α og β begge ere lige, og ellers $\rho' = 0$.

Indsættes dette Udtryk i (45), faas

$$L(2^{\alpha}3^{\beta}) = \rho + \rho' = \left\{\begin{matrix} 0 \text{ for } (\alpha+\beta) \text{ ulige} \\ 1 \text{ for } (\alpha+\beta) \text{ lige} \end{matrix}\right\}, \tag{46}$$

hvorved maa erindres, at denne Formel kun gjælder, naar 2^{α} og 3^{β} ere sukcessive Potenstal af 2 og 3.

F. Ex. $L(2\,.\,3) = L(6) = 1$, $L(2^2\,.\,3) = 0$, $L(2^3\,.\,3^2) = 0$, $L(2^4\,.\,3^2) = 1$.

Vi kunne imidlertid uden Vanskelighed se, hvorledes Formlen skal modificeres for det Tilfælde, da der mellem 2^α og 3^β ligge andre Potenstal. Thi lad f. Ex. 2^α være det mindste af de to Tal, saa er der ikke Tvivl om at $\Lambda(2^\alpha) = L(2^\alpha)$, men derimod vil $L(3^\beta)$ foruden $\Lambda(3^\beta)$ endnu indeholde de λ, som svare til saadanne Tal, der indeholde højere Potenser af 2 end 2^α. Men disse ville alle indeholde Faktoren $2^{\alpha+1}$, og da $\lambda(2^{\alpha+1}a) = \lambda(2^{\alpha+1}) \,.\, \lambda(a)$, saa maa altsaa haves

$$L(3^\beta) = \Lambda(3^\beta) + (-1)^{\alpha+1} L\left(\frac{3^\beta}{2^{\alpha+1}}\right) \quad \text{eller} \quad (-1)^\alpha L(3^\beta) = (-1)^\alpha \Lambda(3^\beta) - L\left(\frac{3^\beta}{2^{\alpha+1}}\right).$$

Et analogt Udtryk vilde faas, hvis $2^\alpha > 3^\beta$, saaledes at man altid under et kan skrive

$$(-1)^\beta L(2^\alpha) + (-1)^\alpha L(3^\beta) = (-1)^\beta \Lambda(2^\alpha) + (-1)^\alpha \Lambda(3^\beta) - L\left(\frac{2^\alpha}{3^{\beta+1}}\right) - L\left(\frac{3^\beta}{2^{\alpha+1}}\right),$$

hvor altid det ene af de to sidste Led vil forsvinde.

Og heraf faas som før, idet α og β nu ere vilkaarlige

$$L(2^\alpha 3^\beta) = \rho + \rho' - L\left(\frac{2^\alpha}{3^{\beta+1}}\right) - L\left(\frac{3^\beta}{2^{\alpha+1}}\right), \tag{47}$$

hvor

$$\rho + \rho' = \frac{1 + (-1)^{\alpha+\beta}}{2}.$$

F. Ex.

$$L(2^2 \,.\, 3^2) = 1 - L\left(\frac{3^2}{2^3}\right) = 0,$$

$$L(2^5 \,.\, 3^2) = L(288) = 0 - L\left(\frac{32}{27}\right) = -1 \text{ o.s.v.}$$

Paa lignende Maade kan man udlede, at

$$L\left(\sqrt{2^\alpha 3^\beta}\right) = \Lambda\left(\sqrt{2^\alpha 3^\beta}\right) - (-1)^\alpha L\left(\sqrt{\frac{3^\beta}{2^{\alpha+2}}}\right) - (-1)^\beta L\left(\sqrt{\frac{2^\alpha}{3^{\beta+2}}}\right), \tag{48}$$

hvor det første Led paa højre Side forsvinder, hvis α og β begge ere ulige Tal, saa at i dette Tilfælde faas

$$L\left(\sqrt{2^\alpha 3^\beta}\right) = L\left(\sqrt{\frac{3^\beta}{2^{\alpha+2}}}\right) + L\left(\sqrt{\frac{2^\alpha}{3^{\beta+2}}}\right). \tag{48'}$$

Da $L(n)$ for smaa Værdier af n svinger mellem Værdierne 1, 0, -1, saa se vi heraf, at man, hvor højt man end gaar op i Talrækken, dog altid kan angive Værdier af n, for hvilke $L(n)$ bliver 0, og disse Værdier følge tilmed efter hinanden med en vis Regelmæssighed. $L(n)$ vil derfor aldrig kunne afvige meget stærkt fra 0, men maa antages at svinge frem og tilbage omkring en eller anden Værdi i Nærheden af 0. Absolute Grænser for disse Udsving kunne faas udtrykte ved N. Thi naar man har $L(a) = L(b) = 0$, $a > b$, saa maa af de $N(a) - N(b)$ Tal af den givne Form, som ligge mellem a og b,

Halvdelen have positive, Halvdelen have negative λ, og den største Afvigelse fra 0, der overhovedet kan tænkes mulig i Intervallet, vil da være $\pm \frac{1}{2}(N(a) - N(b))$. Men denne Grænse er sandsynligvis i Reglen for høj.

Det er let at angive den laveste Værdi af n, for hvilken $L(n)$ kan blive lig 2. Dertil kræves nemlig, at $\alpha + \beta$ skal være lige og

$$L\left(\frac{2^\alpha}{3^{\beta+1}}\right) + L\left(\frac{3^\beta}{2^{\alpha+1}}\right) = -1.$$

Da den laveste Værdi af n, som giver $L(n) = -1$, er $n = 3$ (den næste derimod først $n = 32$), saa maa man altsaa forsøge, om man kan finde passende α og β, for hvilke

$$E\left(\frac{2^\alpha}{3^{\beta+1}}\right) = 3 \quad \text{eller} \quad E\left(\frac{3^\beta}{2^{\alpha+1}}\right) = 0. \qquad (\alpha + \beta \text{ lige.})$$

Det vil ses, at den laveste Værdi, som kan bruges, svarer til $\alpha = 5$, $\beta = 1$, der giver

$$L(2^5 . 3) = L(96) = 1 - L(3) = 2.$$

De næste Værdier, som give $L(n) = 2$, ville være $2^5 . 3^5$ og $2^0 . 3^8$. $L(n) = 3$ kan først fremkomme ved Benyttelsen af saadanne Værdier af α og β, som give $L\left(\frac{2^\alpha}{3^{\beta+1}}\right)$ eller den analoge lig -2, hvilke atter maatte afledes af dem, som give $L(n) = +2$. Det synes at være vanskeligt her at angive nogen bestemt Regel, men man vil hurtig overbevise sig om at Udsvingene fra 0 kun stige meget langsomt.

I denne Sammenhæng kan fremhæves, at vi, ved at vælge 2^α og 3^β omtrent lig $\sqrt[3]{n^2}$, i Analogi med (28) kunne finde Formlen

$$L(n) = (-1)^{\alpha+1} L\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}}\right) + (-1)^{\beta+1} L\left(\frac{n}{3^{\beta+1}}\right) + (-1)^{\alpha+\beta+1} L\left(\frac{2^\alpha 3^\beta}{n}\right) + \varepsilon + \rho\,\lambda(n), \quad (49)$$

hvor $\varepsilon = 1$, hvis $2^\alpha 3^\beta$ er et Kvadrattal, og $\rho = 1$, hvis n gaar op i $2^\alpha 3^\beta$, medens i andre Tilfælde ε og ρ forsvinde. Antages nu, at den Funktion, som angiver Grænserne for den numeriske Afvigelse af $L(n)$ fra 0, er $f(n)$, og antages denne stadig voxende og at intet af Argumenterne paa højre Side overstiger $\sqrt[3]{n}$, saa maatte man have

$$f(n) + 1 < 3\left(f(n^{\frac{1}{3}}) + 1\right).$$

Men dette vilde atter medføre, at $L(n)$ blev beliggende indenfor Grænser, som afhænge af ln som det vigtigste Led, hvilket stemmer godt med den ovenfor angivne Grænse, men ej heller bringer os nogen virkelig ny Kundskab.

Det kan endnu bemærkes, at $L_{23}(n)$ kan bestemmes ved Hjælp af $L_2(n)$ eller $L_3(n)$, idet man faar

$$L_{23}(n) + L_{23}\left(\frac{n}{3}\right) = L_2(n) \quad \text{eller} \quad L_{23}(n) + L_{23}\left(\frac{n}{2}\right) = L_3(n),$$

og deraf

$$L_{23}(n) = L_2(n) - L_2\left(\frac{n}{3}\right) + L_2\left(\frac{n}{9}\right) - L_2\left(\frac{n}{27}\right) + \dots$$

eller

$$L_{23}(n) = L_3(n) - L_3\left(\frac{n}{2}\right) + L_3\left(\frac{n}{4}\right) - L_3\left(\frac{n}{8}\right) + \dots \quad (50)$$

Deraf erholdes en simpel Bestemmelse af $L_{23}(2^x)$ og $L_{23}(3^x)$ analog med den tilsvarende for N_{23}. For de laveste x ses Resultatet af efterfølgende Tabel.

x	$L(2^x)$	$L(3^x)$.	x	$L(2^x)$	$L(3^x)$.	x	$L(2^x)$.
0	1	1	11	0	−1	22	1
1	0	−1	12	0	1	23	0
2	0	1	13	1	0	24	0
3	0	0	14	0	1	25	0
4	1	1	15	0	−1	26	1
5	−1	−1	16	1	1	27	−1
6	1	1	17	0	0	28	1
7	0	−1	18	0	1	29	0
8	0	2	19	0	0	30	1
9	0	−1	20	1	0	31	−1
10	1	1	21	−1		32	2

Paa lignende Maade, som her er sket for $L_{23}(n)$, kunde vi nu behandle $L_{235}(n)$ ved Hjælp af de tidligere udviklede almindelige Principer. Det vilde derved vise sig, at man med forholdsvis stor Lethed kan opnaa en nøjagtig Beregning af $L(n)$ i hvert enkelt specielt Tilfælde, men om det vil være muligt at angive tilstrækkelig snævre Grænser for denne Funktions Afvigelse fra 0, maa bero paa, om det tilsvarende Problem kan løses udtømmende for $L_{23}(n)$. Det maa være senere Undersøgelser forbeholdt at afgjøre dette Spørgsmaal og muligvis at angive en almindelig Methode, som samtidig kan anvendes paa begge Funktionerne L og N, som i deres inderste Væsen ere nøje forbundne med hinanden.

Études de quelques fonctions numériques.

Par **J. P. Gram.**

Le mémoire qui précède a pour objet la recherche des propriétés de quelques fonctions élémentaires qui se présentent dans la théorie des nombres, et qui sont assez simples pour qu'on puisse conduire cette recherche relativement loin, en même temps qu'elles donnent de bons exemples des propriétés particulières de toutes les fonctions de la même espèce. Je considère principalement les nombres qui sont composés seulement de deux ou trois facteurs premiers donnés ou de puissances de ceux-ci. Comme types je prends les nombres de la forme $2^\alpha 3^\beta$ ou $2^\alpha 3^\beta 5^\gamma$, mais on peut, sans différence essentielle, substituer à 2, 3, 5 d'autres facteurs premiers.

Je désigne par $N(n)$ la totalité de ces nombres jusqu'à une limite donnée, n, et par $L(n)$ la somme de leurs λ, en posant avec Liouville $\lambda(n)$ égal à ± 1 suivant que n est composé d'un nombre pair ou impair de facteurs premiers, de manière à avoir

$$\lambda(2^\alpha 3^\beta 5^\gamma \ldots) = (-1)^{\alpha+\beta+\gamma\cdots}.$$

Ce sont les fonctions N et L qui sont discutées dans ce mémoire.

I.

Comme préparation sont développés quelques théorèmes sur les diviseurs d'un nombre entier donné n.

Soit $n = 2^\alpha 3^\beta 5^\gamma \ldots$, on a alors $D_n(n) = (\alpha+1)(\beta+1)(\gamma+1)\ldots$ diviseurs. A un diviseur d en correspond un autre $\frac{n}{d}$, d'où il suit que le nombre des diviseurs plus grands que a est le même que le nombre de ceux qui sont plus petits que $\frac{n}{a}$. Par cette raison on a l'identité

$$D_n(m) + D_n\left(\frac{n}{m}\right) = D_n(n) + \varepsilon, \qquad \text{(voir 1)}$$

où ε est généralement nul, excepté seulement dans le cas où m divise n. $D_n(m)$ désigne le nombre des diviseurs de n jusqu'à la limite m inclusivement.

On a également $\lambda(d)\,\lambda\left(\frac{n}{d}\right) = \lambda(n)$, ou $\lambda\left(\frac{n}{d}\right) = \lambda(n)\,.\,\lambda(d)$, et si l'on désigne par $A_n(m)$ la somme $\Sigma\lambda(d)$ étendue à tous les diviseurs de n depuis 1 jusqu'à m, on pourra poser

$$A_n(m) + \lambda(n) A_n\left(\frac{n}{m}\right) = A_n(n) + \varepsilon\,.\,\lambda(m)\,, \qquad \text{(voir 2)}$$

où ε est nul excepté quand m divise n, ε étant alors égal à 1. Pour $A_n(n)$, on obtient la valeur 1 ou 0 suivant que n est ou non un carré.

On trouve facilement $D_n(\sqrt{n})$ à l'aide de l'équation (1), de même que l'équation (1) montre que $A_n(\sqrt{n}) = 0$ quand $\lambda(n) = +1$ et n n'est pas un carré.

Des considérations tout à fait analogues peuvent être appliquées à la somme des logarithmes des diviseurs, Σld, et à la fonction $\Sigma\lambda(d)\,ld$. Je renverrai pour les résultats aux équations (5), (6), (7). Enfin il faut remarquer quelques équations renfermant les coefficients $\mu(x)$, qui deviennent nuls quand x contient un facteur carré; dans tous les autres cas, $\mu(x) = \lambda(x)$.

On a toujours $\Sigma\mu(d) = 0$ pour les diviseurs d'un nombre entier quelconque n plus grand que 1. On peut également chercher les valeurs de

$$\Sigma\mu(d)\,ld\,, \quad \Sigma\mu(d)(ld)^2, \quad \text{etc.}$$

en comparant les coefficients des développements des deux membres de l'identité

$$(1 - a^x)(1 - b^x)(1 - c^x)\ldots = \Sigma\mu(d)\,d^x\,,$$

où la sommation s'étend à tous les diviseurs d'un nombre entier composé des facteurs premiers a, b, $c\ldots$. On trouve ainsi des résultats importants exprimés par les formules suivantes

$$\left.\begin{aligned} \Sigma\mu(d)(ld)^t &= (-1)^t\,.\,1\,.\,2\ldots.\,t\,.\,la\,.\,lb\,.\,lc\ldots\,, \\ \Sigma\mu(d)(ld)^s &= 0\,, \quad s < t\,, \end{aligned}\right\} \qquad (11)$$

où s est supposé entier et t exprime le nombre des facteurs premiers différents a, b, $c\ldots$ qui entrent dans le nombre considéré.

II.

Les diviseurs de $p = 2^\alpha 3^\beta 5^\beta\ldots$ sont les termes qu'on obtient en développant le produit

$$(1 + 2 + \ldots 2^\alpha)(1 + 3 + \ldots 3^\beta)(1 + 5 + \ldots 5^\gamma)\ldots.$$

Remplaçons le facteur $(1 + 2 + \ldots 2^\alpha)$ par

$$(1 - 2^{\alpha+1})(1 + 2 + 2^2 + \ldots) \quad \text{(à l'infini)}\,,$$

et ainsi de suite pour les autres facteurs. Alors en remarquant que les termes du produit infini

$$(1 + 2 + 2^2\ldots)(1 + 3 + 3^2\ldots)(1 + 5 + 5^2\ldots)\,,$$

qui ne sont pas plus grands que n, sont précisément au nombre de $N_{235\ldots}(n)$, on trouve l'équation suivante

$$\left.\begin{aligned} D_p(n) = N(n) - N\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}}\right) - N\left(\frac{n}{3^{\beta+1}}\right) - N\left(\frac{n}{5^{\gamma+1}}\right)\ldots + N\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}\,3^{\beta+1}}\right)\ldots \\ - N\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}\,3^{\beta+1}\,5^{\gamma+1}}\right) + \ldots . \end{aligned}\right\} \tag{12}$$

Si $\alpha = \beta = \gamma \ldots = 0$, l'équation se réduit à la forme (13) ou (13'). Au reste (12) contient comme cas spéciaux plusieurs formules bien connues. Si l'on y fait entrer toute la série des nombres premiers 2, 3, 5..., N est remplacé par le symbole E de Legendre et on a une nouvelle expression pour le nombre des diviseurs de $2^\alpha . 3^\beta . 5^\gamma \ldots$ qui ne sont pas plus grands que n (voyez (14)).

Quand on se borne à un petit nombre de facteurs premiers différents, par exemple 2 et 3, (12) donne une formule importante de réduction qui permet de trouver immédiatement $N_{2\,3}(\sqrt{2^\alpha 3^\beta})$ lorsque $2^\alpha 3^\beta$ sont des puissances consécutives de 2 et de 3, les puissances de ces nombres étant ordonnées suivant leur grandeur (voyez (18)). Généralement il faut, en premier lieu, choisir les exposants α et β de manière que $D_p(n)$ puisse être trouvé ou directement ou par (1), et en outre avoir soin de prendre α et β aussi grands que possible.

Alors on pourra toujours, à l'aide des formules

$$N(n) = N\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}}\right) + N\left(\frac{n}{3^{\beta+1}}\right) - N\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}\,3^{\beta+1}}\right) + D_p(n), \tag{26}$$

et

$$D_p(n) = (\alpha+1)(\beta+1) - D_p\left(\frac{p}{n}\right) + \rho, \tag{27}$$

calculer successivement $N_{2\,3}(n)$. Le plus simple sera de choisir α et β de manière que 2^α et 3^β soient tous deux à peu près égaux à $n^{\frac{2}{3}}$; on aura dans ce cas

$$N(n) = (\alpha+1)(\beta+1) + N\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}}\right) + N\left(\frac{n}{3^{\beta+1}}\right) - N\left(\frac{2^\alpha 3^\beta}{n}\right) + \rho, \tag{28}$$

$\rho = 1$ quand n divise $2^\alpha 3^\beta$, en d'autres cas $\rho = 0$. Chacun des arguments à droite est alors presque égal à $n^{\frac{1}{3}}$.

Quand n est de la forme $n = 2^\alpha 3^\beta$, on a

$$N(2^\alpha 3^\beta) = N(2^\alpha) + N(3^\beta) + \alpha\beta - 1.$$

De là il suit qu'on a en général

$$N(2^\alpha 3^\beta) = 2\alpha\beta + \alpha + \beta + 1 + N\left(\frac{2^\alpha}{3^{\beta+1}}\right) + N\left(\frac{3^\beta}{2^{\alpha+1}}\right), \tag{25 p. 12}$$

où au moins un des deux derniers termes à droite est nul. Quand 2^α et 3^β sont des puissances consécutives, ces deux termes disparaissent.

On parvient à la formule (25) en cherchant la correction qui doit être appliquée à $D_n(2^\alpha)$ ou à $D_n(3^\beta)$ pour obtenir $N_{2\,3}(2^\alpha)$ ou $N_{2\,3}(3^\beta)$; comme résultat secondaire, on trouve la formule (24'). L'équation identique $N(2^x) - N(2^{x-1}) = 1 + E\frac{xl2}{l3}$ et d'autres équations analogues fournissent un moyen simple pour calculer les N correspondant à des puissances de 2 et 3, comme le montre la petite table p. 13.

Pour les nombres contenant jusqu'à trois facteurs premiers différents, on trouve des résultats analogues; on peut toujours calculer la valeur exacte de $N_{235}(n)$, soit en ramenant le problème au cas précédent au moyen de l'équation

$$N_{235}(n) - N_{235}\left(\frac{n}{5}\right) = N_{23}(n),$$

soit par la formule générale (12), mais nous n'avons, dans aucun cas, obtenu directement la valeur exacte de N_{235}.

Nous ferons ensuite remarquer que l'équation fondamentale

$$F(n) - F\left(\frac{n}{2}\right) - F\left(\frac{n}{3}\right) + F\left(\frac{n}{6}\right) = 1,$$

qui peut servir à définir $N_{23}(n)$, non seulement est satisfaite par cette fonction discontinue, mais aussi par une fonction continue de la forme

$$A(ln)^2 + Bln + C,$$

où $A = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{l2 \,.\, l3}$, B et C sont des constantes arbitraires, et ln désigne le logarithme naturel de n. L'équation fondamentale de N_{235} est également satisfaite par une fonction du 3ième degré en ln et ainsi de suite, ce qui est une conséquence des formules (11).

Cela conduit à une méthode particulière pour déterminer, au moyen de l'équation (11), les coefficients constants dans un développement de la forme

$$N_{235}(n) = A + Bln + C(ln)^2 + D(ln)^3,$$

en commençant par ceux des plus hautes puissances, et arriver ainsi à trouver une expression pour les valeurs moyennes. La limite de l'erreur commise est certainement en général du même ordre que $\frac{N(n)}{ln}$, mais vraisemblablement elle est beaucoup moindre. Il semble que la méthode qui est seulement indiquée ici mérite d'être étudiée plus à fond. L'expression à laquelle elle m'a conduit pour la valeur moyenne de N_{ab} est donnée par la formule

$$N_{ab}(n) = \frac{1}{2}\frac{(ln)^2}{la\,lb} + \frac{1}{2}\frac{lab\,.\,ln}{la\,lb} + \frac{1}{12}\frac{(lab)^2 + la\,lb}{la\,lb}; \tag{34'}$$

la formule (35) contient l'expression correspondante de $N_{abc}(n)$ avec la modification que la dernière constante est encore indéterminée.

Pour N_{23} et N_{235} j'ai fait une comparaison, qui semble très satisfaisante, des résultats numériques de la formule approximative et des valeurs vraies, en prenant pour n les premières puissances entières de e (voir p. 21).

III.

On peut appliquer à la fonction $L(n)$ des raisonnements tout à fait analogues à ceux qui précèdent. Au lieu de (12) on obtient ici l'identité

$$L(n) + (-1)^{\alpha} L\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}}\right) + (-1)^{\beta} L\left(\frac{n}{3^{\beta+1}}\right) + \ldots + (-1)^{\alpha+\beta} L\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}3^{\beta+1}}\right) \ldots +$$

$$+ (-1)^{\alpha+\beta+\gamma} L\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}3^{\beta+1}5^{\gamma+1}}\right) \ldots = \Lambda_p(n), \quad (p = 2^{\alpha}3^{\beta}5^{\gamma}\ldots) \tag{36}$$

qui pour $\alpha = \beta = \gamma = 0$ se réduit à (37).

Comme toute autre fonction numérique, $L(n)$ peut être développée en série suivant $E\left(\frac{n}{x}\right)$. On obtient cette série au moyen de la série connue $\Sigma \mu_x E\frac{n}{x} = 1$ $(x = 1, 2 \ldots n)$. Elle se présente sous une forme qui, après quelques réductions, devient

$$L(n) = \sum_{y=1}^{y=n} \varepsilon_y \,.\, 2^{\varkappa} E\frac{n}{y}, \tag{voir 39}$$

$\varkappa$ désigne ici le nombre des facteurs premiers différents de p qui entrent dans y; $\varepsilon_y = -1, 0, +1$, et en décomposant chaque nombre entier y en facteurs dont l'un ξ seulement contient les nombres premiers 2, 3, 5 ... que nous avons pris comme bases, et l'autre facteur y est égal à $y : \xi$, on obtient

$$\varepsilon_y = \mu(\eta)\,\lambda(\xi).$$

On peut aussi exprimer L au moyen de N par la formule (40), dans laquelle d désigne les diviseurs de n.

Pour L_{23} on a l'équation fondamentale

$$L(n) + L\left(\frac{n}{2}\right) + L\left(\frac{n}{3}\right) + L\left(\frac{n}{6}\right) = 1, \tag{43}$$

qui diffère de celle de N_{23} seulement par les signes des deux termes $L\left(\frac{n}{2}\right)$ et $L\left(\frac{n}{3}\right)$. Plus générale est la formule (44). De celle-ci il suit, quand 2^{α} et 3^{β} sont des puissances consécutives, que

$$L(2^{\alpha}3^{\beta}) = \left\{ \begin{array}{ll} 0 \text{ pour } (\alpha+\beta) \text{ impair} \\ 1 \text{ pour } (\alpha+\beta) \text{ pair} \end{array} \right\}. \tag{46}$$

Pour d'autres valeurs de 2^{α} et 3^{β} on a en général

$$L(2^{\alpha}3^{\beta}) = \frac{1+(-1)^{\alpha+\beta}}{2} - L\left(\frac{2^{\alpha}}{3^{\beta+1}}\right) - L\left(\frac{3^{\beta}}{2^{\alpha+1}}\right), \tag{47}$$

qui correspond à (25); on trouve une expression analogue pour $L(\sqrt{2^{\alpha}3^{\beta}})$.

On voit par là que, quelque grandes que soient les valeurs de n, il y en a toujours quelques-unes qui rendent $L(n)$ égal à zéro. Cette fonction ne peut donc croître à l'infini, mais oscille en réalité autour de zéro et on peut immédiatement indiquer les limites de ses oscillations au moyen des N correspondants. Soit $L(a) = 0$ et $L(b) = 0$, alors $L(n)$, pour $a < n < b$, ne peut différer de zéro que d'une quantité inférieure à $\frac{1}{2}(N(b) - N(a))$.

Au reste on peut toujours trouver $L(n)$ en appliquant la formule générale de réduction (36), et si n est de la forme $2^\alpha 3^\beta$, $L(n)$ pourra être exprimé par $L(2^\alpha)$ et $L(3^\beta)$. On trouvera p. 28 une petite table des valeurs de ces fonctions.

La recherche de $L_{235}(n)$ se fait de la même manière, mais je n'insisterai pas sur ce point. Pour qu'on puisse réussir en procédant par la voie ici indiquée, il sera d'abord nécessaire de discuter pour la fonction générale N le développement de sa valeur moyenne et les limites de ses déviations. Ces problèmes une fois résolus, les propriétés de $L(n)$ se trouveront sans difficulté.

Errata.

Page 8, Ligne 10, formule (12), au lieu de: $-N\left(\frac{n}{5^{\gamma+1}}\right)-N\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}\,3^{\beta+1}}\right)$ lisez: $-N\left(\frac{n}{5^{\gamma+1}}\right)..+N\left(\frac{n}{2^{\alpha+1}\,3^{\beta+1}}\right)$.

— 14, — 10 et 12, supprimer les numéros (25) et (25').

— 17, — 6, au lieu de: $-1.2.3.l2.l3.l5$, lisez: $1.2.3.l2.l3.l5$.

— 17, — 22, — — - : $1.2.3.la.lb.lc$, — : $D.1.2.3.la\ lb.lc$.

Methoder til korte Tiders, særlig Rotationstiders, Udmaaling.

En experimental Undersøgelse

af

K. Prytz.

Med 16 Figurer i Texten.

Vidensk. Selsk. Skr., 6. Række, naturvidenskabelig og mathematisk Afd. VII. 2.

Kjøbenhavn.

Bianco Lunos Kgl. Hof-Bogtrykkeri (F. Dreyer).

1890.

Indhold.

Ved adskillige fysiske Undersøgelser kan der blive Anledning til at benytte de Egenskaber, et Legeme faar, naar det sættes i hurtig Rotation. Jeg har forsøgt at anvende Centrifugaltrykket i luftformige Legemer til en Undersøgelse af disses Vægtfylde; ved den Lejlighed følte jeg Mangelen af nogenlunde simple og nøjagtige Methoder til Maaling af Rotationshastigheder, og jeg blev derved ført ind paa den her foreliggende Undersøgelse. Mit Arbejde med den hurtige Rotations Anvendelse og Maaling har jeg paabegyndt i mit Hjem, hvor jeg ved Understøttelser fra Kultusministeriet og Carlsbergfondet var bleven sat istand til om end efter en beskeden Maalestok at indrette mig et fysisk Arbejdsrum, da andre Lokaler ikke stode til min Raadighed. Senere fortsatte jeg Arbejdet paa Officersskolens fysiske Samling efter min Ansættelse der i 1887 som Lærer i Fysik.

Mit Arbejde med Undersøgelse af Rotationsbevægelsen er gaaet ud paa følgende:

1) har jeg tilvejebragt to Methoder til Maaling af Rotationshastigheden til et vilkaarligt Tidspunkt under Rotationen. Ved den første fremkaldes der i Iagttagelsesøjeblikket en Virkning af Rotationen, hvorved man bagefter kan bestemme Hastigheden; ved den anden sker Maalingen ved en umiddelbar Iagttagelse, som uden nogen efterfølgende Maaling giver Hastighedens Størrelse.

Den første Methode er den nøjagtigste; den kan imidlertid med Fordel kombineres med den anden, idet det er af ikke ringe Betydning under Rotationsforsøg at kunne se, hvor stor Hastighed man i Øjeblikket omtrent har.

Jeg har dernæst funden Midler til

2) at finde den største Hastighed, man har haft under en given Rotation.

3) at afgjøre, naar én eller visse enkelte forud bestemte Hastigheder ere tilvejebragte.

4) at afgjøre, om Hastigheden i et givet Øjeblik er konstant, eller om den er voxende eller aftagende.

5) at vedligeholde konstant i længere Tid en i Forvejen bestemt Hastighed.

I hvad Omfang mine Methoder ere nøjagtige og brugbare, vil forméntlig fremgaa af de nedenfor meddelte Resultater. Saa vidt mig bekjendt, ere de alle nye. Man har

hidtil i paafaldende ringe Grad beskæftiget sig med Maaling af Rotationshastigheder som Genstand for særlige Undersøgelser. I vore Tider, da Maaleapparater og Maalemethoder spille saa stor en Rolle, synes der derfor for Rotationens Vedkommende at være et Hul at udfylde; som ovenfor antydet, tror jeg, at naar man først har bekvemme og nøjagtige Maalemethoder for Rotationen, vil denne kunne faa adskillige Anvendelser ved fysiske Undersøgelser, der ville lettes ved den Udvikling, som Centrifugetekniken har faaet i de senere Aar.

I. Maaling af Rotationstiden til et vilkaarligt Tidspunkt.

1. Maalemethoden og de til den anvendte Apparater. Forinden de forskjellige Methoder kunde udvikles og prøves, gjaldt det om at tilvejebringe en sikker Methode til en absolut Bestemmelse af Rotationshastigheden i et vilkaarligt Tidspunkt.

Den Opgave at maale Middelværdien for Omløbstiden af et stort Antal efter hinanden følgende Omløb er løst ved at sætte Rotationsaxen i Forbindelse med et Tælleværk, som tæller Antallet af Omløb i en ved et Ur afmaalt Tid. Den Opgave jeg satte mig, var imidlertid at faa maalt Tiden for et enkelt (eller for nogle faa) Omløb. Skal dette ske, maa Begyndelsen og Slutningen af det hele Omløb (eller af en bekjendt Brøkdel deraf) betegnes ved to bagefter synlige Mærker, som afsættes samtidig henholdsvis med Begyndelsen og Slutningen af Tiden. Mærkerne kunne afsættes af det roterende Legeme paa et andet Legeme, hvis Bevægelse kjendes, eller de kunne afsættes paa det roterende Legeme selv. Da der her er Tale om Maaling af korte Rotationstider (mindre end $^1/_{10}$ Sekund), vil man næppe kunne benytte andet som bekjendt Bevægelse end det frie Fald, idet Pendulsvingninger foregaa med en for ringe Hastighed. Man kunde naturligvis her som ellers ofte ved Maaling af korte Tider benytte en jævn Rotation, hvis Hastighed er bestemt ved et Urværk eller som i la Cours Tonehjul ved en Stemmegaffel. Men kræves der ved Maalingen af den korte Tid en procentisk Nøjagtighed, der kan sammenlignes med den, hvormed længere Tidsrum udmaales ved Uret, er der dog forskjellige Indvendinger at gjøre mod Anvendelsen af en reguleret Rotationshastighed til Maaling af en kort Tid. Paa Grund af Elasticitet og Dødgang i de mange Tandhjulsomsætninger i et Urværk, der fremkalder en hurtig Rotation, kan det nemlig næppe undgaas, at den sidste Axe i Omsætningen kan bevæge sig en ret anselig Vinkel ved fuldstændig Stilstand af den af Pendulet regulerede Axe; heri ligger der en Mulighed for en periodisk Variation i Rotationshastigheden, selv om dennes Middelværdi er bestemt ved Pendulet. En lignende Betragtning maa gjøres gjældende overfor Tonehjulet.

En Stemmegaffels Svingningstid kan — Ligetidigheden forudsat — bestemmes med stor Nøjagtighed, og derfor kan ogsaa Stemmegaffen omvendt, som i Tonehjulet, benyttes til en med samme procentiske Nøjagtighed udført Bestemmelse af et Tidsrum, der er langt i Forhold til Svingningstiden. Derimod vil Stemmegaffen ikke kunne bruges umiddelbart til en nøjagtig Maaling af en kort Tid; thi hvis de Mærker, der betegne Tidens

Begyndelse og Slutning, afsættes i en af Stemmegaflen beskreven Kurve, er den af Stemmegaflen i samme Tid udførte Bevægelse for lille i Forhold til Mærkernes Størrelse. Hvis man omvendt benytter Stemmegaflen til at afsætte Tidsmærker f. Ex. slutte eller afbryde en elektrisk Strøm ved hver Svingning, da vil man sikkert i alle Tilfælde finde, 1) at Afgivelsen af Mærket vil kræve et Arbejde, der kan faa Indflydelse paa Svingningstiden, 2) at der vil kunne være nogen Forskjel i Beliggenheden af det Punkt af Bevægelsens Bane, hvor Afgivelsen (f. Ex. Strømafbrydningen) foranlediges. Den sidste Omstændighed vil bevirke, at der ikke altid forløber lige lange Tider mellem Afgivelsen af to paa hinanden følgende Mærker, og den derved opstaaede Usikkerhed vil kunne blive meget kjendelig i Forhold til Svingningstiden paa Grund af Stemmegaflens ringe Udsving.

Til Afgivelse af de ovenfor omtalte Tidsmærker paa et Legeme i Bevægelse har man sædvanlig benyttet den elektriske Strøm, idet man enten har benyttet det Mærke, en elektrisk Gnist kan efterlade i en sodet eller paa anden Maade tilberedt Overflade, eller man har afsat Mærker mekanisk ved en elektromagnetisk Udløsning. Den elektromagnetiske Udløsning kan dog ikke finde Anvendelse ved en nøjagtig Udmaaling af korte Tider paa Grund af den forholdsvis lange Tid, der medgaar til Magnetismens Forsvinden. Derimod afgiver den elektriske Gnist et fortrinligt Tidsmærke, naar den bliver rigtig anvendt. Gnisten kan anvendes til Maaling af en Rotationshastighed, ved at man paa det roterende Legeme anbringer en Slæbekontakt, der afbryder Hovedledningen for et Induktionsapparat i en bestemt Stilling af Legemet. Lader man Gnisterne fra Induktionsledningen springe over paa en faldende Metalstang, ville de paa denne af Gnisterne afsatte Mærker kunne tjene til Bestemmelse af Rotationshastigheden. Imidlertid er der, ogsaa bortset fra, at hele Gnistapparatet er et noget besværligt og vidtløftigt Hjælpeapparat, ikke uvæsenlige Vanskeligheder ved Brugen.

Afbrydningen af Hovedstrømmen kan saaledes volde Vanskeligheder ved Kontaktfladernes Iltning, idet denne Iltning kan have til Følge, at Afbrydningen indtræder for tidlig, og man maa sikre sig mod Svingninger af Kontaktfjedren, da de kunne fremkalde uvedkommende Afbrydninger.

Gnistbanen er ikke meget konstant, hvorfor man maa bringe den Spids, der fører Gnisten over paa Stangen, meget tæt hen til denne; af den Grund maa der sørges for at undgaa Sammenstød mellem den frit hængende Stang og Spidsen. Den bedste Beklædning for den Overflade, der skal modtage Gnistmærket, tror jeg er Sod, naar det afsættes af en Flamme, umiddelbart paa Metalfladen. Papir, Fernis og andre helt eller halvt isolerende faste Lag kunne nemlig bevirke en betydelig Afvigelse af Gnisten fra den korteste Vej; findes der saaledes i Nærheden af denne en fuldstændig eller delvis Gjennembrydning af det faste Lag (f. Ex. Hullet fra en tidligere Udladning) kan Gnisten, som jeg har bemærket, gaa langs Laget en forholdsvis lang Vej for at søge gjennem Gjennembrydningen til

Metallet. Det paa Metal umiddelbart anbragte Sodlag maa imidlertid behandles med stor Forsigtighed for ikke ved et Uheld at skrabes af.

Som det heraf vil fremgaa, er der Grunde nok til, hvor det kan ske, at søge et andet Middel end den elektriske Gnist til Afgivelse af Tidsmærker, naar der kan opnaaes samme Nøjagtighed som ved Gnisten. Et saadant Middel har jeg fundet for korte Rotationstiders Vedkommende. Jeg har anvendt det til Afgivelse af Mærker paa en frit faldende Metalstang; men det vil ogsaa kunne anvendes paa en roterende Cylinders Overflade. I Hovedsagen er min Fremgangsmaade denne: Axen for det Rotationsapparat, jeg har indrettet, staar lodret, og Faldstangens Bane gaar tæt forbi Randen af en paa Axen anbragt vandret Skive. I et Hul i denne er anbragt et lille Forraad af et opløst Farvestof, for hvilket der aabnes en snever Kanal, samtidig med at Stangen begynder sit Fald. Det gjennem Kanalen udsprøjtende Farvestof vil en Gang for hvert Omløb træffe Stangen og tværs over denne afsætte Mærkestreger, hvis indbyrdes Afstande bagefter kunne udmaales til Bestemmelse af Omløbstiden.

For nærmere at belyse, hvorledes jeg har bragt denne Fremgangsmaade til Udførelse, skal jeg i Enkelthederne beskrive det Rotationsapparat, som paa forskjellig Maade har gjort Tjeneste i alle de i denne Afhandling omtalte Undersøgelser. Som Bevægkraft benyttede jeg en elektrisk Motor af ældre Konstruktion. Den blev dreven ved indtil 8 Bunsenske Elementer eller 4—5 Akkumulatorer. Fra Motoren blev Bevægelsen meddelt til Rotationsapparatet ved to Snorløbsoverføringer, hvorved Hastigheden blev forøget til det 12dobbelte. Rotationsapparatet i den Skikkelse, hvori det er fremstillet i Fig. 1, modtog ikke Bevægelsen direkte fra det sidste Snorløb. For at udjævne Uregelmæssigheder i Motorens Bevægelse lod jeg nemlig Apparatet modtage Bevægelsen ved Kviksølvfriktion. Den Axe, *a*, der modtager Bevægelsen, hviler med en Spids i Apparatets Underlag, en meget tung Støbejærnsplade; lidt over Snorløbsskiven, *ss*, er Axen støttet i et Leje i en fastskruet smal Staalplade, *cc*. Tæt over denne bærer Axen en flad Beholder, *dd*, dannet af en Staalring, der er fastklemt ved et stort Antal Skruer mellem to Staalplader. Ringens Diameter er 15 Cm. Axens øverste Ende er fæstet i Beholderens Bund og ender tæt over denne. Midt i Axens Endeflade er der boret en kegleformig Fordybning til Leje for Spidsen af en ny Axe, *f*, der bærer det egentlige Rotationsapparat. Axen *f* gaar frit op igjennem et Hul i Beholderen *dd*'s Laag. Inde i denne Beholder bærer Axen *f* en tynd Staalskive, *ee*; da Beholderen næsten er fyldt med Kviksølv, vil dettes Gnidning mod den Del af Skiven, der under Rotationen er omgiven deraf, overføre Axen *a*'s Bevægelse til *f*.

Rotationsapparatet bestaar af en Støbejærnsskive, *gg*, hvori der diametralt modsat er boret to Huller, *z*, *z*, fra Randen ind mod Axen til Optagelse af det ovenfor omtalte Farvestof. Paa den øverste Side er Skiven *gg* forsynet med en opstaaende Krave, *nn*, der indvendig er drejet konisk af. I denne Krave er indsleben den nederste koniske

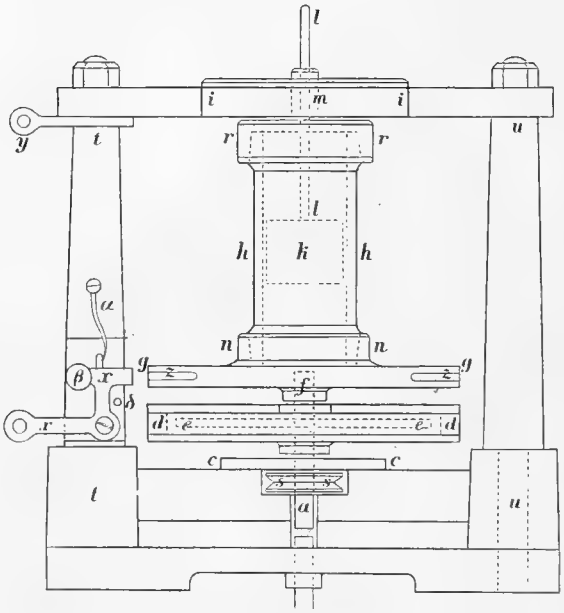


Fig. 1.

Del af en afdrejet Staalcylinder, *hh*, hvis Diameter udvendig er 5 Cm. og indvendig 4 Cm. Cylindren er foroven lukket ved et Laag, *rr*, af Staal, i hvilket den er anbragt paa samme Maade som i Pladen *gg*. Ved tre tilspidsede Skruer i hver af de to Kraver er Cylindren presset ind i disse, efter at de koniske Flader for Tætnings Skyld først ere blevne overtrukne med et tyndt Lag Paraffin. Cylindrens Laag bærer foroven en paa langs gjennemboret Staaltap, *m*, der bevæger sig i et i en fast Bronceplade, *ii*, udboret Leje.

I Cylindren, der delvis er fyldt med Kviksølv, er der anbragt et Stempel, *k*, hvis Stempelstang, *ll*, gaar op gjennem Udboringen i Tappen *m*. Stemplet bevæger sig frit i Cylindren uden at berøre dennes Vægge; det vil stille sig i forskjellige Højder i Cylindren efter Rotationshastigheden, idet det suges nedad, naar Hastigheden voxer, og atter stiger, naar denne aftager. Forøvrigt vil denne Del af Apparatet blive nærmere omtalt i Afsnit II.

Den ovenfor omtalte Bronceplade, *ii*, der tjener som øverste Støtte for Rotationsaxen, bæres af to solide Staalstøtter, *tt* og *uu*, som ere fæstede, en paa hver Side af Apparatet, i dettes Grundplade. I en stor Del af de i det følgende omtalte Forsøg havde jeg, som vist i Fig. 7, anbragt under Støbejærnsskiven *gg* en 1,8 Cm. tyk Messingskive, der blev fæstet til *gg* ved to solide Skruer. For at faa Plads til Messingskiven maatte jeg give Afkald paa at overføre Bevægelsen ved Kviksølvfriktion, idet jeg fjærnede Beholderen *dd* og forbandt Snorløbshjulet og Rotationsapparatet ved en fast Axe.

Farvestoffet anbringes i et af Hullerne *z*, *z*, indesluttet i en lille Glasbeholder, der i naturlig Størrelse er afbildet i Fig. 2. Denne Beholder er dannet af et Glasrør, *a*, der ved den ene Ende er trukket ud til et meget fint Rør, *b*. Ved den modsatte Ende er Røret indsnævret saa meget, at Vædske, anbragt i *a*, ikke vil løbe ud. Glasbeholderen indsættes, som vist i Fig. 3, i et Messingrør, *cd*, der passer i Hullerne *z*, *z* i Rotationsapparatets Skive, efter at der først er anbragt en Prop af Bomuld

Fig. 2.

i *a* ved Overgangen til *b* (Hensigten hermed er, at Farvestoffet under Udsprøjtningen skal filtreres, for det kommer ind i Røret *b*, hvorved Forstoppelse af dette undgaaes). *b* afsmeltes 3—4 Mm. udenfor Messingrøret; dette opvarmes ved *d*, og der dannes af smeltet Vox en lille Kegle om det fine Glasrør med Basis paa Messingrørets Endeflade. Naar Voxet er størknet, tjener det til at støtte Glasrøret og foranledige, at dette ved Afbrydningen netop knækker af ved Keglens Top. Beholderen *a* fyldes nu med Farvestoffet, og den hele Patron anbringes i et af Hullerne *z* i Jærnskiven. Her fastholdes Patronen, som vist i Fig. 3 og i Fig. 7 ved *f*, ved en Skinne, der ved to Skruer fæstes i et Udsnit i Jærnskiven [1]).

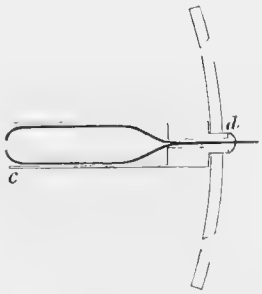


Fig. 3.

At der er boret to Huller til Optagelse af Farvestoffet er nærmest for Afbalanceringens Skyld, men ogsaa for, om man vil, at kunne faa to samtidige Udsprøjtninger.

Paa Støtten *tt* (Fig. 1) er der anbragt en Vinkelvægtstang, *xx*, som ved Fjedren *α* trykkes ind mod en isoleret elektrisk Kontakt *β*. Ved en Snor, der er fæstet i den vandrette Arm og er ført op gjennem Øjet *y*, kan man ved et Ryk give Vægtstangen en lille Drejning, til den møder en Stopper, *δ*. Herved nærmes en fra den lodrette Arm fremspringende Staalplade saa meget til den roterende Skive, at det fine Rør fra Farvebeholderne støder derimod og knækker over, hvorefter Udsprøjtningen tager sin Begyndelse.

Faldstangen hænger ned tæt ved Skiven i nogen Afstand i Rotationsretningen fra det Sted, mod hvilket Vægtstangen er rettet (se Fig. 7). Den er drejet af Messing 76 Cm. lang, 1,4 Cm. tyk og vejer 1,1 Kg. Foroven fortsættes den med en lige saa tyk, 5 Cm. lang Jærncylinder, saa at den hele Længde bliver 81 Cm. Ved denne Jærncylinder bæres Stangen af en Elektromagnet. Dennes Vindinger fortsættes ned omkring Jærncylindren, der dog selvfølgelig ikke berører Røret, hvorom Vindingerne ere lagte. Derved opnaaes det, at Strømmen fra 1 Bunsenselement kan bære den over 1 Kg. tunge Stang, uagtet Jærnøylindren holdes i Afstand fra Elektromagneten ved en Messingknast. Faldstangens nederste Punkt hænger omtrent i Højde med Skiven; dens lodrette Stilling bliver kontrolleret ved to Lodsnore. Elektromagneten bæres af en fra en Mur udadgaaende Staalarm, saa at Faldstangen ikke er udsat for at komme i Bevægelse ved Rystelser fra Rotationsapparatet. Elektromagnetens Strøm føres til en med Støtten *tt* forbunden Klemskrue og derfra gjennem Vinkelvægtstangen og den isolerede Kontakt *β*. Naar man ved at dreje

[1]) Tildannelsen og Fyldningen af Farvepatronerne gaar vel meget let og i kort Tid; det er dog indlysende, at det var ønskeligt at kunne undvære denne Operation. Jeg har derfor, som det længere fremme nærmere vil blive omtalt, i et Apparat, jeg har ladet udføre særlig til Maaling af Stemmegaffers Svingningstid, indrettet det saaledes, at Farvestoffet bringes ind i Skiven under Rotationen og sprøjter ud gjennem en til enhver Tid aaben snæver Kanal.

Vægtstangen faar Udsprøjtningen til at begynde, afbrydes altsaa samtidig Elektromagnetens Strom, og Stangen begynder sit Fald. Den er omtrent $^1/_3$ Sekund om at passere Skiven, og i denne Tid blive de Mærker afsatte, hvis Afstande tjene til Bestemmelse af Omløbstiden. I intet Tilfælde er Farvebeholdningen (omtrent $^1/_5$ Cubcm.) sluppen for tidlig op.

For at hindre tilfældige Sammenstød mellem den roterende Skive og Faldstangen, hænger denne ned i et kort Messingrør (se Fig. 7), der ud for Skiven er forsynet med en vandret Udskæring, hvorigjennem det udsprøjtende Farvestof finder Vej til Stangen. Denne slutter sit Fald ved at støde mod en i en Messingcylinder anbragt Blyprop, ovenover hvilken der i en Tragt af Træ er stoppet Blaar for at dæmpe Sammenstødet. En Ring i passende Højde over Stødpuden hindrer Stangen i at falde.

For at beskytte Omgivelserne mod Udsprøjtningen bliver der udenom det Messingrør, hvor Faldstangen hænger ned, og udenom de to Støtter *tt* og *uu* udspændt et Baand af Filtrerpapir rundt om Skiven og i Højde med den.

Vædsken sprøjter ud i Retning af Tangenten til den Bane, den afbrudte Flaskehals's Spids beskriver. Med den i Fig. 4 angivne Omløbsretning vil derfor Farvemærket paa Stangen afsættes som en Stribe *acb* tværs over denne, idet *ea* og *db* ere vandrette Fællestangenter for Skive og Stang. Med de givne Dimensioner for Skive og Stang samt den sidstes Afstand, omtrent 0,3 Cm. fra Flaskemundingen findes *db* at være omtrent 2,3 Cm. og *ea* = 5,1 Cm. Mærket afsættes som en fra Midten mod begge Ender tilspidset Stribe; medens Spidsen ved *b* er meget fin og skarpt tegnet, er den grovere og undertiden noget flosset ved *a*, hvad der forklares ved den længere Vej, som Vædsken maa tilbagelægge til *a*. Da Vejen til *b* allerede ikke er saa ganske kort, kunde det befrygtes, at Luftmodstanden vilde foranledige Uregelmæssigheder i den Bane, Vædsken beskriver; jeg har dog ikke kunnet bemærke saadanne Uregelmæssigheder og vil i saa Henseende særlig henvise til Forsøg Nr. 6 (S. 53), hvor jeg har maalt Mærkernes indbyrdes Afstand ved begge Ender. Var der nogen kjendelig Forstyrrelse i Vædskedelenes Baner ved *db*, maatte den give sig endnu tydeligere tilkjende paa den mere end dobbelt saa lange Vej *ea*. Sammenlignes imidlertid de af begge Rækker af Maalinger beregnede Omløbstider i det nævnte Forsøg, vil det sees, at Resultaterne for de 8 sidste Omløbstider, for hvilke den anvendte Beregningsmaade tillader en tilstrækkelig nøjagtig Bestemmelse, ikke vise større Afvigelser end $^1/_{50000}$ Sekund mellem de to Værdier for det samme Omløb, eftersom dette er bestemt ved den ene eller den anden Ende af Mærket. Da Vejen *ea* er meget nær lig *edb*, ville de to Spidser af hvert Mærke meget nær findes i samme Højde. Mærket buer noget nedad,

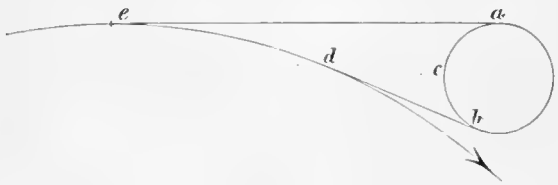


Fig. 4.

idet Farvestoffet har kortest Vej til Midten c af Mærket. Denne Højdeforskjel maa vise sig størst ved den øverste Ende af Stangen paa Grund af den voxende Hastighed. Stangen har en Hastighed af omtrent 300 Cm. naar dens øverste Del under Faldet kommer i Højde med Skiven. Fig. 5 viser i naturlig Størrelse et saadant paa Stangen ved p afsat Mærke. Af dette sees noget over Halvdelen, idet den Skiven nærmeste Spids er fremstillet omtrent midt paa Stangen.

Fig. 5.

Mærkernes Højde aflæste jeg ved Kathetometer, idet jeg stillede Stangen lodret op ud for dette. Kathetometerkikkerten indstilledes paa et Punkt i Nærheden af Spidsen b (Fig. 4). Traadkorset indstilles paa Midten af det lille Stykke af Frembringeren, der falder indenfor Farvemærket. Denne Indstilling kan foretages med $^1/_{100}$—$^1/_{50}$ Mm. Sikkerhed. Der sørgedes for, at den lodrette Traad ved alle Mærkerne blev indstillet paa samme Frembringer paa den cylindriske Stang. Dette er nødvendigt, da Mærkerne, som ovenfor nævnt, bue nedad fra begge Ender. Den noget besværlige Kathetometeraflæsning vilde kunne afløses af en betydelig hurtigere og bekvemmere Aflæsning, naar der blev indrettet et særligt Maaleapparat dertil. Ved i forskjellige Forsøg at benytte to forskjellige Farver som vinaandige Opløsninger af Fuchsin og Methylviolet og ved at vende forskjellige Sider af Stangen til Skiven kan man opsætte Udmaalingen af Mærkerne, til mindst fire Forsøg ere udførte.

2. Beregning af Omløbstiden. Hvis man nøjagtig kjendte det Sted paa Stangen, hvor Udsprøjtningen vilde ramme, hvis Stangen blev hængende rolig ɔ: Nulpunktet for de Faldhøjder, der angives af Mærkerne, som afsættes under Faldet, og hvis det kunde forudsættes, at Stangen lige fra Begyndelsen fulgte Faldloven, vilde man simpelthen af Afstanden mellem to Mærker kunne finde Tiden for det tilsvarende Omløb af Skiven. Nulpunktet vilde man vel kunne faa afsat ved en lille Modifikation i Apparatet. Derimod kan man ikke paaregne, at Stangen begynder sit Fald efter Faldloven, da det som bekjendt tager en kjendelig Tid, før en Elektromagnets Magnetisme fuldstændig forsvinder. Følgen deraf vil være, at der under det første lille Fald virker en kjendelig Brøkdel af den Magnetisme, der har baaret Stangen.

For at være uafhængig af den heraf følgende Usikkerhed beregner jeg Hastigheden under den Forudsætning, at to paa hinanden følgende Omløbstider ere lige lange; det er en Forudsætning, hvis Rigtighed kan kontrolleres, og som man i de fleste Tilfælde kan gjøre Fyldest, hvad der næppe kan siges at gjælde Forudsætningen om Faldlovens Gyldighed under Faldets Begyndelse, hvad Slags Udløsning man saa end benytter. Til to paa hinanden følgende Omløb svarer tre paa hinanden følgende Mærker; ere disses aflæste Højder lig h_1, h_2, h_3, og kaldes de tilhørende Faldhastigheder v_1, v_2, v_3, har man, naar Omløbstiden er t,

$$h_2 - h_1 = \frac{v_1 + v_2}{2} t, \quad h_3 - h_2 = \frac{v_2 + v_3}{2} t,$$

$$\delta = h_3 - h_2 - (h_2 - h_1) = \frac{v_3 - v_1}{2} t = g t^2,$$

$$t = \sqrt{\frac{\delta}{g}}.$$

Omløbstiden beregnes altsaa meget simpelt af Forskjellen δ mellem Faldvejene for to paa hinanden følgende Omløb og af Faldets Acceleration g. Da de Omløbstider, der bleve maalte, altid vare saa smaa, at der blev afsat en Række af Mærker paa Stangen, kan Omløbstidernes Ligestorhed kontrolleres ved den Nøjagtighed, hvormed de forskjellige Differenser δ ere ligestore.

Har man et Antal Mærker, svarende til en Række ligetidige Omløb, kan man af tre hvilkesomhelst Mærkers Beliggenhed finde δ og altsaa Omløbstiden. Er l_1 Afstanden fra det første til det andet og l_2 fra det andet til det tredie Mærke, og svare disse Afstande til henholdsvis n_1 og n_2 Omløb, faar man

$$\delta = \frac{2}{n_1 + n_2} \left(\frac{l_2}{n_2} - \frac{l_1}{n_1} \right).$$

Jeg skal for at belyse Fremgangsmaaden nærmere omtale en enkelt Rotationsmaaling. Maalingen blev udført paa den Maade, at et Kathetometer var opstillet tæt ved Rotationsapparatet; Kikkerten var indstillet paa Stempelstangen ll (Fig. 1). Efter at Sprøjteflasken, anbragt i sit Messinghylster og fyldt med Farvestof, var sat ind i Jærnskiven gg (Fig. 1), blev denne omgiven med sin Skærm, og Strømmen til Faldstangens Elektromagnet blev sluttet samt Stangen hængt lodret op. Nu blev den elektriske Motors Strøm sluttet, og Stempelstangens nedadgaaende Vandring iagttoges. Efter nogen Tids Forløb naaede Rotationshastigheden sit Maximum, Stempelstangen sin dybeste Stilling; efter at den sidste i nogen Tid havde holdt sig uforandret i samme Stilling, et Tegn paa konstant Hastighed, blev ved et Ryk Vinkelvægtstangen, som foranlediger, at Faldet begynder, og at Sprøjteflaskens Hals knækker over, bevæget. Paa Faldstangen viste der sig bagefter afsat 16 Mærker af det udsprøjtende Farvestof. Stangen blev stillet lodret op overfor et andet Kathetometer og Mærkernes Højde aflæst som omtalt ovenfor. De iagttagne Højder vare i Cm.:

$h_1 = 9{,}750$	$h_9 = 34{,}770$
$h_2 = 10{,}992$	$h_{10} = 40{,}327$
$h_3 = 12{,}766$	$h_{11} = 46{,}418$
$h_4 = 15{,}088$	$h_{12} = 53{,}058$
$h_5 = 17{,}937$	$h_{13} = 60{,}229$
$h_6 = 21{,}342$	$h_{14} = 67{,}960$
$h_7 = 25{,}281$	$h_{15} = 76{,}220$
$h_8 = 29{,}759$	$h_{16} = 85{,}014.$

Heraf findes for δ følgende Værdier:

0,532, 0,548, 0,527, 0,556, 0,534, 0,539, 0,533,
0,546, 0,534, 0,549, 0,531, 0,560, 0,529, 0,534.

Afvigelserne i de forskjellige Værdier af δ kunne dels hidrøre fra virkelige Forskjelligheder i Tiderne for de forskjellige Omløb, dels fra Rystelser i Rotationsapparatet. Derimod vil der, som vist S. 46, ikke fremkomme kjendelige Afvigelser ved Luftmodstanden mod det udsprøjtende Farvestof. Fejlen ved Kathetometeraflæsningen kan, som ovenfor sagt, regnes til højst $^1/_{50}$ Mm. Af den Maade, hvorpaa δ beregnes af de tre aflæste Højder, vil det sees, at der i δ kan indgaa en 4 Gange saa stor Fejl som i de aflæste Højder. I Middeltallet af n paa hinanden følgende Værdier af δ, kan Fejlen ikke overskride $^4/_n$ af Fejlen i den enkelte Højde; man har nemlig:

$$\sum_1^n \delta = h_{n+2} - h_{n+1} - (h_2 - h_1).$$

Da den søgte Omløbstid findes ved Kvadratrodsuddragning af δ, vil dens procentiske Fejl kun være det halve af δ's.

For at komme til Klarhed over Methodens Brugbarhed har jeg anstillet adskillige Maalinger, hvor jeg har aflæst alle de afsatte Mærkers Højder. Fremgaar det af disse, at Hastigheden har været tilnærmelsesvis konstant, kan man beregne Beliggenheden paa Stangen af et Nulpunkt for Faldet, svarende til, at Stangen hele Tiden var falden frit; paa Grund af Magnetismens langsomme Forsvinden falder dette Nulpunkt ikke sammen med det Punkt paa Stangen, der virkelig har været i Højde med det udsprøjtende Farvestof, før Faldet begyndte; det beregnede Nulpunkt maa ligge noget højere paa Stangen end det virkelige. Ved det beregnede Nulpunkt kan nu Faldtiderne for hvert enkelt af de forskjellige Farvemærker beregnes, og man kan saaledes faa en Værdi for det enkelte Omløb i Steden for som ved den foregaaende Beregning at faa en Middelværdi af to eller flere Omløbstider. Beregningsmaaden medfører, at de første Omløbstider findes med mindre Nøjagtighed end de senere. Naar det første Mærke tilfældigvis er bleven afsat meget kort Tid efter Faldets Begyndelse, kan det slet ikke benyttes, fordi det er bleven afsat, medens Bevægelsen endnu var paavirket af Magnetismen.

Højden $h_r - h_o$ fra det beregnede Nulpunkt til det r'te Mærke findes ved to af de aflæste Højder h_p og h_r samt ved δ, idet

$$h_o = h_r - \frac{\left(h_p - h_r - (p-r)^2 \frac{\delta}{2}\right)^2}{2(p-r)^2 \delta}.$$

Har man herved funden h_o, kan man beregne Faldvejen $h_m - h_o$ og derved Faldtiden t_m for hver aflæst Højde og saaledes finde den enkelte Omløbstid. Er der en Fejl $\Delta(h_m - h_o)$ i Faldvejen, vil den medføre en Fejl i Faldtiden, der er

$$\Delta t_m = \frac{\Delta(h_m - h_o)}{\sqrt{2g}\sqrt{h_p - h_o}}.$$

Da Δh_m ikke ved Maalingerne har vist sig at voxe med h_m, sees det heraf, at de sidste Faldtider maa bestemmes med størst Nøjagtighed. Jeg har derfor i de nedenfor angivne Resultater kun benyttet Faldveje > 10 Cm. til Beregning af Omløbstiderne.

Paa denne Maade har jeg beregnet Omløbstiderne i en Række af Maalinger, hvis Resultater findes nedenfor. Den første Række har Overskriften «Kviksølvfriktion», da de i den indeholdte Forsøg bleve udførte med Apparatet, saaledes som det er beskrevet ovenfor, saa at Bevægelsen overførtes til Axen ved Kviksølvfriktion. Den anden Række med Overskrift «Fast Axe uden Messingskive» er udført med det samme Apparat, hvorfra den flade Kviksølvbeholder er fjernet, og Snorløbet *ss* er forbundet direkte ved en fast Axe med Rotationsapparatet. I den tredie Række med Overskrift «Fast Axe med Messingskive» var der under Jærnskiven anbragt den S. 44 omtalte tykke Messingskive. Inertiemomentet var altsaa betydelig større end i de to andre Forsøgsrækker. I hver Forsøgsrække ere Forsøgene ordnede efter Omløbshastigheden. De under $h_m - h_o$ angivne Tal ere efter det foregaaende de direkte iagttagne, fra et vilkaarligt Nulpunkt regnede, Højder formindskede med den beregnede Højde h_o; det er vedføjet, hvilke af de aflæste Højder, der have været benyttede til Beregningen af h_o.

Kviksølvfriktion.

1. $\delta = 0{,}8728$, $h_2 = 2{,}278$, $h_8 = 27{,}926$;
heraf $h_2 - h_o = 1{,}571$.

m	$h_m - h_o$	Faldtider	Omløbstider	Δ
2	1,571	0,05658		
3	3,665	0,08642	0,02984	— 2
4	6,631	0,11624	0,02982	0
5	10,465	0,14604	0,02980	+ 2
6	15,179	0,17588	0,02984	— 2
7	20,761	0,20569	0,02981	+ 1
8	27,219	0,23551	0,02982	0.

Middelværdien for Omløbstiden er

$$t = 0{,}02982 \text{ Sek.}$$

Største Afvigelse fra Middelværdien er 0,00002 Sek.

2. $\delta = 1{,}1189$, $h_2 = 12{,}695$, $h_6 = 30{,}201$, $h_{11} = 77{,}297$;
heraf $h_2 - h_o = 2{,}050$.

m	$h_m - h_o$	Faldtider	Omløbstider	Δ
1	0,468	0,03088		
2	2,050	0,06463	0,03375	
3	4,744	0,09832	0,03369	
4	8,564	0,13210	0,03378	— 1
5	13,506	0,16589	0,03379	— 2
6	19,556	0,19962	0,03373	+ 4
			0,03379	— 2
8	35,040	0,26720		
9	44,454	0,30096	0,03376	+ 1
10	55,000	0,33477	0,03381	— 4
11	66,652	0,36853	0,03376	+ 1.

Middelværdien for de 7 sidste Omløbstider er

$$t = 0{,}03377 \text{ Sek.}$$

Største Afvigelse fra Middelværdien er 0,00004 Sek.

3. $\delta = 1{,}8690$, $h_1 = 21{,}662$, $h_5 = 40{,}914$, $h_9 = 90{,}084$;
heraf $h_1 - h_o = 0{,}310$.

m	$h_m - h_o$	Faldtider	Omløbstider	Δ
1	0,310	0,02513		
2	2,322	0,06878	0,04365	
3	6,194	0,11234	0,04356	
4	11,944	0,15601	0,04367	— 2
5	19,562	0,19965	0,04364	+ 1
6	29,050	0,24330	0,04365	0
7	40,412	0,28696	0,04366	— 1
8	53,638	0,33060	0,04364	+ 1
9	68,732	0,37425	0,04365	0.

Middelværdien for de 6 sidste Omløbstider er

$$t = 0{,}04365 \text{ Sek.}$$

Største Afvigelse fra Middelværdien er 0,00002 Sek.

Fast Axe uden Messingskive.

4. $\delta = 0{,}5394$, $h_1 = 9{,}750$, $h_2 = 10{,}992$, $h_7 = 25{,}281$, $h_{16} = 85{,}014$;
heraf $h_1 - h_o = 0{,}875$.

m	$h_m - h_o$	Faldtider	Omløbstider	Δ
1	0,875	0,04222		
2	2,117	0,06568	0,02346	
3	3,891	0,08904	0,02336	
4	6,213	0,11252	0,02348	
5	9,062	0,13589	0,02337	
6	12,467	0,15939	0,02350	
7	16,406	0,18284	0,02345	0
8	20,884	0,20629	0,02345	0
9	25,895	0,22971	0,02342	+ 3
10	31,452	0,25316	0,02345	0
11	37,543	0,27659	0,02343	+ 2
12	44,183	0,30005	0,92346	— 1
13	51,354	0,32349	0,02344	+ 1
14	59,085	0,34699	0,02350	— 5
15	67,345	0,37044	0,02345	0
16	76,139	0,39388	0,02344	+ 1.

Middelværdien af de 10 sidste Omløbstider er

$$t = 0{,}02345 \text{ Sek.}$$

Største Afvigelse fra Middelværdien er 0,00005 Sek.

5. $\delta = 0{,}6374$, $h_3 = 13{,}089$, $h_7 = 27{,}462$, $h_{11} = 52{,}025$; heraf $h_3 - h_o = 4{,}215$.

m	$h_m - h_o$	Faldtider	Omløbstider	Δ
2	2,214	0,06717		
3	4,215	0,09270	0,02553	
4	6,848	0,11813	0,02543	
5	10,127	0,14365	0,02552	
6	14,043	0,16916	0,02551	— 3
7	18,587	0,19461	0,02545	+ 3
8	23,775	0,22011	0,02550	— 2
9	29,599	0,24559	0,02548	0
10	36,060	0,27107	0,02546	+ 2
11	43,150	0,29652	0,02545	+ 3
12	50,882	0,32199	0,02547	+ 1
13	59,258	0,34749	0,02550	— 2
14	68,264	0,37296	0,02547	+ 1
15	77,913	0,39844	0,02548	0.

Middelværdien af de 10 sidste Omløbstider er

$$t = 0{,}02548 \text{ Sek.}$$

Største Afvigelse fra Middelværdien er 0,00003 Sek.

6. I dette Forsøg bleve Faldhøjderne maalte ved begge Ender af Mærkerne (jvfr. S. 46).

a. Mærkerne maalte ved den Skiven nærmeste Ende:

$\delta = 0{,}8682$, $h_3 = 13{,}183$, $h_7 = 30{,}848$, $h_{11} = 62{,}399$;

heraf $h_3 - h_o = 4{,}135$.

m	$h_m - h_o$	Faldtider	Omløbstider	Δ
1	0,498	0,03185		
2				
3	4,135	0,09179		
4	7,242	0,12148	0,02969	
5	11,232	0,15129	0,02981	
6	16,087	0,18105	0,02976	— 3
7	21,800	0,21076	0,02971	+ 2
8	28,391	0,24052	0,02976	— 3
9	35,838	0,27023	0,02971	+ 2
10	44,162	0,29998	0,02975	— 2
11	53,351	0,32971	0,02973	0
12	63,413	0,35947	0,02976	— 3
13	74,334	0,38919	0,02972	+ 1.

Middelværdien af de 8 sidste Omløbstider er

$$t = 0{,}029735 \text{ Sek.}$$

Største Afvigelse fra Middelværdien er 0,00003 Sek.,

b. Mærkerne maalte ved den fra Skiven fjærneste Ende:

$\delta = 0{,}8682$, $h_3 = 13{,}146$, $h_7 = 30{,}811$, $h_{11} = 62{,}365$;

heraf $h_3 - h_o = 4{,}135$.

m	$h_m - h_o$	Faldtider	Omløbstider	Δ
1	0,505	0,03208		
2	1,885	0,06197	0,02989	
3	4,135	0,09179	0,02982	
4	7,247	0,12152	0,02973	
5	11,235	0,15131	0,02972	
6	16,089	0,18106	0,02975	— 2
7	21,800	0,21076	0,02970	+ 3
8	28,389	0,24051	0,02975	— 2
9	35,840	0,27024	0,02973	0
10	44,169	0,30000	0,02976	— 3
11	53,354	0,32971	0,02971	+ 2
12	63,411	0,35946	0,02975	— 2
13	74,332	0,38918	0,02972	+ 1.

Middelværdien af de 8 sidste Omløbstider er

$$t = 0{,}029734 \text{ Sek.}$$

Største Afvigelse fra Middelværdien er 0,00003 Sek.

Som det ses, afvige de to af a og b fremgaaende Middeltal indbyrdes kun 0,000001 Sek. Overensstemmelsen for hver enkelt Omløbstids Vedkommende, eftersom den er bestemt ved Mærkernes inderste eller yderste Ender, vil fremgaa af nedenstaaende Sammenstilling af Resultaterne for de 8 sidste Omløbstider.

m	Omløbstider bestemt ved a.	Omløbstider bestemt ved b.
6	0,02976	0,02975
7	0,02971	0,02970
8	0,02976	0,02975
9	0,02971	0,02973
10	0,02975	0,02976
11	0,02973	0,02971
12	0,02976	0,02975
13	0,02972	0,02972

Det sees af denne Sammenstilling, at kun for to Omløbstider beløber Forskjellen paa de to Bestemmelser sig til 0,00002 Sek., medens de øvrige højst afvige 0,00001 Sek. Jeg anser dette Forsøg for afgjørende med Hensyn til Sprøjtemethodens Brugbarhed, idet det, som allerede omtalt S. 46, viser, at det udsprøjtende Farvestof bevæger sig med stor Sikkerhed gjennem Luften selv paa en flere Cm. lang Vej, og — i Overensstemmelse med mine øvrige Iagttagelser — bestemmer Grændsen for den Nøjagtighed, jeg har naaet i den enkelte Tidsmaaling, til $^1/_{50000}$ Sek.

7. $\delta = 1{,}6456$, $h_3 = 19{,}293$, $h_6 = 44{,}105$, $h_9 = 83{,}694$.
heraf $h_3 - h_o = 10{,}220$.

m	$h_m - h_o$	Faldtider	Omløbstider	Δ
1	1,869	0,06171		
2	5,190	0,10283	0,04112	
3	10,220	0,14431	0,04147	
4	16,847	0,18528	0,04097	— 3
5	25,111	0,22621	0,04093	+ 1
6	35,032	0,26718	0,04097	— 3
7	46,588	0,30811	0,04093	+ 1
8	59,781	0,34902	0,04091	+ 3
9	74,621	0,38995	0,04093	+ 1.

Middelværdien af de 6 sidste Omløbstider er

$$t = 0{,}04094 \text{ Sek.}$$

Største Afvigelse fra Middelværdien er 0,00003 Sek.

Fast Axe med Messingskive.

8. $\delta = 4{,}042$, $h_1 = 22{,}515$, $h_4 = 63{,}989$;
heraf $h_1 - h_0 = 7{,}459$.

m	$h_m - h_0$	Faldtider	Omløbstider	Δ
1	7,459	0,12328		
2	17,247	0,18747	0,06419	
3	31,074	0,25163	0,06416	0
4	48,933	0,31577	0,06414	+ 2
5	70,846	0,37995	0,06418	— 2.

Middelværdien af de 3 sidste Omløbstider er

$$t = 0{,}06416 \text{ Sek.}$$

Største Afvigelse fra Middelværdien er 0,00002 Sek.

Naar man i alle de her anførte Forsøg i Henhold til Bestemmelsen ovenfor S. 49 af Fejlen, der skyldes Beregningsmaaden af de enkelte Omløbstider, udelader de Omløbstider, i hvilke Faldveje mindre end 10 Cm. indgaa, og naar man betragter hver enkelt Højdemaalings Resultat som en selvstændig Tidsmaaling, vil det sees,

1) at i de Forsøg, hvor Kviksølvfriktion har været anvendt, er der af 18 Maalinger kun to, hvor Afvigelsen fra Middeltallet naar $^1/_{25000}$ Sek., medens den i de øvrige ikke overskrider $^1/_{50000}$ Sek.;

2) at i Forsøgene med fast Axe er der af 49 Maalinger 1 med en Afvigelse lig 0,00005 Sek. fra det tilhørende Middeltal, 11 med en Afvigelse 0,00003 Sek., medens Afvigelsen for de øvrige 37 Maalinger ikke overskrider $^1/_{50000}$ Sek. Overførelse af Bevægelse ved Kviksølvfriktion har saaledes øjensynlig bidraget til at gjøre Bevægelsen jævn.

Det vil formentlig heraf, og af hvad der blev sagt under Forsøg 6, fremgaa som overvejende sandsynligt, at de iagttagne Afvigelser $> {}^1/_{50000}$ Sek. skyldes virkelige Variationer i Omløbstiden og ikke Fejl hidrørende fra Maalemethoden. Jeg tør derfor paastaa at have tilvejebragt et Middel til under nogenlunde gunstige Forhold at maale en enkelt Omløbstid med en Nøjagtighed af $^1/_{50000}$ Sek.

Stangens største Hastighed under Faldet forbi den roterende Skive er omtrent 300 Cm. Med den Hastighed falder den 0,006 Cm. i $^1/_{50000}$ Sek. Da Flertallet af Mærker svare til mindre Hastigheder, vil det heraf fremgaa, at den opnaaede Nøjagtighed i Tidsmaalingen kommer nær op til den Grændse, der bestemmes ved Længdemaalingens Nøjagtighed. Jeg tvivler ikke om, at man kan naa denne Grændse med et fuldkomnere Apparat end det, jeg hidtil har arbejdet med. Lader man Faldstangen faa en længere Faldvej, saa at den passerer Skiven med større Hastigheder end de her anvendte, ville Fejlene i Længdemaalingerne faa en endnu mindre Betydning end i de her

nævnte Maalinger. Længdemaalingens Nøjagtighed vil, tror jeg, bestemmes af Maaleapparatets, idet Farvemærkerne paa Faldstangen ere saa skarpt begrændsede, at de danne et fortrinligt Objekt for Maalingen. Ved at gjøre Udstrømningsaabningen fin, kunne Mærkestregerne gjøres meget smalle.

Lader man Farvestoffet sprøjte ud ad et fint Glasrør, kan man ikke i de forskjellige Forsøg faa lige fine Mærker, da hver Glasbeholder kun kan bruges én Gang. I et nyt Apparat, jeg har ladet udføre, har jeg bl. a. derfor ændret Methoden saaledes som antydet S. 45, Anm. Farvestoffet anbringes umiddelbart i den Kanal, der bores ind i Skiven, og sprøjter ud ad et fint Hul i en Metalprop, der lukker denne Kanals yderste Munding. For at faa Sprøjtningen til at begynde i rette Tid, indretter jeg det saaledes, at Opløsningen føres ind i den nævnte Kanal i Skiven, medens denne roterer, og umiddelbart før Stangen begynder sit Fald. Hullet i Metalproppen vilde snart forstoppes, hvis det tilbageværende Farvestof fik Lov til at indtørres deri; dette undgaaes imidlertid ved, medens Skiven endnu roterer, at sende Vinaand samme Vej som for Farvestoffet, hvorved der fremkommer en grundig Udvaskning af Kanalens og Hullets Vægge. Metalproppens Yderflade sidder i Flugt med Skivens Rand; da saaledes Udstrømningsaabningen er i konstant Afstand fra Omdrejningsaxen, og da man er fri for den fra Skivens Rand udgaaende Glasspids, der knækkes af, kan man lade Faldstangen falde meget tæt forbi Skiven, saa at Farvestoffets Vej i Luften kan reduceres betydeligt.

Ved at lade Farvestoffet sprøjte ud gjennem en fastsiddende Metalprop, vil man i Forvejen kunne kjende det virkelige Nulpunkt for Faldet; dette er nu, som omtalt S. 47, uden Betydning for Tidsberegningen paa Grund af de forstyrrende Virkninger, der sikkert ville komme ved enhver Slags Udløsning og i hvert Tilfælde ere tilstede ved den bekvemmeste, nemlig den elektromagnetiske. Ved imidlertid at sammenligne det virkelige Nulpunkts Beliggenhed med det af Farvemærkerne beregnede, vil man kunne faa Oplysninger om Betydningen af de forstyrrende Virkninger, der gjøre sig gjældende ved Udløsningen; dette har nogen Interesse, da mange Tidsmaalinger ere foretagne og stadig foretages (f. Ex. ved Boulengers Kronograf) under Forudsætning af en momentan Forsvinden af en Elektromagnets Magnetisme eller dog af en højst problematisk Elimination af Tiden for dens Forsvinden.

Anvendeligheden af den her beskrevne Methode til Maaling af Rotationstider er betinget dels af Vinkelhastigheden dels af Afstanden fra Axen til Udstrømningsaabningen. Bedst egner den sig naturligvis til Maaling af store Hastigheder. Jeg har anvendt den ved Hastigheder fra 15 til over 40 Omløb i Sekundet; Skivens Diameter var 15 Cm. Med den Diameter tror jeg ikke man kan gaa langt under 15 Omløb pr. Sekund. Anvendeligheden vil væsenligst være betinget af Periferihastigheden; naar altsaa Diametren voxer i omvendt Forhold af Vinkelhastigheden, vil Methoden kunne anvendes ogsaa ved mindre Vinkelhastigheder end 15 pr. Sekund.

Den Hastighed, man maaler, er den, som Rotationsapparatet har, efter at Glasspidsen er afbrudt. Ønsker man, hvad der jo oftest vil være Tilfældet, at kjende Hastigheden umiddelbart før eller samtidig med Afbrydningen, maa man sørge for, at denne ikke foranlediger noget kjendeligt Hastighedstab. Da det fine Glasrør, der brydes over i mine Forsøg, kun har været 0,2—0,3 Mm. i udvendigt Maal, og da Rotationsapparatets Bevægelsesenergi ved de mindste Hastigheder har været flere Kgrmetre stor, indsees det, at Hastighedstabet kun kan have været meget ringe; at dets Indflydelse paa Maalingsresultatet i hvert Tilfælde er betydelig mindre end Iagttagelsesfejlene, vil jeg paavise i Afsnit IV. Forøvrigt undgaaes Glasrørets Overbrydning ved den ovenfor omtalte Ændring af Methoden. I Steden for vil der fremkomme et yderst ringe Hastighedstab ved Farvestoffets Indbringelse i den roterende Skive; men dette Tab vil med Sikkerhed kunne beregnes.

I de hidtil nævnte Rotationsmaalinger har jeg maalt alle eller saa godt som alle Mærkerne, for at komme til en Afgjørelse af den Nøjagtighed, Maalingen kunde give samt af, hvorvidt man under givne Omstændigheder kunde anse Omløbstiden for konstant, i den Tid (omtr. $^1/_3$ Sek.) Stangen falder. Som nævnt S. 48 blev Faldet begyndt, naar Stempelstangen i Rotationsapparatets Staalcylinder i nogen Tid ($^1/_2$—1 Minut) havde holdt sig i konstant Højde, og dette Kjendetegn paa konstant Hastighed har ved de nævnte Forsøg vist sig fuldkommen paalideligt; uden det vilde jeg næppe have kunnet udføre nogen af de i det følgende omtalte Undersøgelser fuldt tilfredsstillende. Naar man har et saadant Kjendetegn paa konstant Hastighed, behøver man ikke ved Anvendelse af Sprøjtemethoden at maale mere end tre Mærker (se S. 48); jeg har i Reglen for Kontrollens Skyld maalt 4 eller 5 ved de Anvendelser af Methoden, jeg i det følgende skal omtale.

Foruden de Anvendelser, min Methode kan faa, hvor det gjælder om at bestemme Tiden for et enkelt Omløb, skal jeg gjøre opmærksom paa, at den i omvendt Anvendelse giver en smuk Paavisning af Faldloven og kan til Forelæsningsbrug tjene til Bestemmelse af Accelerationen ved det frie Fald. Mit Apparat er altsaa en ny Faldmaskine; det kan som saadan ikke blot gjøre Tjeneste ved Undervisningen, men ogsaa i videnskabelige Undersøgelser; saaledes vil man ved samtidig at lade to Stænger falde kunne komme til Resultater over Luftmodstanden og over Modstanden, som en Leder møder ved at bevæge sig i et magnetisk Felt (og derigjennem over Ledningsmodstanden), idet man kan lade den ene Stang falde frit, medens den anden faar en maalelig Paavirkning ved en af de nævnte Modstande. Jeg har i det ovenfor omtalte nye Apparat taget Hensyn til denne Anvendelse. De ovenfor angivne Resultater vise, at Luftmodstanden ikke har haft nogen paaviselig Indflydelse paa Faldet i mine Forsøg.

II. Centrifugalsugning.

1. En foroven og forneden lukket Cylinder $CDEF$ af Radius R_0 (Fig. 6) antages at indeholde en mindre, lukket (massiv eller hul) Cylinder, Stemplet, af Radius r_0 og Højde h, endvidere en Vædske og Luft af Tryk c. Luften antages at fylde et Rum v. Cylindren antages at rotere om sin lodret staaende Axe, og Luften befinder sig udelukkende over Stemplet; dettes Middelvægtfylde, ρ_1, antages mindre end Vædskens ρ. Vinkelhastigheden ω antages saa stor, at den parabolske fri Overflade skæres af Fladen CD og af Stemplets Overside. Der søges de lodrette Tryk, som virke paa Stemplets Over- og Underside, idet den førstes Afstand x fra Fladen CD er given.

Idet den parabolske Overflade tænkes fortsat nedad til sit nederste Punkt A, kaldes Afstanden fra A til et Punkt i Axen z og Radien i Paraboloidens cirkulære Snit gjennem Punktet med Ordinaten z kaldes r. Man har da

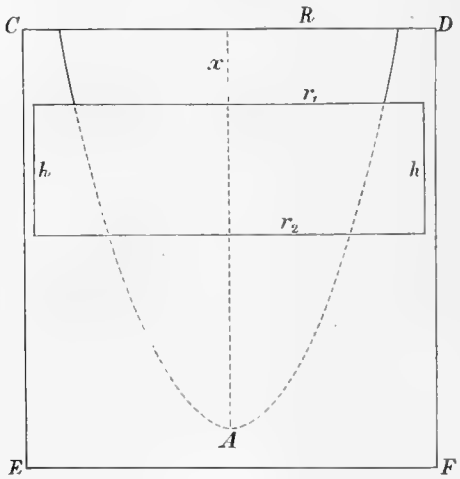


Fig. 6.

$$z = \frac{\omega^2}{2g} r^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

hvor g er Accelerationen ved det frie Fald.

Radierne til Cirklerne, som Paraboloidefladen afskærer af Fladen CD samt Stemplets Over- og Underside, kaldes henholdsvis R, r_1 og r_2. Man finder

$$v = \frac{\pi\omega^2}{4g}(R^4 - r_1^4) = \frac{\pi g}{\omega^2} x(2Z - x),$$

hvor Z er z-Koordinaten til CD. Heraf faaes

$$Z = \frac{\omega^2 v}{2\pi g x} + \tfrac{1}{2} x \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Fladeenhedstrykket paa Oversiden af Stemplet indenfor Cirklen med Radius r_1 sættes lig det konstante Lufttryk c, idet der bortsees fra Variationen i Lufttrykket ved Rotationen, hvad der er berettiget i det foreliggende Tilfælde, hvor der er Tale om atmosfærisk Luft af almindelig Tæthed og det 10000 Gange saa vægtfyldige Kviksølv. Udenfor den nævnte Cirkel, hvis Radius r_1 faaes ved (1), idet z-Koordinaten er $Z - x$, er der et Fladeenhedstryk i Afstand r fra Axen

$$p = c + \tfrac{1}{2}\rho\omega^2(r^2 - r_1^2).$$

Som Kraftenhed benyttes den absolute Kraftenhed i Cm., Gr., Sek. Systemet. Det hele Tryk paa Stemplets Overside bliver altsaa

$$P_1 = \pi r_0^2 c + \int_{r_1}^{r_0} 2\pi r p\, dr = \pi r_0^2 c + \tfrac{1}{2}\pi\rho\omega^2\left(\tfrac{1}{2}(r_0^4 + r_1^4) - r_0^2 r_1^2\right).$$

Trykket P_2 paa Undersiden af Stemplet findes paa lignende Maade; her varierer Trykket lige fra Axen til Randen; til Bestemmelse af Integrationskonstanten har man, at Paraboloideoverfladens Fortsættelse under Stemplet er en Niveauflade, hvor Trykket er c. Man maa altsaa finde Radien r_2 ved (1) og ved z-Koordinaten, der er $Z-x-h$. Man faar

$$P_2 = \pi r_o^2 c - \tfrac{1}{2}\pi\rho\omega^2(r_o^2 r_2^2 - \tfrac{1}{2}r_o^4).$$

Denne Beregning har dog kun Gyldighed, naar Trykket c er stort nok til at hindre, at der dannes et lufttomt Rum under Stemplet.

Resultanten P af Trykkene paa Over- og Undersiden, som jeg kalder Centrifugalsugningen, bliver

$$\begin{aligned} P &= P_1 - P_2 = \tfrac{1}{2}\pi\rho\omega^2(\tfrac{1}{2}r_1^4 - r_o^2(r_1^2 - r_2^2)) \\ &= \rho g\frac{\pi\omega^2}{4g}r_1^4 - \rho g\pi r_o^2 h = \rho g\frac{\pi\omega^2}{4g}r_2^4 - \rho g\left(\pi r_o^2 h - \frac{\pi\omega^2}{4g}(r_1^4 - r_2^4)\right) \quad \ldots \quad (3) \end{aligned}$$

I det sidste Udtryk for P sees det første Led at være Vægten af den Vædske, som fylder det parabolske Rum under Stemplet, medens det sidste Led er Vægten af den Vædske, som fortrænges af Stemplet udenfor den parabolske Flade. Forholdet kan altsaa opfattes saaledes, at Vægten af det parabolske Vædskerumfang under Stemplet bæres af dette, ligesom Kviksølvet i et lige Barometerrør kan siges at bæres af Røret, idet Kviksølvet forøger Rørets tilsyneladende Vægt med sin egen. Denne nedadgaaende Kraft modvirkes af den af Stemplet uddrevne Vædskemasses Vægt, altsaa af Opdriften, svarende til Opdriften paa den Del af et Barometerrør, der naar ned under Kviksølvoverfladen i Barometerkarret.

Reduceres Stemplet til en uendelig tynd Skive, bliver $h = O$, $r_1 = r_2$, saa at sidste Led forsvinder.

Foruden Trykket P, virker der paa Stemplet dettes egen Vægt $g\rho_1\pi r_o^2 h$. Resultanten af alle de virkende Kræfter bliver altsaa

$$P' = \tfrac{1}{4}\pi\rho\omega^2 r_1^4 - \pi(\rho-\rho_1)g r_o^2 h.$$

Indføres z-Koordinaten z_1 til Stemplets Overside for r_1, faaes, idet $z_1 = Z - x$

$$P' = \frac{\pi\rho g^2}{\omega^2}z_1^2 - \pi(\rho-\rho_1)g r_o^2 h = \pi\rho\left(\frac{v}{2\pi}\frac{\omega}{x} - \frac{g}{2}\frac{x}{\omega}\right)^2 - \pi(\rho-\rho_1)g r_o^2 h.$$

Er Stemplet frit, vil det bevæge sig i Retning af Kraften P' og tilsidst antage en Ligevægtsstilling bestemt ved Stemplets Oversides Afstand ξ fra Fladen CD, hvor $P' = 0$. Man har altsaa til Bestemmelse af ξ

$$\left(\frac{\xi}{\omega}\right)^2 + 2\sqrt{\frac{\rho-\rho_1}{\rho}\frac{r_o^2 h}{g}}\,\frac{\xi}{\omega} - \frac{v}{\pi g} = 0.$$

Kvadratroden maa have positivt Fortegn, da z_1 ifølge Forudsætningen er positiv. Af Ligningens Form sees det allerede, at Stemplets Afstand fra Fladen CD er proportional med Vinkelhastigheden. Man faar, idet Stemplets Volumen $\pi r_o^2 h = \varphi$,

$$\frac{\xi}{\omega} = \frac{\sqrt{v + \frac{\rho-\rho_1}{\rho}\varphi} - \sqrt{\frac{\rho-\rho_1}{\rho}\varphi}}{\sqrt{\pi g}} = \frac{1}{C} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Denne Formel og altsaa Proportionaliteten mellem ξ og ω er begrændset ved Forudsætningerne for Beregningen, som ere, dels at den parabolske Overflade skæres saavel af Fladen CD som af Stemplets Overside, dels af, at der ikke dannes noget tomt Rum under Stemplet; det sidste giver en højere, det første en lavere Grændse for de Vinkelhastigheder, for hvilke Beregningen finder Anvendelse.

Forudsættes Stemplets Diameter kun lidt mindre end den ydre Cylinders, kan den lavere Grændse ω_1 findes som den, der gjør $R = R_0$. Man har ved (4) $\xi_1 = \frac{1}{C}\omega_1$ og ifølge (2) og (1)

$$Z = \frac{\omega_1 v}{2\pi g} C + \tfrac{1}{2}\frac{\omega_1}{C} = \frac{\omega_1^2}{2g} R_0^2$$

$$\omega_1 = \left(\frac{vC}{\pi} + \frac{g}{C}\right) : R_0^2.$$

Er f. Ex. $R_0 = 2$ Cm., $\rho = 10\rho_1$, $v = \varphi = 40$ Cubcm., faaes med omtrentlige Værdier

$$\frac{1}{C} = 0{,}0489, \quad \omega_1 = 77\,.$$

Hertil svarer et Omløbstal af noget over 12 i Sek.

Maximumhastigheden ω_2, for hvilken Beregningen gjælder, findes ved at søge Trykket i Axens Skæringspunkt med Undersiden af Stemplet. Dette Tryk er

$$p = c - \tfrac{1}{2}\rho\omega^2 r_2^2\,.$$

For $p = 0$, faar man $\omega = \omega_2$. Altsaa

$$r_2^2\omega_2^2 = \frac{2c}{\rho} = 2gz_2\,,$$

$$z_2 = \frac{\omega_2^2 v}{2\pi g \xi_2} - \tfrac{1}{2}\xi_2 - h = \frac{c}{g\rho}\,,$$

$$\frac{\omega_2 vC}{2\pi g} - \frac{1}{2C}\omega_2 = \frac{c}{g\rho} + h,$$

$$\omega_2 = 2\,\frac{\frac{c}{g\rho} + h}{\frac{vC}{\pi g} - \frac{1}{C}}\,.$$

Udtrykket for z_2 viser, hvad der jo ogsaa kan indsees umiddelbart, at Trykket under Stemplet bliver Nul, naar z-Koordinaten til Stemplets Underside er lig Barometerstanden $\frac{c}{g\rho}$, idet c forudsættes at være Atmosfærens Tryk og Vædsken at være Kviksølv.

Antages det, at i Udtrykket for ω_2 er $\rho = 13{,}6$ og $\frac{c}{g\rho} + h = 80$ Cm., og benyttes forøvrigt de samme Værdier som ovenfor, faaes

$$\omega_2 = 741\,,$$

hvortil svarer et Maximumomløbstal af over 100 i Sek.

I det her forudsatte Exempel sees det, at naar Cylindrens Vinkelhastighed voxer fra 77 til 741 (Omløbstallet fra c. 12 i Sek. til c. 117), vil Stemplet synke fra Afstand 3,76 Cm. fra Fladen CD til Afstand 36,24, forudsat at den ydre Cylinder er dyb nok. Dets Afstand fra CD vil være proportional med Vinkelhastigheden. Hastighedens Forøgelse med 1 Omløb pr. Sekund vil flytte Stemplet omtrent 3,1 Millim.

2. Hastighedsmaaling ved Centrifugalsugning. Det vil fremgaa af det ovenfor nævnte, at man ved Centrifugalsugningen kan faa et Middel til ved en umiddelbar Iagttagelse at maale en Axes Omløbshastighed under Rotationen. Maalingen er absolut, naar man i Forvejen har udmaalt Dimensionerne og Vægtfylderne, idet man da ved (4) kan finde det konstante Forhold mellem Afstanden ξ og Vinkelhastighederne. Der kan maales baade smaa og ubegrændset store Hastigheder, naar man afpasser Apparatets Dimensioner efter Hastigheden. Særlig vil jeg gjøre opmærksom paa, at man ved at variere Vædskemængden i et Apparat, hvis Dimensioner forøvrigt ere givne, kan variere Konstanten C indenfor vide Grændser. Stemplet vil paa Grund af sin mindre Vægtfylde ved selve Centrifugalvirkningen i Vædsken faa sin Axe indstillet i Rotationsaxen, saa at det ikke risikeres, at noget Punkt af det slæber paa den ydre Cylinder. Stemplets Stilling kan observeres, ved at det forsynes med en lodret opadgaaende Stang, der gaar op gjennem et Hul i Laaget paa den ydre Cylinder. Hvis det foretrækkes, kan det samme opnaaes, ved at man fører en Følestift, som ikke deltager i Rotationen ned til Oversiden af Stemplet, der for Midtens Vedkommende jo altid er blottet for Vædske.

De Stoffer, det ligger nærmest at benytte, i det mindste naar der er Tale om hurtig Rotation, er Jærn og Kviksølv. Det er ret anselige Kræfter, der i saa Tilfælde komme til at virke paa Stemplet selv ved smaa Dimensioner. Har man saaledes en Jærncylinder af 4 Cm. Diameter med et Stempel af omtrent samme Diameter og en Højde af 3 Cm., og fylder Luftrummet 2 Cm. i Cylindren, vil man ved (3) finde, at det resulterende Tryk fra Kviksølvet paa Stemplet er omtrent $5^1/_2$ Kgr., naar dettes Overside holdes $2^1/_2$ Cm. fra Fladen CD, og Cylindren roterer med en Hastighed af 2400 Omløb i Minutet.

Som det vil erindres fra Beskrivelsen af mit Rotationsapparat, har jeg der anbragt en saadan Hastighedsmaaler. Jeg skal nu nævne mine Erfaringer ved Brugen af denne Del af Apparatet. Med Hensyn til den Sikkerhed, hvormed Stemplet indstiller sig i sin Ligevægtsstilling, har jeg erfaret, hvad der jo ogsaa var at vente, at naar Hastigheden varierer, er Stemplet noget tilbage i sin Vandring, fordi Kviksølvet ikke strax faar Staalcylindrens

Hastighed. Da Stemplet i mit Apparat er 3 Cm. højt, og Cylinderhøjden er 11 Cm., indeholder Cylindren en betydelig Mængde Kviksølv og tillader en stor Vandring af Stemplet. Ved et Apparat, der kun er indrettet til Maaling af Hastigheder indenfor nogenlunde snævre Grændser, kan Kviksølvmængden formindskes saa betydelig, at man ikke herved kan møde nogen Hindring i at faa et sikkert Maal for Hastigheden, naar denne blot er nogenlunde jævn.

I de Forsøg jeg har gjort, hvor jeg i nogen Tid holdt en bestemt Hastighed konstant vedlige (se IV), har jeg ved Iagttagelse med en tæt ved Apparatet anbragt Kathetometerkikkert altid fundet, at Stempelstangen nøjagtig indtog samme Stilling ved samme Hastighed.

Jeg har ikke hidtil benyttet Stempelbevægelsen til egenlig Hastighedsmaaling men benyttet den med stor Fordel dels til, naar en bestemt Hastighed tilstræbtes, da at skønne, naar denne omtrent var naaet, for derefter at afpasse Motorens Bevægkraft, dels og især til ved Stempelstangens Stillestaaen at konstatere jævn Hastighed.

3. Hastighedsregulering. Paa Grund af den betydelige Kraft, der paavirker Stemplet, naar det kommer ud af sin Ligevægtsstilling, kan Virkningen paa Stemplet med Fordel benyttes til Regulering af Hastigheder. Jeg tvivler ikke om, at Apparatet, naar man giver det tilstrækkelig store Dimensioner, kan benyttes som en meget paalidelig Regulator for en Damp- eller Gasmotor, paalidelig fordi Apparatet er meget solidt, og fordi den hele Virkning er grundet paa Rotationens Virkning paa Kviksølv, saa at der ingen Fjeder behøves. Jeg har prøvet Apparatet som Regulator for den elektriske Motor, der drev Rotationsapparatet. Den ved denne Lejlighed benyttede Motor var en Edelmanns Dynamo med c. 7 Ohms Modstand; den blev dreven ved 10—12 Accumulatorer. Arbejdet, som forlangtes af Motoren, var meget ringe i Sammenligning med, hvad den er konstrueret til, saa at den ikke har arbejdet under gunstige Betingelser for konstant Hastighed.

Regulatorapparatet sees anbragt i Fig. 7. Det blev fastskruet paa den Bom i Rotationsapparatet, der forbinder de to Støtter *tt* og *uu* (Fig. 1), og hvori Rotationsapparatets Tap *m* har sit Leje. Det bestaar af to isolerede Opstandere, en paa hver Side af Stempelstangen. Den ene bærer en Fjeder *a*, der kan hæves eller sænkes noget ved Stilleskruen *b*. Rotationsaxens Forlængelse og altsaa Stempelstangen træffer Fjedren *a* omtrent paa Midten. Den anden Opstander bærer en Arm, der fører hen over Midten af Fjedren *a*, og den er der forsynet med en isolerende Knop *c*, der støtter Fjedren fra oven. Samme Arm bærer en Kontaktskrue *k*, der med en Platinspids møder en Platinplade paa Fjedren *a*. Skruen *k* sænkes saa meget, at Fjedren, naar den trykkes opad, møder *k*, mens der endnu er lidt Afstand mellem Fjedren og Knoppen *c*. Naar Apparatet er i Ro eller gaar med ringe Hastighed, vil Opdriften paa Stemplet gjennem Stempelstangen trykke Fjedren op mod Kontaktskruen *k*. Naar en vis Hastighed overskrides, ophører Trykket, og Fjederkraften vil afbryde Forbindelsen mellem *a* og *k*.

Motorens Strøm blev sendt gjennem Fjedren og Kontaktskruen ved to Klemskruer *d* og *e*, der tiltillige bleve forbundne ved en Modstand af passende Størrelse og uden Selvinduktion. Der blev valgt en Batterikraft, der uden indskudt Modstand vilde give Apparatet en lidt for stor Hastighed, og den mellem *d* og *e* anbragte Modstand valgtes saa stor (sædvanlig 1 S. E.), at den, indskudt, vilde give en lidt for lille Hastighed. Følgen heraf vil være, at Apparatet faar en Middelhastighed lig den, der netop faar Fjedren *a* til at røre Kontaktskruen *k*. Under Reguleringen rører Fjedren aldrig Stopperen *c*. Fjedren svinger uafladelig, saa at Strømmen meget hyppig afbrydes; Gnisterne vare meget svage; de saaes kun i Loupe.

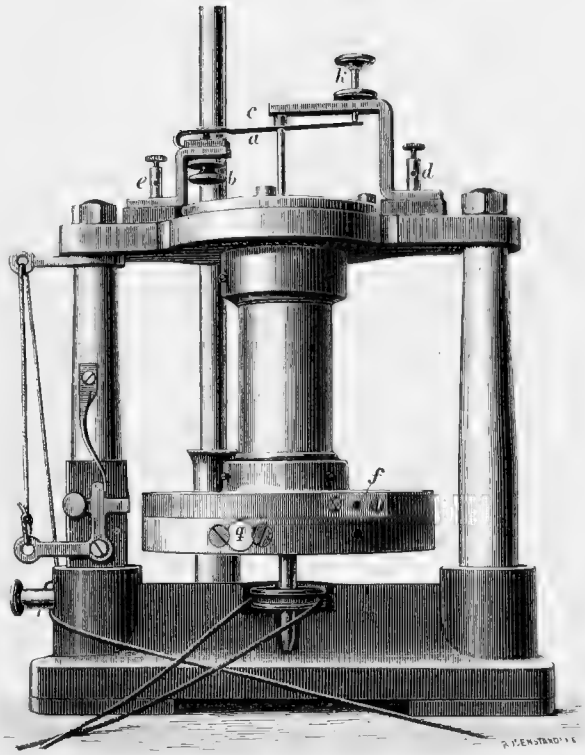


Fig. 7.

For at Kviksølvet hurtig skulde antage Staalcylindrens Hastighed, blev der over og under Stemplet anbragt Vinger, hvert Sted dannede af to buede Plader, hvis Spændvidder vare lidt større end Cylindrens Diameter; de bleve med Randene mod hinanden pressede ned i Cylindren, hvor de fastholdtes ved deres egen Spænding. Vingerne tillode kun Stemplet en faa Millimeters Vandring. Hastigheden kunde varieres ved Kviksølvmængden.

For at prøve, hvor fint Regulatorapparatet virker, har jeg maalt Hastigheden 7 Gange ved Sprøjtemethoden, mens Regulatoren fungerede. I alle Maalingerne mødte Fjedren Kontaktskruen i samme Højde, men i de tre første var Stilleskruen *b* stillet saaledes, at Fjedren uden noget Tryk var i en minimal Afstand fra Platinspidsen; i de fire sidste Maalinger var Fjedren, naar den ikke fik noget Tryk fra neden, fjærnet flere Mm. fra Spidsen; Strømmen blev i de fire sidste Maalinger derfor sluttet, naar Hastigheden var saa meget mindre end i de tre første, at den derved fremkomne Opdrift paa Stemplet tvang Fjedren op mod Spidsen. Man maa derfor finde mindre Hastighed i den anden Række end i den første.

Resultaterne af de tre første Maalinger vare Omløbstallene

26,41 26,67 26,51 Omløb i Sek.

Ved de fire sidste Maalinger fandtes

24,88 24,92 24,92 24,95 Omløb i Sek.

Middeltallet af de tre første Omløb er 26,54 saa at den største Afvigelse fra Middeltallet er 0,13 eller $^1/_2$ Procent. Betydelig gunstigere stiller Resultatet sig i den sidste Række, hvor Middeltallet er 24,92, og den største Afvigelse fra dette er 0,04 eller noget mindre end $^1/_6$ Procent. Forsaavidt man kan slutte af de faa Iagttagelser, er det heldigt for at opnaa en jævn Gang ved Regulatorapparatet, at Stempelstangen udøver et let Tryk mod Kontaktfjedren, naar denne indtager den til Reguleringen svarende Stilling.

Af de ovenfor angivne Resultater slutter jeg, at man ved et Apparat som det af mig konstruerede kan opnaa en automatisk eller ved Haandkraft reguleret Rotation, der er tilstrækkelig jævn, til at man i de fleste Tilfælde kan grunde en paalidelig Smaatidsmaaling derpaa (Gnistkronograf, Bestemmelse af Stemmegaffers Svingningstal). Det maa erindres, at den elektriske Motor, jeg benyttede, ikke passede synderlig til Apparatet, idet dette kun krævede en ringe Del af Motorens Maximalarbejdskraft; af den Grund ansaa jeg det heller ikke for at være Umagen værd at fortsætte Iagttagelserne med det nærværende Apparat; men naar jeg med dette kunde opnaa en Nøjagtighed af $^1/_6$ Procent, anser jeg det for sandsynligt, at der ved et fuldkomnere Apparat vil kunne paaregnes en Nøjagtighed af 1 pro Mille.

Jeg omtalte ovenfor, at Apparatet kunde benyttes uden Motor, ved Haandkraft; dette kan ske, naar man, idet Apparatet bevæges ved Haanden, sender Strømmen fra et Element gjennem Reguleringskontakten og et Galvanoskop (elektrisk Klokke eller Telefon), samt afpasser Trækkraften efter dettes Angivelser.

III. Bestemmelse af en Rotationshastigheds Maximum.

Vil man fremkalde og undersøge en blivende Virkning af Rotationen paa et Legeme, vil denne Virkning sædvanlig afhænge af Maximumhastigheden, som Legemet har haft under Rotationen; det vil i saa Tilfælde være dette Maximum, det gjælder om at bestemme. Forinden jeg nærmere beskriver det Middel, jeg har anvendt til denne Bestemmelse, skal jeg gjøre en almindelig Bemærkning om Vædskers Forhold under hurtig Rotation.

Naar man afmaaler en Vædskemængde i en lodret staaende Beholder, ved at man hælder Vædske i, til det flyder over Randen, vil der fremkomme en med den frie Overflades Størrelse voxende Usikkerhed paa Grund af Overfladens ved Haarrørsvirkningen fremkaldte ulige Højde i forskjellige gjentagne Maalinger. Denne Fejlkilde vil være yderst ringe,

naar den overskydende Vædske gaar bort som Følge af en energisk Centrifugalkraft. Hælder man Kviksølv i et forneden lukket Rør, paa hvis Side der er boret et Hul, vil Kviksølvet løbe af, indtil Tyngdetrykket fra Vædskehøjden h (Fig. 8) holder Ligevægt mod den fra Krumningen af Overfladen ved Punktet M hidrørende Overfladespænding. Tænkes det samme Rør sat i hurtig Rotation om en Axe $AB \perp$ Rørets Axe, kan en ganske tilsvarende Bemærkning gjøres gjældende, men den Størrelse, som her kommer til at svare til Højden h, vil kunne regnes at blive mindre end h i samme Forhold som Tyngdekraften er mindre end Centrifugalkraften; i samme Forhold ville ogsaa Usikkerhederne ved Udmaalingen formindskes. Ved 2000 Omløb i Minutet vil der allerede i 5 Cm. Afstand fra Axen virke en Centrifugalkraft, der er mere end 200 Gange saa stor som Tyngdekraften.

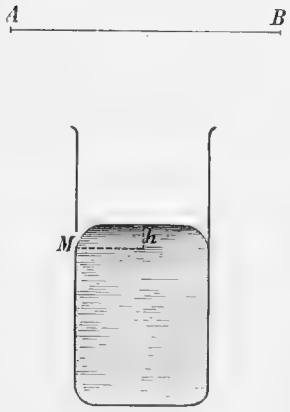


Fig. 8.

Jeg har benyttet mig heraf ved at gjøre Torricellis Forsøg med et i Rotationsapparatet vandret anbragt Rør, der var lukket i den mod Axen vendte Ende og aabent samt ombøjet ved den modsatte Ende. Røret var helt fyldt med Kviksølv. Sættes Apparatet med et saaledes anbragt Rør i Rotation, vil, naar en vis Hastighed overskrides, noget af Kviksølvet slynges ud, idet der dannes et tomt Rum indad mod Axen, indtil Centrifugalvirkningen paa den tilbageværende Kviksølvmasse holder Ligevægt mod Luftens Tryk. Medens Barometerstanden i et almindeligt Barometer sædvanlig maa maales ved en direkte Højdemaaling, og ikke, uden naar Røret har en anselig Diameter, kan findes tilstrækkelig nøjagtig ved Vejning paa Grund af de ovenfor omtalte Variationer i Overfladeforholdene, er Forholdet omvendt i Centrifugalbarometret. Der kan man ikke direkte maale Afstanden mellem de to Kviksølvoverflader, hvorimod denne vil kunne bestemmes meget sikkert ved bagefter at veje den i Barometret tilbageværende Kviksølvmængde.

Selvfølgelig har jeg ikke villet benytte dette til at bestemme Barometerstanden, men derimod til Bestemmelse af Maximumhastigheden. Forinden jeg meddeler de opnaaede Resultater, skal jeg først nærmere præcisere Opgaven. Et lukket, vandret, cylindrisk Rør R (Fig. 9) tænkes at rotere om en Axe $AB \perp$ Rørets Axe. Fra den udadvendte Ende af Røret udgaar en snæver Kanal, der udmunder ved P i en Afstand r_1 fra Axen; det hele er oprindelig fyldt med Kviksølv men antages nu delvis udtømt ved

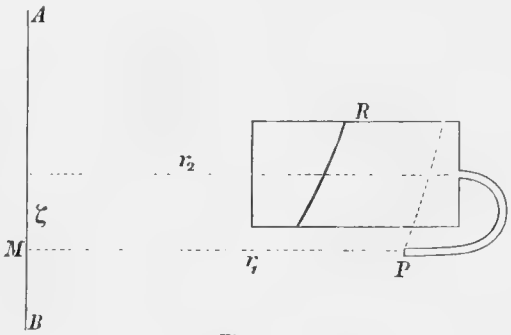


Fig. 9.

Centrifugaltrykket. Kviksølvet vil da være begrændset forinden af en af Røret afskaaren Del af en Paraboloideflade, foruden af et Fladeelement i P af en anden Paraboloide; i denne antages et Tryk maalt ved Barometerstanden B at virke.

Fladen gjennem P vil alene afhænge af Vinkelhastigheden ω; dens Ligning er

$$z = \frac{\omega^2}{2g} r^2,$$

idet dens Toppunkt tages til Nulpunkt for z-Koordinaten. Punktet M, der ligger i Axen i Højde med P, ligger i Afstand $z_1 = \frac{\omega^2}{2g} r_1^2$ fra Toppunktet. Rørets Axe skærer Fladen gjennem P i en Afstand $r'_1 = \sqrt{r_1^2 + \frac{2g}{\omega^2}\zeta}$, idet ζ er denne Axes Højde over P.

Den indre Paraboloide maa have sit Toppunkt B Cm. over den ydres. Dens Ligning er altsaa

$$z = \frac{\omega^2}{2g} r^2 + B;$$

derved faaes, at Rørets Axe skærer denne Flade i en Afstand $r_2 = \sqrt{r_1^2 - \frac{2g}{\omega^2}(B-\zeta)}$. Herved er Størrelsen $r_1 - r_2$, og ved den ogsaa Vægten af Kviksølvet i Røret bestemt. Gjøres ζ til Nul, vil r_2 alene afhænge af Forholdet mellem Barometerstanden og Kvadratet paa Vinkelhastigheden. Varierer B, og holdes $\frac{B}{\omega^2}$ konstant, vil man altsaa faa samme Værdi for r_2. Den indre Overflades Form vil derimod variere; Variationen vil bestaa i, at Overfladen vil hælde mere ved den lavere end ved den højere Barometerstand; men da dens Midtpunkt holder sin Afstand fra Omdrejningsaxen uforandret, vil det med de Variationer, som Barometerstanden kan være underkastet, kun faa meget ringe Indflydelse paa Vægten af det tilbageblivende Kviksølv. Denne Vægt kan derfor, naar Dimensioner og Afstande fra Axen vælges rigtigt i Forhold til de Hastigheder, der skulle kunne maales, betragtes som en Funktion alene af Forholdet $\frac{B}{\omega^2}$, hvor ω er Maximumhastigheden; Temperaturen vil kun have en yderst ringe Indflydelse paa Vægten af Kviksølvet. Iagttages Barometerstanden under Rotationen, og vejes Røret bag efter, kan man derfor finde Maximumhastigheden.

Jeg har for at danne mig en Forestilling om Methodens Brugbarhed konstrueret følgende Apparat (Fig. 10). MN er et Staalrør, der er lukket ved N. I Bunden er der boret et Hul, hvori et snævert Glasrør g er indkittet. Et kortere Staalrør H ligeledes lukket ved den ene Ende kan skrues til Bunden af MN. Sammen-

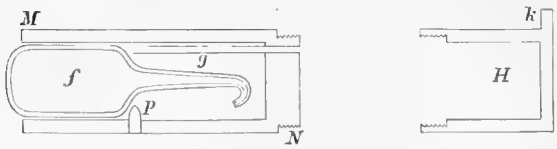


Fig. 10.

skruede have de to Rør en samlet Længde af 5,2 Cm. I MN er Rotationsbarometret anbragt. Det har Form af en lille Flaske f, hvis Beholder er omtrent 1,6 Cm. lang, og som fortsættes med en ombøjet Hals. En Knast p møder Flaskens Bryst. Ombøjningen anbringes modsat Røret g. Omgiven med tyndt Papir slutter f saa tæt i MN, at Kviksølv indenfor f ikke løber ud. f fyldes med Kviksølv, og idet MN i oprejst Stilling ligeledes fyldes med Kviksølv til Mundingen af g, sættes f ned i MN.

Den Fremgangsmaade, jeg benyttede for at faa den lille Flaske fyldt med Kviksølv, skal jeg omtale, da jeg tror, den kan være bekvem ved flere Lejligheder. Flasken blev nedsat i et Glasrør AB (Fig. 11), hvis Rand forneden var lidt indbøjet. Omkring Flasken blev der fra oven stoppet fin Asbest ved en flad, skærpet Pind; herved blev Røret tæt nok til at kunne holde paa flere Cm. Kviksølv over Flaskens Munding. Ved først at skaffe noget Kviksølv ind og derpaa holde Røret ind i en Flamme, kunde Kviksølvet holdes i samtidig Kog over og i Flasken, idet denne frembød Bunden for direkte Paavirkning fra Flammen.

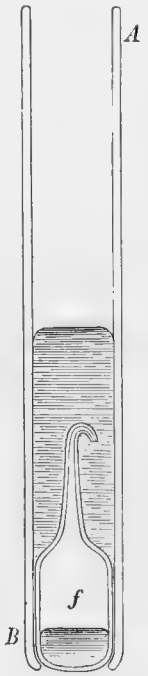


Fig. 11.

Paa denne Maade blev der indrettet to Rotationsbarometre, som for Afbalanceringens Skyld begge bleve anbragte i Rotationsapparatet diametralt modsat. Med dette var der i den Anledning foretaget den S. 44 omtalte Forandring, at den flade Kviksølvbeholder til Overførelse af Bevægelsen ved Kviksølvfriktion blev fjærnet, og det øvrige Apparat blev baaret af en enkelt Axe. Herved blev der Plads til at anbringe den 1,8 Cm. tykke Messingskive (Fig. 7), der har samme Diameter som gg (Fig 1) og er fæstet til denne ved to stærke Skruer. Messingskiven var gjennemboret efter to paa hinanden vinkelrette Diametre, saa at der fremkom 4 Huller. To af disse bleve foreløbig tilstoppede, medens der i hvert af de to andre blev anbragt et Rotationsbarometer, der helt og holdent fik Plads i Skiven. Det korte Staalrør var forsynet med en Knast k (Fig. 10), der passede i et Udsnit i Skiven, hvorved Barometrets Stilling i denne blev bestemt saaledes at Røret g (Fig. 10) laa øverst. Hvert Barometer blev fastholdt ved to Skruer. Barometret sees i Fig. 7 ved q anbragt i Skiven.

Naar nu Apparatet sættes i Rotation med voxende Hastighed, vil der fra en vis Hastighed at regne drives Kviksølv ud af Flasken f; det overskydende i MN vil gjennem Røret g gaa over i det korte Staalrør H, saa at den frie Overflade i MN stadig gaar gjennem Mundingen af g. Aftager Hastigheden igjen, vil Flasken f paany fyldes ved det i MN tilbageværende Kviksølv, medens Kviksølvet i H forbliver der. Efter Rotationen fjærnes Røret H og dets Kviksølv, og det øvrige Apparat vejes. Det er denne Vægt Q, det gjælder om ved Forsøg at bestemme som Funktion af $\frac{B}{\omega^2}$, idet ω er Maximumhastigheden. For

at kunne benytte Apparatet paany, bliver det, idet H fremdeles er fjærnet, trykket noget ned i et Prøveglas med Kviksølv; gjennem Røret g erstattes da det i forrige Forsøg udslyngede Kviksølv.

Jeg har med de to Apparater foretaget en Række samtidige Bestemmelser af Vægten Q, Barometerstanden B og Maximumhastigheden, hvilken sidste jeg bestemte ved Farvesprøjtemethoden. Efterat Rotationsbarometrene vare indbragte i Messingskiven og Sprøjteflasken med Farvestof i Jærnskiven gg (Fig. 1) samt Faldstangen hængt op, blev Apparatet sat i Gang ved et Antal Elementer bestemt efter den Hastighed, der skulde naaes. Stempelstangens Bevægelse nedad blev fulgt i Kikkert, og naar den nedadgaaende Bevægelse var bleven saa langsom, at den endnu netop kunde mærkes, blev Faldet og Farvesprøjtningen indledede og umiddelbart derefter Motorens Strøm afbrudt. Herved blev det opnaaet, at Hastigheden endte med at voxe yderst langsomt, og at netop Maximumhastigheden blev maalt. Størrelsen Q blev hver Gang maalt for begge Rotationsbarometrenes Vedkommende.

Hvorvidt Slutningshastigheden har kunnet betragtes som konstant, vil fremgaa af, hvorvidt de til de forskjellige Omløb svarende Faldhøjders anden Differens δ er konstant i hvert Forsøg. I hvor høj Grad dette har været Tilfældet, vil fremgaa af nedenstaaende Sammenstilling af de forskjellige Værdier af Størrelsen δ i hvert af de 7 Forsøg, jeg har udført (jeg har i hvert Forsøg maalt 4—5 af de ved Mærkerne afsatte Faldhøjder).

1.	Forsøg	$\delta =$	0,6398	0,6395	0,6389
2.	—	$\delta =$	0,7890	0,7888	0,7887
3.	—	$\delta =$	0,8700	0,8699	
4.	—	$\delta =$	1,064	1,064	
5.	—	$\delta =$	1,265	1,264	
6.	—	$\delta =$	1,363	1,364	
7.	—	$\delta =$	1,432	1,432	1,432.

Da den procentiske Fejl i Omløbstiden kun er det halve af Procentfejlen i δ, sees Hastigheden at have været meget jævn.

I nedenstaaende Tabel ere Resultaterne fra de 7 Forsøg angivne. I Steden for $\frac{B}{\omega^2}$ har jeg beregnet den dermed proportionale Størrelse δB. Denne Størrelse er i hvert Forsøg fælles for begge Rotationsbarometre. Derimod vil Vægten Q være forskjellig paa Grund af Uligheder i de to Apparater, der betegnes ved Nr. 1 og 2.

Forsøg	δ	Omløbstal	δB	$\delta B - 48{,}20$	Barometer Nr. 1. Q	$Q - Q_1$	Barometer Nr. 2. Q	$Q - Q_1$
1	0,6391	39,18	48,20		53,6270		55,7586	
2	0,7888	35,27	60,32	12,12	54,2648	0,6378	56,4516	0,6930
3	0,8700	33,59	66,51	18,31	54,5545	0,9275	56,7603	1,0017
4	1,061	30,37	80,01	31,81	55,3093	1,6823	57,5018	1,7432
5	1,264	27,86	95,25	47,05	56,1680	2,5410	58,3854	2,6268
6	1,364	26,82	103,38	55,18	56,5620	2,9350	58,8366	3,0780
7	1,432	26,18	108,49	60,29			59,2713	3,5120

Nogen simpel Relation mellem δB og Q kan naturligvis ikke ventes, da de kun 1,6 Cm. lange, omtrent 0,8 Cm. vide, ved Enderne tilsmeltede Barometerrør vare alt andet end kalibriske. Opføres Resultaterne grafisk med $Q - Q_1$ som Abscisse og $\delta B - 48{,}20$ som Ordinater, faaes to Kurver (se Fig. 12), som løbe temmelig nær parallelt fra Forsøg 1 til 5; fra Forsøg 6 fortsættes Kurven 2 med en svag Krumning nedad, medens Kurven 1 bøjer fra Forsøg 5 opad. Da de sidste Forsøg svare til de mindste Hastigheder, hvor Barometrene næsten vare fulde, er dette i Overénsstemmelse med, at Barometerflasken Nr. 1 var kjendelig kortere end Nr. 2. De tre ved Forsøg 3, 4 og 5 bestemte Punkter ligge i hver af Kurverne meget nær paa en ret Linie, hvad der ogsaa fremgaar af, at naar man ved simpel Interpolation mellem Forsøg 3 og 5 vilde søge $(\delta B)_4$ ved Q_4, vilde man ved Barometer Nr. 1 faa $(\delta B)_4 = 79{,}95$ og ved Nr. 2 $(\delta B)_4 = 79{,}6$, medens Forsøget gav 80,01. Det fremgaar heraf, at man med Sikkerhed kunde benytte ethvert af de to Rotationsbarometre til ved Interpolation imellem Tallene fra Forsøg 3, 4 og 5 at maale Maximumhastigheder beliggende mellem de i Forsøg 3 og 5 tilvejebragte, henholdsvis 33,6 og 27,9 Omløb i Sek.; den til Forandringen 5,7 i Omløbstallet svarende Vægtforandring er, som Tabellen viser, omtrent 1,6 Gr. Ved at anvende et nøjagtig udboret Staalrør i Steden for Glas vil man

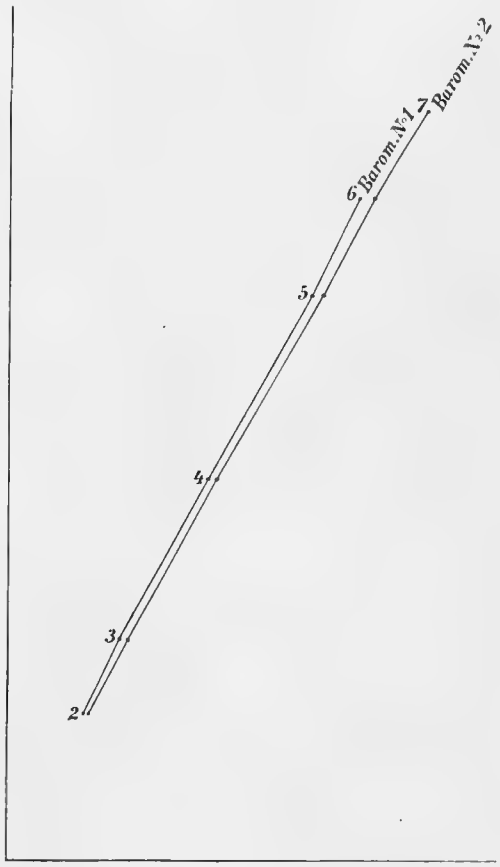


Fig. 12.

ved et Apparat af lignende Dimensioner som de af mig anvendte kunne maale indenfor betydelig videre Grændser end de her angivne.

Et saadant Apparat til Maaling af Maximumhastigheden vil i de fleste Tilfælde uden Vanskelighed kunne anbringes paa en Maskinaxe, og det vil derfor kunne tjene som Control for Forcering af Hastigheden ud over tilladelige Grændser, hvad der turde være af Betydning overfor Misbrug f. Ex. af Centrifuger.

Jeg betegnede mit Forsøg med Rotationsbarometret som en Udførelse af Torricellis Forsøg med Anvendelse af Centrifugalkraften i Steden for Tyngdekraften. Paa samme Maade har jeg udført Daltons Forsøg til Maaling af mættet Damps Tryk; efter at have afsluttet de ovenfor beskrevne Forsøg, bragte jeg nemlig lidt Æther (omtr. 2 Mg.) ind i Barometerflasken Nr. 2 og anbragte derefter Barometret som før i Rotationsapparatet. Sættes dette i Bevægelse, vil Kviksølv drives ud af Flasken ved en mindre Rotationshastighed end før, idet det før tomme Rum nu udfyldes med mættet Ætherdamp. Nu vil Afstanden $r_1 - r_2$ (Fig. 9) afhænge af Størrelsen $\frac{B-P}{\omega^2}$, hvor B er Barometerstanden, P mættet Ætherdamps Tryk, paa samme Maade som før af $\frac{B}{\omega^2}$. Derimod kan dette ikke længer forudsættes om Vægten Q, da man ved samme Værdi af Forholdene $\frac{B-P}{\omega^2}$ og $\frac{B}{\omega^2}$ faar saa forskjellige Værdier for ω, at de frie Overflader hælde kjendelig forskjelligt i Rørene, hvorfor Q ikke kan paaregnes at faa samme Værdi. I et Apparat med kalibriske Rør vilde der let kunne beregnes de fornødne Korrektioner, men med det benyttede Apparat kan Beregningen kun foretages grovt. Jeg vil derfor ikke gjengive Enkeltheder ved Forsøgene, men kun bemærke, at disse faldt ud ganske efter Forventning, baade hvad Indflydelsen af Variationer i Hastighed og i Temperatur angaar. Temperaturen, der her selvfølgelig faar en stor Indflydelse, blev maalt ved før og efter Rotationen at anbringe et Thermometers Beholder i et Hul i Skiven.

IV. Tilvejebringelse af en i Forvejen given Hastighed. Stemmegaffers Svingningstid.

Stemmegaflens Svingninger ere tidligere paa flere Maader bragte i Forbindelse med roterende Bevægelser, dels forat maale Omløbstallet, naar Svingningstallet er givet, dels for omvendt at maale Svingningstallet ved Omløbstallet; i la Cours Tonehjul er Stemmegaflen paa en særdeles smuk Maade benyttet til at regulere Omløbshastigheden. Ved den Slags Anvendelser svinger Stemmegaflen sædvanlig ikke fuldstændig frit; idet den enten skal skrive i Sod eller under sine Svingninger støde mod Fjedre eller mod Kviksølvoverflader

for at slutte en elektrisk Strøm. Selv om det Arbejde, der kræves udført, kun er ringe, maa det dog befrygtes, at det har nogen Indflydelse paa Svingningstiden, hvorfor den Tillid, man kan have til Maalinger, som grundes paa Svingningernes Ligetidighed, begrændses, idet man umulig vil kunne sikre sig, at Gaffens Arbejde bliver det samme i forskjellige Forsøg. Jeg har derfor tilvejebragt en Methode, hvorved Omløbstal og Svingningstal bringes i Relation til hinanden under saadanne Omstændigheder, at Stemmegaffen svinger fuldkommen frit. Jeg blev ledet ind paa den Vej, jeg fulgte, ved at jeg havde skaffet mig en la Coursk Stemmegaffel for at benytte den til Maaling af Rotationshastigheder; jeg fjærnede i den Hensigt Stemmegaffens Kontaktfjeder og indrettede det saaledes, at Strømmen gik uden nogen Afbrydelse gjennem Beviklingen for Elektromagneten. Paa Rotationsaxen for det Apparat, jeg benyttede (det var ikke det i denne Afhandling beskrevne), var der anbragt et Kontakthjul, d. v. s. et Tandhjul af Kobber, hvor Mellemrummene mellem Tænderne var udfyldt med Elfenben. Hjulet var i ledende Forbindelse med Axen. I et elektrisk Kredsløb var Axen, en Kontaktfjeder, der trykkede mod Hjulet, og Stemmegaffens Elektromagnet indskudte; Strømmen blev altsaa afbrudt under hvert Omløb et Antal Gange lig Tændernes Antal.

Naar Tiden t mellem to paa hinanden følgende Afbrydninger er et Multiplum af Stemmegaffens (hele) Svingningstid ϑ, vil Gaffen sættes i Svingninger. Lader man Rotationshastigheden voxe langsomt fra Nul, vil man derfor ved de smaa Hastigheder høre Stemmegaffen brumme hele Tiden; der er t nemlig saa stor, at enhver Værdi ligger nær ved et Multiplum af ϑ eller, mere fysisk talt, Virkningen paa Stemmegaffen er, at den med Mellemrum, der ere store i Sammenligning med ϑ, faar en Række Stød, der ikke tillade den at komme i Ro. Er Hastigheden bleven saa stor, at t overskrider f. Ex. 4ϑ, vil Gaffen være saa godt som tans den meste Tid og kun give en kraftig Tone ved Hastigheder, der temmelig nær give $t = 3\vartheta$, 2ϑ, ϑ. Bliver $t < \vartheta$, ophører al Lyd.

I Stemmegaffens Tonen har man altsaa et Kjendetegn paa en Række af Hastigheder. Ved en nærmere Undersøgelse vil det imidlertid vise sig ikke at være en meget sikker Bestemmelse af Hastigheden; Stemmegaffen vil nemlig give en kjendelig Lyd ikke blot, naar t har nøjagtig de ovenfor angivne Værdier, men ogsaa naar den er tæt ved dem. Lad os antage, at Stemmegaffens Svingningstal er n og Afbrydningernes Antal i Sek. f. Ex. $n = 3$. Er Gaffen i Hvile, vil den ved den første Strømslutning faa et Stød, som giver den en lille Bevægelse; denne Bevægelse vil voxe ved en hel Række af de følgende Strømslutninger, idet Strømimpulsen først efter $^1/_3$ Sek. paany vil træffe Gaffen i dens Ligevægtsstilling og i en Bevægelsesretning, der er modsat Impulsen fra Strømmen; efter $^2/_3$ Sek. ville Impuls og Bevægelsesretning atter være ensrettede. Holdtes den ovenfor forudsatte Omløbshastighed konstant vedlige i nogen Tid, vilde Stemmegaffen derfor svinge hele Tiden, men med periodisk Stigen og Dalen af Lydens Styrke; man vilde faa at høre en Tone

med 3 Stød i Sek. Voxer derimod Hastigheden langsomt til den Værdi, der giver n Omløb i Sek., $t = \frac{1}{n}$, vil man ikke faa de nævnte Stød at høre, men Tonens Styrke (og maaske dens Renhed) vil voxe og naa et Maximum, naar t er lig eller maaske (se nedenfor) lidt større end $\frac{1}{n}$; voxer Hastigheden yderligere, vil Styrken atter aftage. Dette Maximum af Lyd kan ikke skælnes tilstrækkelig skarpt af Øret til at kunne tjene som Kjendetegn paa den tilsvarende Hastighed, idet Øret kun kan afgjøre (og det endda næppe meget skarpt) naar Maximumværdien er passeret.

De forskjellige Maxima svarende til $t = 3\vartheta$, 2ϑ, ϑ har jeg kunnet konstatere ved det ovenfor omtalte Apparat, idet jeg drejede Axen rundt med Haanden og hørte Lyden i en Telefon, der stod i Forbindelse med en Mikrofon; dennes Træplade var ved en udspændt tynd Metaltraad forbunden med den ene Gren af Stemmegaffen tæt ved dens Knudepunkt. Det viste sig vanskeligt at afpasse Hastigheden saaledes, at Lyden hørtes i længere Tid, hvoraf jeg slutter, at der ikke er noget stort Spillerum for de Hastigheder, der kunne give en kjendelig Lyd; for imidlertid at reducere Usikkerheden til et Minimum ændrede jeg Fremgangsmaaden, dels saaledes, at Apparatet blev simplere og derved konstantere i sin Virkning, dels saaledes, at Iagttagelsen af Svingningerne blev uafhængig af Hørelsen.

Den ændrede Fremgangsmaade blev bragt i Anvendelse paa det samme Rotationsapparat, der har gjort Tjeneste ved de øvrige i denne Afhandling omtalte Undersøgelser. Det tjente her til Bestemmelse af Stemmegaflens Svingningstid, idet Omløbstiden blev maalt ved Sprøjtemethoden; ogsaa her fik jeg, som det vil fremgaa af det følgende, en fortrinlig Hjælp af Stempelbevægelsen i Apparatets Staalcylinder. Apparatet var i den Tilstand, der er beskreven S. 67; det manglede altsaa Overførelsen af Bevægelse ved Kviksølvfriktion, og under Jærnskiven var anbragt den tykke Messingskive med de fire under rette Vinkler radialt borede Huller. I hvert af disse blev der anbragt en cylindrisk Staalmagnet, omtrent 5 Cm. lang og 1,4 Cm. tyk. Magneterne bleve fastholdte paa samme Maade som tidligere Rotationsbarometrene. De vendte alle ensartede Poler udad. De ydre Polflader vare afskaarne saaledes, at de laa i Flugt med Skivens cylindriske Randflade.

Disse 4 Magneter benyttedes til under Rotationen at sætte en Stemmegaffel i Svingninger. Denne blev anbragt med lodret Svingningsplan, saaledes at dens Grene pegte ind mod Skiven. Grenenes Endepunkter stode tæt ved Messingskivens Rand (Fig. 13) og saaledes, at Polfladerne N for de i Skiven siddende Magneter under Rotationen gik forbi Mellemrummet mellem Grenene; disse ville derfor ved hver Magnetpassage modtage en meget kortvarig Impuls til Bevægelsens Vedligeholdelse, saa at Stemmegaflen vil svinge saa frit, som det overhovedet kan tænkes at ske, naar dens Svingninger skulle

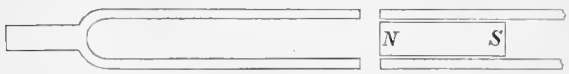


Fig. 13.

holdes vedlige. Det absolute Maximum af Virkning vil opnaaes, naar Tiden mellem to Impulser er lig Svingningstiden, altsaa naar Omløbstallet N er en Fjerdedel af Svingningstallet n, og naar Impulsen træffer Grenene i deres Ligevægtsstilling.

Den Stemmegaffel, jeg benyttede, blev dannet af blødt Jærn. Gaffens Længde, regnet fra Tilstødningsstedet for Skaftet, er 13 Cm., Grenene ere 1,05 Cm. brede og 0,38 Cm. tykke. Afstanden mellem Grenene er 1,5 Cm. I de fleste Forsøg blev Gaffen baaren af et Stativ, der blev stottet saaledes, at det ikke modtog Rystelser fra Rotationsapparatet. Naar Hastigheden blev godt afpasset, kunde jeg sætte Stemmegaffen i meget energiske Svingninger; der viste sig Maximum af Udsving omtrent ved Omløbstallene

$$N = 15{,}6 \text{ og } N = 23{,}4;$$

da disse Tal forholde sig som 2 til 3, sluttes det, at Svingningstallet findes af det første Maximum ved Multiplikation af Omløbstallet med 12 og af det sidste ved Multiplikation med 8. For at kunne give Stemmegaffen en Impuls ved hver Svingning, maatte der et Omløbstal 46,8 til; saa stor en Hastighed nærede jeg dog nogen Betænkelighed ved at tilvejebringe; paa Grund af de Omdannelser, der vare foretagne med Apparatet, for at det kunde tjene de forskjellige i denne Afhandling nævnte Formaal, havde det mistet noget af sin Symmetri, hvorfor det ved de største Hastigheder, jeg har maalt (omtrent 40 Omløb i Sek.) gav saadanne Rystelser, at jeg ikke ansaa det for raadeligt at forcere Hastigheden meget videre. Dette maa ogsaa tages med i Betragtning ved Vurderingen af den Nøjagtighed, jeg har opnaaet ved mine Maalinger; Nøjagtigheden har kun kunnet skades ved de nævnte Rystelser; og jeg mener derfor at kunne betragte de Grændser, jeg har fundet for mine Methoders Nøjagtighed som lavere Grændser for, hvad man vil kunne opnaa ved en omhyggelig Udførelse af Apparater, hvoraf ethvert kun skal tjene ét af de forskjellige Formaal, for hvilke mit enkelte Apparat har maattet gjøre Tjeneste.

Da Omløbstallet 23 falder indenfor de Grændser af Hastigheder, der kunne maales med en tilfredsstillende Nøjagtighed ved Sprøjtemethoden med de Dimensioner, jeg havde givet Rotationsapparatet, valgte jeg det til Undersøgelse af den Stemmegaffel, jeg havde ladet udføre.

Stemmegaffen, som jeg indrettede til denne Undersøgelse, er med sit Stativ afbildet i Fig. 14. En vandret liggende Messingstang AB fastklemmes ved Tappen D og bærer ved den ene Ende Opstanderen BC, i hvilken Stemmegaffens Skaft kan fastskrues, og hvorpaa Klemskruen r er anbragt. Ved den anden Ende bærer AB et isoleret Messingstykke E, hvori Kontaktskruen F gaar; denne gaar med

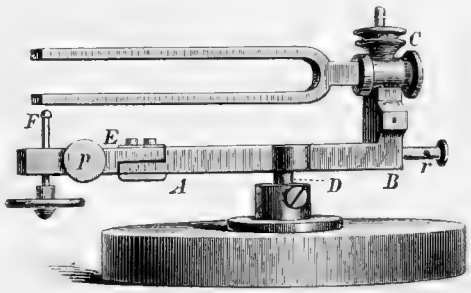


Fig. 14.

en passende Friktion, idet E er spaltet; ved Skruen p kan F derfor klemmes mere eller mindre fast i sin Møttrik. E bærer endvidere en elektrisk Klemskrue. Over Spidsen af Skruen F, der er forsynet med et kort Stykke tilloddet Platintraad, er der paa Stemmegaflen fastloddet en lille Platinplade. Forbindes de to elektriske Klemskruer med Polerne af et galvanisk Element, og indskydes i Elementets Kredsløb et Galvanoskop, vil dette sidste give tilkjende, naar der kommer Berøring mellem Stemmegaflen og Kontaktskruen F. Paa dennes Hoved var der anbragt en inddelt Kreds i Forbindelse med en fast Viser. Naar man holdt Stemmegaflen rolig i sin Ligevægtsstilling og drejede Skruen, til Galvanoskopet gav Udslag, kunde man paa Kredsen aflæse denne Skruens Nulstilling. Ved derpaa at dreje Skruen tilbage kunde man paa Kredsen aflæse Afstanden fra Stemmegaflens Ligevægtsstilling til Kontaktskruens Platintraad; Skruegangshøjden var $^1/_2$ Mm. Kommer Stemmegaflen i Svingninger, hvis Udsving naar denne Afstand, vil Galvanoskopet give dem tilkjende, medens alle mindre Svingninger ikke ville mærkes.

Stemmegaflen blev nu, efter at være anbragt paa sin Plads ved Skiven, benyttet saaledes, at man tilvejebragte en ringe Afstand mellem F og Gaflen; Sprøjteflasken med Farvestof til Hastighedsmaalingen blev anbragt i Jærnskiven i Rotationsapparatet, og Faldstangen blev hængt op i sin Elektromagnet. Ved en Kathetometerkikkert kunde Spidsen af Stempelstangen iagttages. Sættes Apparatet i Rotation, finder man uafladelige Udslag ved smaa Hastigheder; voxer Hastigheden bliver Magneten i Ro, indtil man kommer i Nærheden af Omløbstal 15,6; da slaar Magneten energisk ud for atter at svinge tilbage og blive i Ro, til man er i Nærheden af Omløbstal 23,4, hvor der atter iagttages et vedvarende Udslag. Naar dette Udslag sees, indstilles Kathetometerkikkerten paa Stempelstangen.

Herefter fjærnes Kontaktskruen noget fra Gaflen, og man lader Hastigheden voxe eller aftage meget langsomt, saaledes at Stempelstangen passerer den før iagttagne Stilling; hvis Strømmen i Galvanoskopet herved holdes sluttet i nogen Tid, fjærnes Kontaktskruen yderligere; saaledes fortsættes, indtil man faar Kontaktskruen saa fjærn, at man kun ved yderst langsom Variation i Hastigheden kan faa et forbigaaende Udslag paa Galvanoskopet. Naar dette er opnaaet, iagttages den Stempelhøjde, der haves samtidig med Udslaget. Afstanden fra Gaflen til Kontaktskruen vil meget nøje være lig det Maximum af Udsving, der kan naaes under de forhaandenværende Betingelser, og maales Omløbstallet i det Øjeblik, da Galvanoskopmagneten gjør sit Udslag, vil dette Omløbstal N kunne tjene til Bestemmelse af Svingningstallet.

Efterat Kontaktafstand og Stempelstilling saaledes ere bestemte, tilvejebringer man paany Omløbstallet N vejledet af Stempelhøjden. Naaes N ved for hurtig Variation, vil Stempelstangen passere Stillingen, uden at der kommer noget Udslag paa Galvanoskopet; kun hvis man opnaar at tilvejebringe N konstant eller ved en minimal Variation, opnaaes Udslaget, og naar det iagttages, bevæges Vægtstangen, der fremkalder Udsprøjtningen og

afbryder Faldstangelektromagnetens Strøm. Ved et Thermometer, hvis Beholder er anbragt mellem Stemmegaflens Grene, aflæses dennes Temperatur.

For at opnaa en konstant Hastighed har jeg dels benyttet en Jærntraadsrheostat i Motorens Kredsløb, dels bremset Motoren ved et let Tryk af en Finger og afpasset Trykket efter Stempelstangens Bevægelse for tilsidst at faa Stemplet til at standse i den forud bestemte Højde.

Jeg har undersøgt Stemmegaflens Svingningstal dels ved forskjellige Udsving (fra $^1/_{200}$ Mm. til $^1/_{12}$ Mm.), dels ved forskjellige Temperaturer; endelig har jeg maalt Svingningstallet af Gaflen anbragt indeni en Traadrulle med Strøm, saa at den var magnetiseret efter sin Længderetning, mens den svingede. For i forskjellige Forsøg at faa forskjellige Udsving stillede jeg Gaffelgrenenes Endepunkter i forskjellige Afstande fra Skiven ved at dreje Gaflen om Tappen D (Fig. 14).

For at kunne opvarme Gaflen under Svingningerne omgav jeg den med et Paprør, hvis ene lukkede Ende var fæstet til Opstanderen BC (Fig. 14). Røret var lidt længere end Gaflen og var ind mod Skiven delvis lukket med en Velinplade. Kontaktskruen gik op gjennem et Hul i Røret, og gjennem et midtvejs paa Siden af Røret anbragt Hul var et Thermometers Beholder ført ind. Tæt ved Opstanderen BC var der ført et omtrent 40 Cm. langt og omtrent 2 Cm. vidt, ved begge Ender aabent Blikrør ind i Paprøret, hvorfra det gik skraat nedad; dette Blikrør blev opvarmet udvendig ved en Spritlampe og førte derved ind i Paprøret en Strøm af varm Luft, der søgte ud gjennem Aabninger i den modsatte Ende af Røret. Paa denne Maade kunde jeg opvarme Gaflen til omtrent 40° C.

Det samme Paprør benyttede jeg ved Maalingen af Stemmegaflens Svingningstal, naar den blev magnetiseret, idet jeg viklede den magnetiserende Strømleder udenom det Stemmegaflen omgivende Rør.

Jeg har udført ialt 23 Maalinger af Svingningstallet; af disse ere imidlertid de 7 første kun at betragte som Øvelsesforsøg; ved deres Udførelse blev jeg efterhaanden ledet til at benytte de i det foregaaende nævnte Forholdsregler, som jeg fuldt ud bragte til Anvendelse i de 5 Maalinger Nr. 8—12.

Maalingerne Nr. 1—5 ere udførte ved Omløbstal 15,6; de give for Svingningstallet ved 14° $N = 187{,}28$, den største Afvigelse fra Middeltallet er 0,49. Alle de følgende Maalinger ere udførte ved Omløbstallet 23,4.

De 5 Maalinger Nr. 8—12, som jeg har benyttet til Bestemmelse af Svingningstallet ved almindelig Temperatur, ere angivne i omstaaende Tabel, hvor tillige Temperatur og Udsving ere angivne.

Forsøg	Temp.	Udsving i Mm.	Svingningstal	
8	14°	0,020	187,44	*V*
9	14°	0,005	187,23	
10	14°	0,007	187,23	*A*
11	14°	0,060	187,28	*A*
12	15°	0,080	187,39	*V*

Af disse Tal vil det fremgaa, at hvis Udsvingets Størrelse har Indflydelse paa Svingningstallet, vil denne for Udsving $< 1/10$ Mm. næppe andrage mere end $1/2000$ af Svingningstallet. Da endvidere mine Forsøg over Temperaturens Indflydelse kun vise en Aftagen af 0,026 i Svingningstallet for hver Grad, beregnes Stemmegaffens Svingningstal ved 14° og ved Udsving mindre end $1/10$ Mm. ved Middeltallet af de 5 sidste Tal i Tabellen til 187,31.

I den sidste Kolonne angiver *V*, at den rette Hastighed er naaet ved en Voxen og *A*, at den er naaet ved en Aftagen af Hastigheden. Tabellen viser, at den voxende Hastighed har givet de største Resultater for Svingningstallet. Da det samme, paa en enkelt Undtagelse nær, viser sig at være Tilfældet med de som Øvelsesmaalinger betegnede første 7 Bestemmelser, kan det sluttes, at Maximum af Udsving saa vel ved voxende som ved aftagende Hastighed, først er naaet, kort efter at den rette Hastighed er passeret. Spillerummet er imidlertid, som det sees i Tabellen, kun meget lille, og det iagttagne Forhold giver en overvejende Sandsynlighed for, at den sande Værdi virkelig ligger mellem den højeste og den laveste af de iagttagne Værdier.

Ovenstaaende Tabel giver 0,03 som den sandsynlige Fejl, saa at man kan sætte

$$N_{14} = 187{,}31 \pm 0{,}03.$$

Ved højere Temperaturer har jeg gjort 7 Maalinger. Ogsaa her maatte jeg gjøre nogle Øvelsesmaalinger, Nr. 13—16, før jeg blev opmærksom paa en Fejl, som jeg rettede i de tre følgende Maalinger. Denne Fejl bestod i, at jeg indstillede Kontaktskruen paa Maximum af Udsving før Opvarmningen; ved denne blev Afstanden mellem Kontaktskruen og Stemmegaffen formindsket, saa at Galvanoskopets Udslag ikke svarede til Maximum af Udsving. I Maalingerne Nr. 17—19 indstillede jeg derfor Kontaktskruen, efter at Opvarmningen var bleven stationær. Resultaterne af de tre Maalinger vare

Forsøg	Temp.	Svingningstal
17	36°	186,71
18	38°	186,66
19	35°	186,81

Middeltallet heraf giver Svingningstallet ved 36°

$$N_{36} = 186{,}73.$$

Ved 22° Opvarmning er altsaa Svingningstallet aftaget 0,58. Temperaturkoefficienten for Svingningstallets Aftagen bliver efter dette

$$\alpha = 0{,}00014\,,$$

et Tal, der er i god Overensstemmelse med tidligere fundne Værdier. Svingningstallet ved Temperaturen t bliver

$$N_t = 187{,}31\,(1 - 0{,}00014\,(t - 14)).$$

Ved min Methode til at holde Svingningerne vedlige, bliver Stemmegaflen ganske vist magnetiseret, men i saa lille en Brøkdel af Svingningstiden, at Magnetismens mulige Indflydelse paa Elasticiteten næppe kan have haft nogen kjendelig Indflydelse paa Svingningstiden. Da imidlertid de elektromagnetisk bevægede Stemmegafler ofte magnetiseres stærkt og forholdsvis længe, ansaa jeg det ikke for at være uden Interesse at sammenligne Svingningstallet af Gaflen, naar den var udsat for en stadig virkende magnetiserende Kraft, med det tidligere fundne Svingningstal. Jeg magnetiserede Gaflen som omtalt S. 75 ved en begge Grene omgivende Traadrulle med 36 Vindinger, hvori der gik en Strøm af omtrent 2,7 Ampere. Da Gaflen, som ovenfor omtalt, var af blødt Jærn, blev den saaledes ret kraftig magnetiseret. Jeg har udført 4 Maalinger af Svingningstallet for den saaledes magnetiserede Stemmegaffel; Resultaterne findes opførte i nedenstaaende Tabel.

Forsøg	Temp.	Svingningstal	
20	16,6°	187,33	V
21	16,2°	187,18	V
22	16,3°	187,13	A
23	15,8°	187,03	A

Disse Forsøg kunne tyde paa, at Magnetiseringen har bragt Svingningstallet ned, og at denne Indflydelse er voxet med Tiden; dette sidste skyldes maaske en Samvirken af Svingningerne og Magnetiseringen paa Jærnets moleculære Tilstand; Forsøgene bleve udførte kort efter hinanden paa samme Dag. Som det vil sees, har Magnetiseringen i hvert Tilfælde kun haft en ringe Indflydelse. Tages Middeltallet af de 4 Forsøg, og reduceres det til 14° ved den ovenfor fundne Temperaturkoefficient, findes

$$187{,}23\,,$$

altsaa kun 0,08 mindre end det tidligere fundne Svingningstal.

Jeg har ikke fortsat Undersøgelserne af Stemmegaflen videre, hverken hvad Temperaturens eller Magnetismens Indflydelse angaar; mit Hovedformaal var her nemlig kun det i Indledningen angivne at undersøge, hvorvidt den her beskrevne Methode med tilfredsstillende Nøjagtighed kan tjene til ved en Stemmegaffel at give tilkjende, naar en forud bestemt Rotationshastighed er tilvejebragt. Af de i Tabellerne S. 76 angivne Resultater mener jeg at kunne slutte, at man med nogen Øvelse vil kunne faa den givne Hastighed tilvejebragt med Fejl, der ikke naa 1 pro mille; med mere fuldkomne Apparater, særlig hvad Afpasning af Hastigheden angaar, end dem jeg arbejdede med, antager jeg, at Nøjagtigheden kan blive betydelig større.

Endvidere godtgjøre netop disse Forsøg, at Sprøjtemethoden til Rotationshastigheders Maaling, hvorpaa alle mine Undersøgelser ere grundede, ikke lider af systematiske Fejl, naar kun den Glasspids, der skal knækkes over, er tilstrækkelig tynd, og Inertiemomentet for de roterende Dele er tilstrækkelig stort. Den gode Overensstemmelse i Resultaterne af Forsøgene tyder i og for sig paa, at Hastighedsmaalingen er paalidelig. Den eneste systematiske Fejl, der kunde befrygtes, er den allerede S. 57 omtalte, at Arbejdet til det fine Glasrørs Overbrydning kunde formindske Hastigheden kjendeligt; dette kan imidlertid ikke give nogen konstant Fejl (og kun en saadan kan paa Grund af Resultaternes Overensstemmelse befrygtes), da der i hvert Forsøg maatte benyttes et nyt Glasrør, og disse vare ingenlunde lige tykke. At det nævnte Arbejde har været forsvindende lille, fremgaar dog mest afgjorende ved en Sammenligning af Resultatet for Svingningstallet fra Omløbstallet 15,6 med Resultatet fra Omløbstallet 23,4. Det første gav nemlig som Middeltal af 6 Forsøg

$$N_{14} = 187{,}28,$$

og det sidste af 5 Forsøg

$$N_{14} = 187{,}31.$$

Arbejdet til Glasspidsens Overbrydning maa gjøre N for lille; men den procentiske Formindskelse af N maa ifølge Udtrykket for den levende Kraft ved forskjellige Hastigheder og samme Arbejde forholde sig omvendt som Kvadratet paa Hastighederne. Naar nu de to Hastigheder, hvis Kvadrater forholde sig som 9 til 4, give næsten identiske Resultater, saa indsees det, at Arbejdet til Glasspidsens Overbrydning kun kan have haft en aldeles forsvindende Indflydelse paa Rotationshastigheden.

Da Stemmegaffen, som før omtalt, kan give en Bestemmelse af Hastigheden, hvor Fejlen højst er 1 pro mille og sikkert kan bringes betydelig lavere ned, sees det, at Kombinationen af en hurtig Rotation med en Stemmegaffel kan benyttes til Dannelse af en meget nøjagtig Gnistkronograf.

Jeg tvivler ikke om, at man vil kunne sætte en Jærnstang, der er anbragt vandret med sin ene Ende tæt ved Skivens Rand, og som er rettet ind mod Axen, i kraftige staaende Længdesvingninger, naar Hastigheden afpasses efter Svingningstallet; ved Maaling af Omløbstallet vil da Svingningstallet kunne findes paa lignende Maade som Stemmegaffens; mulig vil det samme kunne finde Sted ogsaa ved en Stang af andet Metal, der er armeret ind mod Skiven med en Jærncylinder. Man vil saaledes ved mange Lejligheder kunne faa en Maaling af Svingningstal, der er uafhængig af Hørelsen, og hvor det svingende Legeme svinger fuldstændig frit.

Der foreligger adskillige Undersøgelser over Stemmegaffers Svingninger, dels sammenlignende, dels absolute Bestemmelser af Svingningstallet. Svingningstallet har været absolut bestemt 1) grafisk, idet man har ladet Gaflen opskrive en Kurve i et Sodlag,

2) akustisk, idet man ved Øret har sammenlignet Stemmegaflens Tone med en Tone af bekjendt Svingningstal, 3) optisk, idet man har benyttet sig af Øjets Evne til at bevare en Eftervirkning af et kortvarigt Lysindtryk. Herved kan man, som bekjendt, tilsyneladende sammensætte to Bevægelser. Lissajous har saaledes optisk sammensat to Stemmegaffers samtidige Svingninger og derved fundet Middel til at sammenligne Svingningstallene. Poske har sammenlignet ad optisk Vej en Stemmegaffels Svingningstid med Omløbstiden for en roterende Skive[1]). Han benyttede en Helmholtz' Mikroskopgaffel. Det paa Gaflen anbragte Mikroskopobjektiv var anbragt tæt over en med radiale Spalter forsynet roterende Skive. Under denne var der paa en sværtet Glasstang anbragt en en Flamme spejlende Kviksølvdraabe, hvorpaa Mikroskopet var indstillet. Er Svingningstiden lig Tiden mellem to paa hinanden følgende Spalters Forbigang over Kviksølvdraaben, vil denne synes at staa stille. Er der en ringe Forskjel paa de to Tider, vil Draaben synes at gjøre langsomme Svingninger. Tælles disse i en given Tid, kan man finde Svingningstallet af Omløbstallet. Ved en beslægtet optisk Methode have Clarke og M'Leod foretaget Maalinger af Stemmegaffers Svingningstal[2]). Poske bemærker med Hensyn til saadanne Maalinger (l. c. S. 452): «Bei jeder Bestimmung der absoluten Schwingungszahl, etwa an Stimmgabeln, kommt es schliesslich darauf an, dieselbe mit der astronomischen Uhr (resp. der Bewegung des Sekundenpendels) zu vergleichen. Da indessen beide Bewegungen von zu verschiedener Ordnung sind, um direct in Beziehung gesetzt zu werden, so liegt es nahe, nach einer andern constanten Bewegung zu suchen, welche in der Mitte zwischen beiden steht.» Det er Vanskeligheden ved at tilvejebringe en saadan i længere Tid konstant Hastighed, jeg har villet undgaa ved min Methode, idet jeg kommer i Forbindelse med Sekundpendulet ved det frie Fald, hvis Hastighed er af passende Størrelse til direkte Anvendelse ved Udmaaling af Svingningstiden. De her beskrevne optiske Methoder have det samme Fortrin som min, at Stemmegaflen svinger frit. Men uden en Maalemethode, der som min Sprøjtemethode tillader en Udmaaling til et vilkaarligt Tidspunkt af Omløbstidens øjeblikkelige Værdi, er man nødsaget til at iagttage den optisk sammensatte Bevægelse i en Tid, der er lang i Forhold til Svingningstiden. Man maa derfor til Tider meddele Stemmegaflen Impulser for at holde Svingningerne vedlige, og herved kan der fremkomme forstyrrende Faseforandringer; dernæst skal Tiden, hvori den optisk sammensatte Bevægelse iagttages, udmaales, og Omløbstiden bestemmes ved et astronomisk Ur. Det hele Apparat bliver af den Grund temmelig omstændeligt, og Arbejdet dermed vanskeligt. Endvidere vil det vanskelig kunne forenes med den optiske Methode at indeslutte Gaflen helt i et Hylster; man er saaledes ikke saa frit stillet som ved min Methode med

[1]) Pogg. Ann. Bd. 152, S. 448, 1874.
[2]) Phil. Transact. Bd. 171, S. 1, 1880.

Hensyn til at undersøge forskjellige Omstændigheders (Opvarmnings, Magnetiserings og Luftmodstands) Indflydelse paa Svingningstallet. Endelig vil man ikke kunne undersøge meget smaa Svingninger ad optisk Vej, hvorimod min Methode efter mine Erfaringer synes at kunne anvendes paa overordenlig smaa Svingninger, naar kun det svingende Legeme er opstillet saaledes, at det er beskyttet mod Rystelser.

Alle Iagttagere have fundet Stemmegaffens Svingningstal aftagende med voxende Temperatur. Temperaturkoefficienten afhænger sandsynligvis af Gaffens Dimensioner og Materiale. Den er af nogle Iagttagere funden lidt mindre, af andre lidt større end 0,0001 (Clarke og M'Leod fandt 0,00011), medens jeg fandt 0,00014. Hertil er at bemærke, at min Stemmegaffel var af blødt Jærn, havde forholdsvis tynde Grene og var uden Skydevægte.

Tillæg.

Jeg har gjort nogle Iagttagelser over det Hastighedstab, der lides, naar man overfører Bevægelsen fra den af Motoren direkte bevægede Axe til Rotationsapparatet ved Kviksølvfriktion paa den S. 43 omtalte Maade. Naar Hastighederne ikke længer variere, vil der være Ligevægt mellem Momentet M af Modstandene, som Rotationsapparatet møder, og Momentet F af Kviksølvfriktionen. M tør antages væsenlig at skyldes Tapfriktionen ved Tappen m (Fig. 1) og er altsaa en Friktion mellem faste Flader, som jo antages uafhængig af Hastigheden. F maa derimod som en Vædskefriktion antages at være proportional med den relative Hastighed for Beholderen dd og Skiven ee. Men denne relative Hastighed er netop Hastighedstabet $N_1 - N_2$, idet N_1 er Axen a's og N_2 Axen f's Omløbstal. Man kan altsaa under disse Forudsætninger sætte

$$N_1 - N_2 = CM,$$

hvor C er en af Hastigheden uafhængig Konstant. Heraf sluttes, at Hastighedstabet maa være uafhængigt af Omløbstallet.

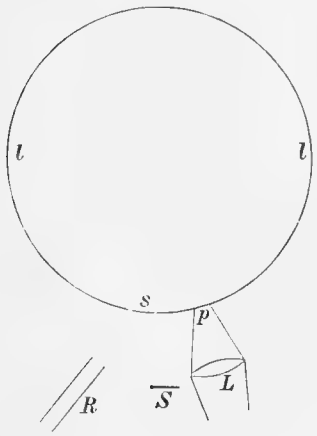


Fig. 15.

Hastighedstabet $N_1 - N_2$ maalte jeg paa følgende Maade. I Fig. 15 tænkes Jærnskiven gg og den flade Kviksølvbeholder dd begge projicerede i Cirklen ll. I Randen af Jærnskiven fæstede jeg et lille Planspejl s, hvis Normal var rettet udad fra Axen. Om Randen af den flade Kviksølvbeholder lagde jeg et Papirbaand; dette var delt i tre lige store Længder, der vare forsynede henholdsvis med 1, 2 og 3 Streger parallele med Baandets Længderetning. Udfoldet tog Baandet sig altsaa ud som vist i Fig. 16.

Fig. 16.

Ved en Petroleumslampe og en Linse L (Fig. 15), frembragte jeg en kraftig belyst Plet p paa Papirbaandet om Kviksølvbeholderen. Ved Siden af Linsen var der anbragt et fast Spejl S stillet saaledes, at det kastede Lyset fra p mod Randen af Jærnskiven. Et Rør R var rettet mod det Punkt af Jærnskiven, mod hvilket Spejlet S kastede Lyset fra p. Heraf fulgte, at man gjennem R kunde se et Spejlbillede af den belyste Flade p, naar Spejlet s netop var anbragt ud for Røret. L, S og R vare anbragte i Siden af en stor Kasse, der var hvælvet over hele Apparatet for at holde uvedkommende Lys ude.

Rotere Kviksølvbeholder og Jærnskive lige hurtig, vil man en Gang under hvert Omløb gjennem Røret R se stedse det samme Sted af Papirbaandet; ved lige hurtig Rotation vil Baandet derfor synes at staa stille. Gaar derimod Jærnskiven langsommere rundt end Kviksølvbeholderen, vil man for hvert nyt Omløb se et Punkt af Papirbaandet, der i Forhold til Rotationsretningen ligger bagved det i det foregaaende Omløb iagttagne; man vil derfor tro at se Papirbaandet løbe rundt i Rotationsretningen med en Hastighed, der netop er lig den relative Hastighed mellem Kviksølvbeholder og Jærnskive. Den relative Hastighed eller Hastighedstabet $N_1 - N_2$ kan derfor findes ved at tælle det Antal Gange, et af Felterne paa Papirbaandet viser sig i en given Tid.

Jeg har paa denne Maade maalt Hastighedstabet 7 Gange ved temmelig forskjellige Omløbstal. I Reglen maalte jeg Tiden for 50 relative Omløb. Jeg fandt i de 7 Forsøg, idet N_1 er Kviksølvbeholderens, N_2 Jærnskivens Omløbstal i Sekundet, de i nedenstaaende Tabel angivne Hastighedstab.

N_1	$N_1 - N_2$
22	1,03
21	0,80
24	0,87
23	0,90
8	0,73
8	0,68
23	0,71.

Stor Overensstemmelse i Værdierne af $N_1 - N_2$ kan der naturligvis ikke ventes, da Tapfriktionen vil afhænge af Smørelsens Tilstand; de tre sidste Forsøg ere udførte umiddelbart efter hinanden, og den nære Overensstemmelse, som $N_1 - N_2$ frembyder i disse Forsøg, hvor Hastighederne have været meget forskjellige, viser, at Hastighedstabet i hvert Fald temmelig nær er uafhængigt af Omløbstallet.

Denne Omstændighed er af væsentlig Betydning for Anvendelsen af Vædskefriktion til Overførelse af Bevægelse fra en Axe til en anden. Nyttevirkningen ved Overførelsen

er nemlig $$1 - \frac{N_1 - N_2}{N_1}.$$

Naar $N_1 - N_2$ er uafhængig af N_1, sees altsaa Nyttevirkningen at voxe med Omløbstallet; det tabte Arbejde er omvendt proportionalt med Omløbstallet. I det sidste Forsøg ved 23 Omløb i Sek. har saaledes Nyttevirkningen været omtrent 97 pCt., medens den i næstsidste ved 8 Omløb kun var omtrent 91 pCt.

Det fremgaar af disse Forsøg, at man kan overføre en roterende Bevægelse ved Kviksølvfriktion uden noget væsenligt Tab i Hastighed, naar kun Omløbstallet er stort nok. Selv om Rotationsapparatet skulde præstere et ret anseligt nyttigt Arbejde foruden det af Tapfriktionen absorberede, vilde Kviksølvfriktionen kunne arbejde med ganske god Nyttevirkning. Skulde der f. Ex. præsteres et nyttigt Arbejde, der var 9 Gange Tapfriktionen, vilde ved Omløbstal 23 Nyttevirkningen endnu være omtrent 70 pCt., medens den ved Omløbstal 8 kun vilde være omtrent 10 pCt., alt under Forudsætning af, at Kviksølvfriktionen vedbliver at være proportional med den relative Hastighed.

Om

nogle Grundstoffers allotrope Tilstandsformer.

Af

Emil Petersen.

Vidensk. Selsk. Skr., 6. Række, naturvidenskabelig og mathematisk Afd. VII, 3.

Kobenhavn.

Bianco Lunos Kgl. Hof-Bogtrykkeri (F. Dreyer).

1891.

Det Forhold, at forskellige Stoffer kunne have samme kemiske Sammensætning, gav som bekendt Berzelius først Navnet Isomeri[1]), og han adskilte senere[2]) specielle Tilfælde deraf under Benævnelserne Polymeri og Metameri omtrent i den samme Betydning, hvori disse Ord nu almindelig tages. Som et specielt Tilfælde af Isomeri betragtede han det Forhold hos flere Grundstoffer at kunne optræde i forskellige Former; senere betegnede han dog dette med et eget Navn, Allotropi. I Virkeligheden er der paa Forhaand ingen Grund til at identificere disse Forhold, naar man ved Allotropi, som vel nu i Almindelighed, forstaar den Kendsgerning, at ét og samme Stof — elementært eller sammensat — kan antage forskellige Former. Dog kan man ikke undgaa at bemærke, at der paa en Maade finder en Overgang Sted fra de helt forskellige polymere Stoffer (tilfældig Polymeri) gennem polymere Homologer (som Olefinerne) til Isomerier i snevrere Forstand mellem ensartede, til samme Gruppe henhørende Stoffer; derfra til saadanne Tilfælde, hvor man maa antage eller kan paavise en forskellig Polymerisationsgrad af væsentlig samme Substans (som Aldehyd, Par- og Metaldehyd, Cyanforbindelser); til blot «fysisk» isomere, indtil man naar de allotrope Former af samme Stof som sidste Led i Rækken.[3]) Men indtil disses Aarsag er nøjere opklaret, er det dog rimeligst at opstille dem som en Gruppe for sig.

Paa den anden Side maa man sondre Begrebet Allotropi fra det langt mere omfattende Polymorfi. At det samme Stof kan antage forskellige ydre Egenskaber som Farve, Glands, Struktur eller endog Krystalform behøver neppe at være ledsaget af mere dybtgaaende Forskel i kemisk Henseende. Det er saaledes bekendt, at mange farvede Stoffer forandre Farvens Intensitet med Temperaturen, uden at man af den Grund falder paa at sondre mellem forskellige Modifikationer.

At opstille absolut sikre og i alle Tilfælde virksomme Kriterier paa virkelig væsentlige Forskelligheder er neppe muligt. For imidlertid at have et bestemt Udgangspunkt for

---

[1]) Berzelius's Jahresber. Bd. 11, p. 47.

[2]) Ibid. Bd. 12, p. 63.

[3]) En lignende Overgang tænkte sig allerede Dumas (Ann. de chim. et de phys. T. 47, p. 324)

Betragtningerne behandler jeg i det følgende som virkeligt forskellige, allotrope Former kun saadanne, der vise tydelig Forskel i ét eller flere af de nedenfor anførte Forhold, idet det maa antages, at kun saadanne Forskelligheder nødvendigvis ere ledsagede af en væsentlig Forskel i den molekulære Struktur: 1) Energiindhold; 2) Vægtfylde (Atomvolumen); 3) Varmefylde; 4) Opløselighed. — Ogsaa andre fysiske Egenskaber (Haardhed, Ledningsevne for Varme og Elektricitet, optiske Egenskaber) kunne vel tjene som bestemte Kendetegn; men de ere i Almindelighed kun lidet kendte og for de fleste Former vanskelige at bestemme. Forskellig Krystalform — eller Forskel mellem krystallinsk og amorf Form — synes mig som nævnt ikke at kunne betinge nogen virkelig Allotropi, medmindre man vil give Begrebet en langt videre Rækkeevne end almindelig brugeligt. Derimod er det klart, at denne i Forbindelse med andre af de ovenfor nævnte Forskelligheder kan hjælpe til at afgøre, hvorvidt der foreligger bestemt afgrændsede, enkelte Former, og sikre mod Opstillingen af Blandinger af flere Former som enkelte. Hvor saadan Polymorfi foreligger, maa Afgørelsen af Spørgsmaalet søges i den absolute Forskel i Opløselighed eller i de ovenfor nævnte fysiske Egenskabers konstante Værdi, naar Betingelserne for den allotrope Forms Dannelse — i Reglen forskellig Temperatur — varieres indenfor snevrere Grændser.

De almindelige kemiske Egenskaber, f. Ex. den større eller mindre Lethed, med hvilken Stofferne i de forskellige Former angribes af Syrer eller Iltningsmidler, vise sig ganske vist at variere; men noget sikkert Kriterium kunne de neppe afgive.

Jeg mener ikke med disse Undersøgelser at kunne give noget direkte Bidrag til Forklaringen af Aarsagerne til Grundstoffernes Allotropi. Jeg har kun forsøgt — foruden en nøjere Fastsættelse af de Betingelser, under hvilke enkelte af Formerne dannes — at bestemme for disse nogle af de ovenfor nævnte fysiske Konstanter og saaledes give et Bidrag til det Materiale, hvis Samling er en nødvendig Forberedelse til Spørgsmaalets Løsning. Undersøgelserne omfatte særlig Bestemmelsen af Vægtfylden samt af Varmetoningen ved Overgangen mellem de forskellige Former af Stofferne: Arsen, Selen, Svovl, Sølv og Guld, for saavidt som disse Størrelser ikke ere bestemte med tilstrækkelig Nøjagtighed tidligere. Forinden jeg gaar over til at omtale de specielle Undersøgelser og Resultater, forudskikker jeg nogle almindelige Bemærkninger om de ved de kalorimetriske Forsøg og ved Vægtfyldebestemmelserne anvendte

Methoder.

Til Bestemmelse af Varmetoningen ved Overgang mellem Modifikationerne er for Arsen, Svovl og Selen anvendt Behandling paa forskellig Maade med Klor eller Brom, af hvilke de forskellige Former af de nævnte Stoffer i Reglen angribes med stor Lethed. For Solvets Vedkommende er anvendt andre Fremgangsmaader, der nedenfor ville blive

nøjere omtalte. Undersøgelserne ere i det væsentlige udførte efter de Forbilleder, der ere givne for saadanne i J. Thomsens «Thermochemische Untersuchungen», i Reglen endog med de samme Apparater, der af Hr. Prof. Thomsen med stor Velvilje ere blevne stillede til min Raadighed. En Garanti for Forsøgenes Nøjagtighed har jeg søgt ikke blot i Overensstemmelsen mellem de gentagne Forsøg med samme Bestemmelse, men ogsaa deri, at jeg som Regel med de anvendte Apparater og Methoder forud har foretaget Forsøg med andre Stoffer, for hvilke den paagældende Reaktionsvarme tidligere var bestemt.

Vægtfyldebestemmelserne ere udførte med Pyknometeret. Da de fleste af de undersøgte Stoffer ere fintdelte Bundfald eller Pulvere, er der anvendt særlig Omhu for absolut at udelukke vedhængende Luftblærer eller Luft opløst i Vandet. Dette lader sig — efter de Erfaringer, jeg har gjort — i mange Tilfælde ikke opnaa fuldstændigt ved Benyttelse af Luftpumpen alene. Selv ved flere Timers Henstand under en Klokke, i hvilken Trykket var bragt ned til nogle faa Millimeter, lykkedes det ikke altid ganske at fjerne Luften fra Stoffet i Pyknometeret, i Særdeleshed for saadanne Stoffer, der vanskeligt befugtes fuldstændigt af Vandet, saa at et tyndt Lag holder sig svømmende paa Overfladen. For at opnaa dette er Kogning — ved almindeligt Tryk eller i luftfortyndet Rum — nødvendig. Fremgangsmaaden er for de forskellige Stoffer varieret paa følgende Maader:

(1) Hvis Stoffet er et fintdelt Bundfald, der helst maa undersøges i fugtig Tilstand, eller hvis det i tør Tilstand meget vanskeligt befugtes af Vand, anbringes det i en Beholder (*A*, Fig. 1) tilligemed noget mere Vand, end Pyknometerbeholderen kan rumme. Til Bunden af Beholderen gaar et knæbøjet Rør, der med indskudt Glashane (*b*) staar i lufttæt Forbindelse med den ene Aabning af den fuldstændigt tørrede Pyknometerbeholder (*B*), hvis anden Aabning staar i Forbindelse med en Aspirator, ligeledes med indskudt Glashane (*c*). Vandet i Beholderen opvarmes til Kogning. Dersom Stoffet ikke taaler Opvarmning til 100°, anvendes Kogning ved lavere Temperatur i luftfortyndet Rum, der let tilvejebringes ved Sugning gennem *a*, idet Hanen *b* holdes lukket. Naar Luften er uddreven, aabnes denne, og ved Hjælp af Aspiratoren suges Stoffet med Vandet ind i den iforvejen opvarmede Pyknometerbeholder. Naar denne er fyldt, lukkes begge Hanerne *b* og *c*, saa at Vandet i Pyknometerbeholderen under Afkølingen er fuldstændigt afspærret fra Luften. Stofmængden bestemmes efter Forsøget ved Tørring og Vejning eller paa almindelig vægtanalytisk Maade.

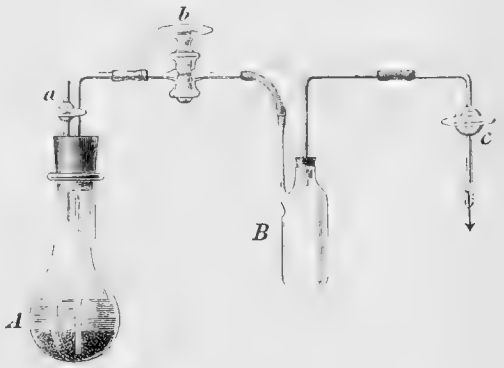


Fig. 1.

(2) Hvis Stoffet er mindre fintdelt eller det har Tilbøjelighed til at klumpe sammen, saa at det let stopper Tilledningsrøret, kan Indsugning ikke anvendes. Det koges da som før med Vand udenfor Pyknometerbeholderen og heldes derpaa ligefrem i denne, der kun fyldes til c. $^2/_3$. Den anbringes derpaa endnu varm under en Klokke, der staar i Forbindelse med en kraftigt virkende Aspirator. Naar Trykket i Klokken er sunket tilstrækkeligt, kommer Vandet i Pyknometerbeholderen i livlig Kogning, der kan reguleres ved Hjælp af en Hane paa Manometerrøret. Efter Afkøling fyldes den med udkogt og uden Berøring med Luften afkølet Vand. Stofmængden bestemmes som under (1).

(3) Hvis Stoffet foreligger i tør Tilstand og nogenlunde let befugtes af Vand, afvejes det i den tørre Pyknometerbeholder, der derpaa fyldes til c. $^2/_3$ med luftfrit Vand (hvorved man dog ikke undgaar, at der indesluttes Luftblærer i Stoffet). Den opvarmes paa Vandbad til den Temperatur, Stoffet kan taale, og anbringes derpaa som før under Klokken til Kogning i Vacuum. Efter Afkøling fyldes den med luftfrit Vand.

Denne sidste Variation er at foretrække, da derved Stofmængden bestemmes med størst Nøjagtighed. En Betingelse for, at den kan anvendes, er det imidlertid, at Stoffet efter Kogningen i Vacuum befugtes fuldstændigt af Vandet, saa at intet svømmer paa Overfladen, medens man ved den foregaaende Fremgangsmaade ved den efterfølgende Paafyldning kan lade dette løbe ud over Beholderens Rand.

Til disse Fremgangsmaader vil der i det efterfølgende blive henvist med Angivelse af den Variation ((1), (2) eller (3)), der i hvert enkelt Tilfælde er bleven benyttet. For Kortheds Skyld betegnes i det følgende ved

T . . . . . den Temperatur, ved hvilken Vægtfylden er bestemt,

P . . . . . den i Forsøget benyttede Stofmængde,

p . . . . . den Mængde Vand, der af P uddrives af Pyknometeret, reduceret til Vand ved 4° C.

$s = \frac{P}{p}$ . . . . Vægtfylden.

Uagtet Vægtfyldebestemmelserne for samme Stof hyppigt ere uoverensstemmende hos de forskellige Forfattere, angives kun sjeldent Enkelthederne ved de Fremgangsmaader, der er benyttet, saa at man savner en Maalestok for Bedømmelsen af Bestemmelsernes Nøjagtighed. Da en Vejningsfejl af 0,5 Mgr. hyppigt — med mindre man benytter særdeles store Mængder af Stoffet — vil kunne foraarsage en Fejl i Vægtfyldebestemmelsen af flere Hundrededele af Enheden, forekommer det mig overflødigt at angive Vægtfylden med 3 eller endog — som det undertiden finder Sted — med 4 Decimaler.

—

Arsen.

Allerede Berzelius adskilte to Modifikationer af Arsenet[1]), den krystallinske og den sortegraa amorfe, hvilke han dog ikke betegnede paa rette Maade. Hittorf beskrev[2]), foruden det krystallinske Arsen med Vægtfylden 5,7, tillige det sortegraa amorfe, der dannes ved Fortætning af Arsendampene ved lavere Temperatur og efter ham har Vægtfylden 4,69—4,72; han angiver, at det ved Opvarmning bliver lysegraat og krystallinsk, «sandsynligvis under Varmeudvikling». — Bettendorff beskrev[3]) foruden de to ældre Modifikationer en tredje, nemlig en gul, der danner sig, naar Arsendamp fortættes ved almindelig Temperatur, er mindre bestandig og har Vægtfylden 4,71. — Endelig har Engel[4]) og senere Geuther[5]) undersøgt og beskrevet den brune, amorfe Form, i hvilken Arsenet fældes ved Reduktion af Opløsninger. Engel ansér den for at være væsentligt identisk med den sortegraa, amorfe Form og antager ialt kun 2 Modifikationer, idet han ikke mener Existensen af den gule, amorfe Form at være bevist.

Den sidste Form unddrager sig i alt Fald paa Grund af sin Ubestandighed den nøjagtige Bestemmelse af sine Konstanter, saa at det ikke med Sikkerhed kan afgøres, om der foreligger en selvstændig Modifikation eller om den muligvis er identisk med en af de tre andre, der utvivlsomt existere. — I det følgende beskrives de Undersøgelser, jeg har anstillet af alle fire Former.

(*a*) Staalgraat, rhomboëdrisk Arsen. Denne Modifikation danner sig som bekendt ved Sublimation af Arsen i en iltfri Atmosfære og Fortætning af Dampene ved en Temperatur over 360° eller ved Opvarmning til denne Temperatur af en af de andre Former. Til Fremstillingen anvendte jeg et almindeligt Forbrændingsrør, hvorigennem lededes en rén og tør Brintstrøm. Den forreste tomme Del af Røret holdtes ganske svagt glødende, medens den øvrige Del opvarmedes stærkt. Sublimationen fremmes betydeligt ved Anvendelse af Luftfortynding, der dog ikke bør drives for vidt, bedst ved c. 20 Cm.'s Tryk. Man iagttager Dannelsen af tre forskellige Former, saaledes som Bettendorff har angivet: forrest en gul Røg, der fortætter sig til et graagult Pulver, der hurtigt bliver mørkere; derpaa lidt udenfor Glødningsstedet det sorte eller sortegraa (bagest lysere) amorfe Arsen; og endelig erholder man i den forreste, svagt glødende Del af Røret en rigelig Mængde smukt krystalliseret, antimonlignende Arsen. Udtages det af Røret, som det hyppigt fylder som en sammenhængende Stang og i hvilket det hefter saa fast, at Enden af Røret maa af-

[1]) Liebigs Ann. Bd. 49, p. 254.
[2]) Poggendorffs Ann. Bd. 126, p. 218.
[3]) Liebigs Ann. Bd. 144, p. 110.
[4]) Compt. rend. T. 96, p. 497 og 1314.
[5]) Liebigs Ann. Bd. 240, p. 213.

skæres og ituslaas, bliver det efter kort Tids Henliggen i Luften mat og mørkt under Iltning. Pulveriseret mister det efter nogen Tid fuldstændigt sin Glands og er at sé til som et sort, amorft Pulver. Efter Pulverisering og Henliggen i c. 8 Dage gav 0,5483 Gr. ved Iltning med Salpetersyre, Inddampning og svag Glødning med en afvejet Mængde Blyilte 0,7865 Gr. Arsensyreanhydrid, hvilket svarer til et Indhold af 6,5 pCt. Ilt i Stoffet.

Det krystallinske Arsen angribes nogenlunde let af koncentreret Salpetersyre, let af Klor og Brom. Til Bestemmelsen af Iltningsvarmen har jeg benyttet Indvirkning af Klor og ikke — som for de andre Modifikationer — Opløsning i Bromvand. Naar nemlig denne skal foregaa nogenlunde hurtigt, maa Arsenet være fint pulveriseret, hvorved en ringe Iltning ikke undgaas. Denne faar særlig Betydning ved Opløsningen i Bromvand, idet Varmetoningen ved Iltning af Arsensyrling er betydeligt mindre (for hvert Atom Brom) end ved Iltning af Arsen. For Arsensyrling er nemlig:

$$(As^2 O^3 Aq : Br^4 Aq) = 4(H, Br, Aq) \div 2(H^2, O) + (As^2 O^3 Aq, O^2),$$

hvilket med de i «Thermochem. Untersuch.» (II, p. 397 ff.) indeholdte Data giver for Leddene paa højre Side:

$$4 \times 28380^c - 2 \times 68360^c + 78410^c = 55210^c$$

eller 13800^c for hvert Atom Brom, medens der for Opløsningen af Arsen (almindeligt) i Bromvand er fundet[1]) c. 16700^c for hvert Atom Brom.

Til Bestemmelsen af Klorarsenets Dannelsesvarme af det krystallinske Arsen benyttedes det Klorgasometer, der er beskrevet i Therm. Unters. II p. 10 og der benyttet til Bestemmelse af Klorbrintens Dannelsesvarme og senere til Undersøgelse af Metalloidernes Klorforbindelser. Det rensede Klor opsamles over koncentreret Svovlsyre og er frit for et Indhold af Klorilter. Tilledningen af Klor kan ske med fuldstændigt reguleret Hastighed, der vælges saaledes, at der ingen Luft passerer gennem Absorbtionsapparatet efter at den atmosfæriske Luft er uddrevet.

Arsenet blev benyttet umiddelbart efter Fremstillingen og anbragtes grovt pulveriseret i et U-Rør, der stod i Kalorimeterets Platinbeholder. Denne indeholdt 900 Gr. Vand. I det følgende — som ogsaa senere — betegner:

T . . . . . Luftens Temperatur,
t_a og t_b . . . Vandets Temperatur ved Forsøgets Begyndelse og Slutning,
g . . . . . Forsøgets Varighed i Minutter,
v . . . . . Vægten af det absorberede Klor i Gram,
R . . . . . den udviklede Varmemængde for de i Reaktionsformlen angivne Mængder.

---

[1]) Therm. Unters. II, p. 229.

Beregningen sker efter Formlen:

$$R = 911{,}5 \,.\, (t_b - t_a) \frac{106{,}359}{v}\ ^{1)}.$$

Forsøgstiden varierer fra 10—20 Minutter. Naar Tilledningen af Klor foregaar med konstant Hastighed, er Temperaturstigningen proportional med Tiden, og naar endvidere T er konstant under hele Forsøget og dette indrettes saaledes, at $T - t_a = t_b - T$, vil den ydre Lufts Temperatur ikke kunne øve nogen Indflydelse paa Resultatet.

Der fandtes ved Forsøgene:

$(As_a,\ Cl^3)$.

Nr.	g	v	T	t_a	t_b	R
1	10	3,568	20,8	19,600	22,254	72112^c
2	15	2,660	20,5	19,420	21,415	72710^c
3	20	3,043	20,8	19,630	21,905	72478^c
4	20	3,639	19,7	18,350	21,066	72357^c
5	14	3,355	19,9	18,755	21,270	72674^c

Middeltallet af disse fem Bestemmelser er 72466^c.

For den samme Reaktion er tidligere[2]) fundet 71463^c, hvilket stemmer nøje overens med den Værdi, der kan beregnes af Varmetoningen ved Opløsning af Arsen i Bromvand[3]). Uoverensstemmelsen er c. 1000^c og kan rimeligvis forklares deraf, at der til Forsøgene i «Therm. Unters.», som Hr. Prof. Thomsen har meddelt mig, er benyttet den i Handelen gaaende, ved Sublimation rensede Arsenik, der sandsynligvis for Størstedelen har indeholdt den amorfe (holdbare) Form, for hvilken Reaktionsvarmen, som det nedenfor vil blive nærmere omtalt, er noget lavere. Derpaa tyder ogsaa Overensstemmelsen mellem de to ad forskellig Vej fundne Værdier. Havde det benyttede Stof indeholdt større Mængder af krystalliseret, ved Henliggen iltet Arsen, vilde Varmetoningen ved Opløsningen i Bromvand utvivlsomt være faldet lavere ud.

Af det fundne Tal — i Forbindelse med de i Therm. Unters. II, p. 397 ff. indeholdte Data — beregnes Iltningsvarmen ved følgende Ligning:

$$\begin{aligned}(As^2, O^3) &= 2(As, Cl^3) + 2(As\,Cl^3 : Aq) + 3(H^2, O) - 6(H, Cl, Aq) - (As^2\,O^3 : Aq)\\ &= 2 \times 72466^c + 2 \times 17580^c + 3 \times 68360^c - 6 \times 39315^c + 7550^c\\ &= 156832^c.\end{aligned}$$

[1]) Her som i det følgende er benyttet Atomtallene for $O = 16$, tagne efter den af Ostwald givne Sammenstilling (Lehrbuch der allg. Chemie I, p. 115).

[2]) Therm. Unters. II, p. 328.

[3]) Ibid. II, p. 229.

Vægtfylden af det krystalliserede Arsen er bestemt ved overensstemmende Forsøg af flere Forskere, saaledes fandt:

Berzelius 5,70
Herapath 5,67
Lavoisier 5,72
Bettendorff 5,73

Gennemsnittet af disse er 5,71, hvilket giver Atomvoluminet: 13,1.

Varmefylden bestemtes af Bettendorff og Wüllner[1]) til 0,0830, hvilket giver Atomvarmen 6,23.

(β) Sortegraat, amorft Arsen. Hittorf fremstillede denne Modifikation ved Sublimation i en rask Brintstrom i et tungtsmelteligt Rør, hvis ene Ende var Uformigt ombøjet og ved Hjælp af et Oljebad opvarmedes til 210°—220°. Han beskriver det paa denne Maade erholdte Produkt som et smukt, sort, glindsende Spejl, der let falder fra Røret i tynde, sprøde Skorper. — Jeg benyttede til Fremstillingen et almindeligt, lige Forbrændingsrør, omtrent dobbelt saa langt som Forbrændingsovnen; i et knæbøjet Rør vil der altid ved Bøjningen afsætte sig lidt krystalliseret Arsen, som det senere er ret vanskeligt at fjerne. Den forreste Del af Røret var omgivet af en cylindrisk Kappe af Jern, i hvilken Temperaturen blev holdt ved 190°—200°, altsaa noget lavere end angivet af Hittorf. Mange Gange gentagne Forsøg havde nemlig vist, at man derved erholdt et betydeligt større Udbytte. Til Opnaaelsen heraf iagttoges endvidere følgende: Temperaturen holdtes under Sublimationen saa lav som muligt, da ellers Størstedelen af Arseniken afsætter sig umiddelbart foran Glødningsstedet i krystalliseret Form. Af samme Grund sublimeredes ved meget lavt Tryk, 2—3 Ctm., idet Røret sattes i Forbindelse med en kraftigt virkende Aspirator. — Der vedligeholdtes en jevn Brintstrøm.

Paa denne Maade erholder man let betydelige Mængder af denne Form, der sætter sig som en fast, 2—3 Mm. tyk Skorpe paa Røret og let løsnes efter Afkøling. — Stoffet er ikke sort (som det tynde Spejl, der faas ved Sublimation ved højere Tryk og Temperatur), men mørkegraat, metalglindsende og paa den indvendige Side ru og bedækket med Knopper og Blærer. Det er — som tidligere fundet — fuldkommen holdbart i Luften og forandrer aldeles ikke sit Udseende ved Henliggen. 0,7253 Gr. gav ved Iltning med Salpetersyre, Indtørring og svag Glødning med en afvejet Mængde Blyilte 1,1115 Gr. $As_2 O_5$ (beregnet 1,1121 Gr.).

Det synes at angribes mindre let af Klor og Salpetersyre end den krystallinske Form. Til Bestemmelse af Iltningsvarmen blev det fint pulveriserede Stof opløst i Bromvand i en Platinkolbe, der indeholdt 500 Gr. Vand. Arsenikken var tilstede i Overskud,

[1]) Poggendorffs Annal. Bd. 133, p. 293.

20—25 Gange saameget som nødvendigt til Omdannelse af den tilsatte Brommængde. Forsøget fortsattes indtil alt Brom var omdannet til Brombrinte og Opløsningen fuldstændigt farveløs, hvilket ved at lade Omrøreren gaa til Bunden af Kolben opnaaedes i faa Minutter. — Mængden af opløst Brom bestemtes efter Forsøget paa følgende Maade: 100—150 Grm. af Opløsningen blev afvejet, tilsat en afvejet Mængde af en Sølvnitratopløsning af bestemt Styrke (c. $\frac{1}{10}$ normal), saa at denne var tilstede i Overskud og dette bestemt ved Vejningstitrering med en Opløsning af Rhodanammonium med Ferridsulfat som Indikator. Saavel Sølvopløsningens Styrke som dennes Forhold til Rhodanopløsningen bleve bestemt umiddelbart forinden ved Vejningstitrering. Beregningen af Forsøget sker lettest paa følgende Maade. Betegnes ved

B ... den Mængde af Opløsningen, der vilde indeholde 80 Gr. Brom;

s ... den Brøkdel af de i Reaktionsformlen udtrykte Mængder, der reagerer i Forsøget, har man:

$$s = \frac{100}{B - 95}$$

$$R = \frac{506 \,.\, (t_b - t_a).}{s}$$

Der fandtes ved Forsøgene:

(As_β, Br^5, Aq)

Nr.	$^1/_s$	T	t_a	t_b	R
6	114,05	18,5	17,194	18,650	84054^c
7	128,01	18,5	17,370	18,658	83428^c
8	123,15	18,5	17,298	18,647	84062^c

Middeltallet af de 3 Forsøg er 83848^c eller meget nær det samme som den i «Therm. Unters.» meddelte Værdi. Et Forsøg paa at kontrollere Nøjagtigheden af det fundne Tal ved at maale Dannelsesvarmen for Klorarsen mislykkedes paa Grund af den Langsomhed, hvormed Arsen i denne Form, selv fint pulveriseret, angribes af Klor ved almindelig Temperatur. I Løbet af 77 Minutter absorberede 10 Gr. kun 1,172 Gr. Klor, saa at Indvirkningen af Luftens Temperatur ikke lader sig bestemme med Nøjagtighed.

Iltningsvarmen beregnes af den fundne Værdi i Forbindelse med andre Data[1]) ved følgende Ligning:

$$\begin{aligned}(As^2, O^3) &= 2\,(As, Br^5, Aq) + 5\,(H^2, O) \div 10\,(Br, H, Aq) \div (As^2\,O^3\,Aq, O^2) \div (As^2\,O^3 : Aq) \\ &= 2 \times 83848^c + 5 \times 68360^c \div 10 \times 28380^c \div 78410^c + 7550 \\ &= 154836^c\end{aligned}$$

[1]) Therm. Unters. II, p. 397 ff.

Varmetoningen ved Overgangen fra krystalliseret til amorft Arsen er altsaa positiv og beregnes til

$$As_\alpha - As_\beta = 1000^c,$$

en Værdi, der dog er for ringe i Forhold til de ved de benyttede Reaktioner udviklede Varmemængder til at kunne være bestemt med Nøjagtighed.

Vægtfylden bestemtes i hele Stykker efter (3) og gav (se p. 5)

T	P	p	s
18°,4	1,0816	0,2296	4,71
17°,5	1,5873	0,3377	4,70

For Vægtfylden fandt: Hittorff . . . . . 4,69 —4,72
Bettendorff . . . . 4,710—4,716

Middeltallet er 4,71, hvorefter Atomvoluminet bliver 15,9.

Varmefylden bestemtes af Bettendorff og Wüllner til 0,0758 eller Atomvarmen 5,70.

(γ) Brunt, amorft Arsen, fældet af Opløsninger med Fosforsyrling. Denne Modifikation er bleven undersøgt af Engel[1]) og Geuther[2]), der dog ikke have erholdt overensstemmende Resultater. Paa Grund heraf og da tillige denne Form frembyder særlig Interesse for Analogien mellem Fosfor og Arsen, har jeg undersøgt den paany i forskellige Henseender.

Den blev fremstillet paa følgende Maade: Til en koncentreret Opløsning af Arsensyrling i fortyndet Saltsyre, hvis Indhold af Klorbrinte noget overskred 6 Mol. for hvert Mol. $As_2 O_3$, sattes lidt efter lidt, til Slutning under Afkøling, Fosfortriklorid i Forholdet $3\,PCl_3 : As_2 O_3$. Efter Henstand heldes Vædsken fra det mørkebrune Bundfald, der bringes paa Filter og vadskes med koldt, luftfrit Vand, i Begyndelsen saaledes, at Bundfaldet stadig holdes bedækket med Vand, til Slutning, naar det gennemløbne næsten er rent (klorfrit), ved Sugning. Naar Klorreaktionen er forsvunden, giver Vadskevandet endnu ved Tilsætning af Sølvnitrat, derpaa Ammoniumnitrat og ganske lidt fortyndet Ammoniak en gullig Uklarhed, hidrørende fra en ringe Mængde af Arsensyrling. Det viste sig ikke at være muligt selv ved meget lang Tids Vadskning at fjerne dette, saa at det maa antages, at der foregaar en ringe fortsat Iltning under Udvadskningen. Mængden af Arsensyrling i det fugtige Bundfald er dog sikkert saa ubetydelig, at den ikke kan antages at øve nogen væsentlig Indflydelse paa de Bestemmelser, der i det følgende ville blive omtalte, naar disse udføres med det endnu fugtige Stof umiddelbart efter Fremstillingen og Udvadskningen.

[1]) Compt. rend. T. 96, p. 497 og 1314. — Bulletin de la société chimique T. 50, p. 194. — Compt. rend. 110, p. 498.

[2]) Lieb. Ann. Bd. 244, p. 213.

Anderledes stiller Forholdet sig imidlertid ved Tørring af Stoffet. Geuther angiver vel, at Iltningen kun er ringe; Engel bemærker dog, at det ilter sig ved Tørringen, selv om denne foretages i Vacuum ved almindelig Temperatur og man arbejder saa hurtigt som muligt. Jeg fandt, at Iltningen selv under disse Omstændigheder kan være ret betydelig. Efter Henliggen i 24 Timer i Vacuum over Svovlsyre var det sammenklumpede Bundfald endnu ikke ganske tørt. Det blev udrevet med Spatelen, og atter henlagt 24 Timer, hvorefter det ikke mere aftog i Vægt. 0,9400 Gr. gav 1,3850 As_2O_5, hvilket svarer til 0,9033 Gr. eller 96,1 pCt. Arsen. — Et andet Præparat henlaa 4 Døgn i Vacuum over Svovlsyre uden at udtages og var da fuldstændig tørt. Deraf gav 0,6145 Gr. ialt 0,8945 Gr. As_2O_5, hvilket svarer til 0,5825 Gr. eller 94,8 pCt. Arsen. Under Forudsætning af, at Iltningsproduktet er Arsensyrling, viser disse Bestemmelser, at det ved Tørring kan udgøre $^1/_5$ af hele Mængden. Dette Forhold indeholder muligvis Forklaringen paa de Uoverensstemmelser, der nedenfor ville blive omtalte.

Arsenet angribes i denne Form meget let saavel af Salpetersyre som af Klor og Brom. Til Bestemmelse af Reaktionsvarmen blev først benyttet Opløsning i Bromvand paa samme Maade som under (β). Arsenet blev hurtigst muligt udvadsket paa den angivne Maade og derpaa strax anvendt til Forsøget. Reaktionen er tilendebragt i Løbet af 1—2 Minutter — med stort Overskud af Arsen og livlig Omrøring — saa at Varmetoningen lader sig bestemme med sædvanlig Nøjagtighed. Der fandtes:

(As_γ, Br^5, Aq)

Nr.	$^1/s$	T	t_a	t_b	R
9	49,705	18,3	15,440	18,930	87776 c
10	56,925	19,0	16,810	19,868	88082 c
11	113,02	19,2	17,923	19,463	88056 c

Det sidste Forsøg (Nr. 11) er anstillet med et andet Præparat end de to første. Beregningen af Resultatet er udført paa samme Maade som før (p. 11). Middeltallet af alle tre Bestemmelser er 87971c. Efter at disse Forsøg vare udførte, fremkom en Meddelelse af Berthelot og Engel[1]), der angive at have fundet for ganske samme Reaktion en Varmetoning af 84100c. Denne Uoverensstemmelse — c. 4000c eller $4^1/_2$ pCt. af den hele Varmemængde — der sikkert er for betydelig til at kunne forklares af Unøjagtighed ved selve Forsøget, foranledigede mig til at kontrollere Bestemmelserne ved Maaling af Varmetoningen ved Indvirkning af Klor paa Arsen i denne Form. Arsenet blev tørret i

[1]) Compt. rend. T. 110, p. 498.

Vacuum over Svovlsyre, udrevet fint og Forsøget derefter udført, som ovenfor angivet for den krystalliserede Form. Der fandtes:

(As_γ, Cl^3)

Nr.	g	v	T	t_a	t_b	R
12	15	3,378	18,5	17,255	19,895	75765^c
13	10	2,641	18,6	17,436	19,515	76238^c

Middeltallet af disse Bestemmelser er 76001^c. Beregnes af Forsøgene Nr. 9—11 og Nr. 12—13 ved de ovenfor (p. 9 og p. 11) meddelte Ligninger Varmetoningen for Iltning af 2 Atomer Arsen, faas:

$$(As_\gamma{}^2, O^3) = \begin{cases} 163082^c, \text{ bestemt ved Opløsning i Bromvand.} \\ 163902^c, \text{ bestemt ved Indvirkning af tørt Klor.} \end{cases}$$

Forskellen, der er c. 400^c for hvert Atom Arsen, er saaledes ikke meget betydelig og overskrider neppe de uundgaaelige Forsøgsfejl, især da Varmetoningen ved Opløsning i Bromvand paa Grund af et ringe Indhold af Arsensyrling muligvis er lidt for lav. Middeltallet af de 2 Værdier er c. 163500^c.

Der kan da neppe være Tvivl om, at det af Berthelot og Engel fundne Tal er c. 4000^c for lavt. Forfatterne have først tørret Arsenet ved almindelig Temperatur, derpaa udvadsket det for at befri det for Arsensyrling; at dømme efter det ovenfor anførte kan dette neppe være lykkedes fuldstændigt.

Vægtfylden af Arsen i denne Form er bleven bestemt saavel af Engel som af Geuther. Men medens den første fandt 4,6—4,7, meddeler Geuther 5 Bestemmelser, der ere blevne foretagne «unter Berücksichtigung aller Cautelen» — uden nærmere Angivelse af, hvori disse bestaar — og i hvilke Vægtfylden varierer fra 3,7002 til 3,7100; de fire Bestemmelser stemme overens i 2den Decimal — som Engel med Rette bemærker en i Sandhed mærkelig Overensstemmelse. Engel meddelte senere at have udført en Mængde (ialt c. 30) Bestemmelser, der alle gave Værdier omkring 4,6. Han udførte Bestemmelsen i det fugtige Bundfald og bestemmer Stofmængden bagefter ved Indtørring paa et vejet Filtrum; Vadskevandet blev inddampet og en Korrektion indført for den deri indeholdte Arsensyrling [1]).

Jeg foretog Vægtfyldebestemmelserne med det fugtige Bundfald umiddelbart efter Fremstilling og Udvadskning efter Fremgangsmaade (1) (se p. 5) med Kogning af Stoffet og Vandet i en lille Kolbe paa Vandbad ved Hjælp af Sugeren. Arsenmængden bestemtes bagefter som arsensurt Blyilte. Der fandtes:

---

[1]) Bull. soc. chim. 50, p. 194.

T	P	p	s	Middel
17,4	1,4256	0,3044	4,68	4,69
17,0	1,1257	0,2410	4,67	
17,2	1,0826	0,2292	4,72	

Dette stemmer saaledes ret vel med Engels Bestemmelser, medens det af Geuther meddelte Tal er en Enhed for lavt. Med Vægtfylden 4,69 bliver Atomvoluminet 15,99.

Gulgraat, amorft Arsen. Tilværelsen af denne Tilstandsform, der først er angivet af Bettendorff[1]), er senere bleven draget i Tvivl af Engel[2]), men atter bekræftet af Geuther[3]). Det kan vanskelig undgaa Opmærksomheden, at der altid ved Sublimation af Arsen — saavel af den almindelige, i Handelen forekommende som af den rene krystallinske eller sortegraa amorfe Form, saavel ved almindeligt Tryk som ved Luftfortynding — i Begyndelsen danner sig en gul Røg, der afsætter sig som et graagult Pulver. Bettendorff angiver, at det ikke har nogen Vanskelighed, at erholde større Mængder deraf. Trods adskillige Forsøg lykkedes det mig dog aldrig at erholde mere end 4—5 Gr. ad Gangen. Størst Udbytte erholdt jeg ved at foretage Sublimationen ved saa lav Temperatur som muligt i noget luftfortyndet Rum (c. 20 Ctm. Tryk) i en ikke for rask Brintstrøm. Den Del af Røret, der naar udenfor Forbrændingsovnen, maa beskyttes godt mod Varmestraaling fra denne, da ellers Størstedelen af den Arsenik, der har afsat sig, omdannes til den sortegraa amorfe eller endog til den krystallinske Form. Til Sublimationen maa benyttes iltfrit Arsen, helst det sortegraa amorfe, der er holdbart i Luften og fordamper ved lavere Temperatur end det krystallinske; ved Anvendelse af iltholdigt Materiale kan Produktet komme til at indeholde Arsensyrling — kendeligt under Mikroskopet som hvide, klare Oktaëdre — der unddrager sig Reduktionen i den langsomme Brintstrøm og afsætter sig i den kolde Del af Røret.

Længe forinden Sublimationen er endt begynder Pulverets oprindeligt gule Farve at blive mørkere, først brun, senere sortegraa. Den oprindeligt dannede Modifikation er da vistnok lidet stabil og unddrager sig den nærmere Bestemmelse. Farveskiftningen kan neppe skyldes andet end en Forandring af Tilstandsform; thi det saaledes erholdte Produkt er rén Arsenik eller dog kun i ganske ringe Grad iltet ved Berøring med Luften, hvilket fremgaar af følgende Bestemmelse: 0,6230 Gr. gav 0,9530 Gr. As_2O_5; den beregnede Mængde er 0,9553 Gr. Denne Bestemmelse foretoges strax efter Fremstillingen. Ved længere Tids Henliggen i Luften iltes det i en betydelig Grad. Efter 6 Maaneders Henliggen gav 0,9900 Gr. 1,2740 Gr. As_2O_5, hvortil svarer 0,8309 Gr. eller 83,9 pCt. Arsen.

---

[1]) Lieb. Ann. 144, p. 410.
[2]) Compt. rend. 96, p. 497.
[3]) Lieb. Ann. 240, p. 213.

At Tilstandsforandringen ikke bestaar i en Overgang til den sortegraa, amorfe eller til den krystallinske Modifikation, der ogsaa begge dannes ved højere Temperaturer, viser Bestemmelsen af Varmetoningen ved Opløsning i Bromvand, der foretoges paa samme Maade som med de to foregaaende Former. Der fandtes:

(As, Br^5, Aq)

Nr.	$^1/s$	T	t_a	t_b	R
14	109,81	18,8	17,290	18,890	88902^c
15	120,76	19,0	17,617	19,063	88358^c

De to Forsøg ere foretagne med forskellige Præparater. Middeltallet er 88630^c, hvilket er 660^c mindre, end der ovenfor er fundet for det med Fosforsyrling fældede Arsen; begge Former gaa altsaa ved Opvarmning over til krystalliseret Arsen under Varmeudvikling, hvilket allerede Bettendorff angiver for den pulverformige, gulgraa Modifikation.

Bettendorff bestemte Vægtfylden til 4,71; jeg fandt omtrent overensstemmende hermed ved Fremgangsmaade (3):

T	P	p	s	Middel
17,8	1,3566	0,2900	4,68	4,69
17,2	1,7076	0,3634	4,70	

eller ganske det samme, som ovenfor er fundet for det ad vaad Vej fremstillede Arsen. Overensstemmelsen mellem disse to Modifikationer, der begge dannes ved almindelig Temperatur, gør det sandsynligt, at Arsenet i dem begge befinder sig i samme Tilstandsform; i alt Fald er der efter det foreliggende ikke tilstrækkelig Grund til at opstille den sidstnævnte Modifikation som en selvstændig Allotropi.

Det fremgaar af det anførte, at man med Sikkerhed kan adskille 3 allotrope Former af Arsen. En Sammenstilling af deres vigtigste Egenskaber viser følgende[1]:

Tilstandsform.	Fremstillings-Temperatur.	Atom-volumen.	Iltningsvarme (As^2, O^3).	Differens.	Atom-varme.	Andre Egenskaber.
$As(\alpha)$ hvidt, krystallinsk	Over 360°	13,1	1568,3 K.	$As_\alpha - As_\beta = 10,0$ K.	6,23	iltes let i Luften.
$As(\beta)$ sortegraat, amorft	c. 200°	15,94	1548,4 -	$As_\gamma - As_\alpha = 33,4$ K.	5,70	holdbart i Luften.
$As(\gamma)$ brunt, amorft . . .	Alm. Temp.	15,99	1635,0 -			iltes ved Henliggen.

[1]) For Oversigtens Skyld benyttes her som i de følgende Sammenstillinger Angivelse af Varmemængderne i Hektogram-Kalorier (K.).

Det viser sig altsaa, at medens den Rumfangsformindskelse, der finder Sted ved Overgangen fra As_β til As_α, sandsynligvis er ledsaget af en ringe Varmebinding, er den ret betydelige Varmeudvikling, der vilde finde Sted ved Overgangen fra As_γ til As_β, ikke ledsaget af nogen mærkelig Forandring i Rumfang, medens endelig Overgangen fra As_γ til As_α ledsages af Varmeudvikling og Kontraktion. Noget bestemt Forhold mellem Energiindhold og Rumfang finder her saaledes ikke Sted.

Det ligger nær at sammenligne Arsenmodifikationerne med de forskellige Former af Fosfor. Varmeudviklingen ved Overgang fra gult til rødt Fosfor bestemte Favre[1]) til 273 K.; senere fandt Thomsen[2]), at det sædvanlige røde Fosfor ved Oplosning i fortyndet Jodsyre giver en større Varmeudvikling for de først oploste Dele, end for de senere og at det synes, som om det røde Fosfor ikke er homogent, idet der ved Opvarmning finder en gradevis Omdannelse Sted. Han fandt, at det gule Fosfor indeholder mindst 100 K. mere (for 1 Atom) end det røde i dettes mest passive Form. Denne i alle Tilfælde meget betydelige Varmeudvikling ledsages som bekendt af en Rumfangsformindskelse, der ligeledes vanskeligt lader sig bestemme med Nøjagtighed, idet for det røde Fosfor ogsaa Vægtfylden forandrer sig med den Temperatur, ved hvilken det er dannet.

Begge disse Forhold svare altsaa til, hvad der finder Sted ved Overgangen fra brunt amorft til krystallinsk Arsen, om end Varmeudviklingen her er langt ringere. Ligeledes dannes for begge Stoffer den mere passive Form af den anden ved Opvarmning. Engel gør opmærksom paa, at Forholdet mellem Vægtfylden af de to Modifikationer bliver omtrent det samme for Fosfor som for Arsenik. Overensstemmelsen er dog ikke synderlig stor, og der kan navnlig i Betragtning af den Usikkerhed, der hefter ved Fastsættelsen af det røde Fosfors Vægtfylde, neppe tillægges den nogen videre Betydning. Vigtigere ere Forholdene ved Fordampning i lukket Rum, der for Fosforets to Modifikationer ere undersøgte af Hittorff[3]), Lemoine[4]) samt Troost og Hautefeuille[5]). Det har vist sig, at det gule Fosfor i Begyndelsen viser betydeligt højere Dampspænding end det røde; men Trykket aftager, efterhaanden som Omdannelsen til rødt Fosfor finder Sted og naar sluttelig en Værdi, der falder sammen med den, der faas ved at gaa ud fra det røde Fosfor, der ved Fordampning, naar dette Tryk er naat, lader sig fortætte til gult Fosfor. I Overensstemmelse hermed angiver Engel[6]), at Dampspændingen for det brune, amorfe Arsen er større end for det krystallinske og at det omdannes til dette ved den Temperatur, ved

[1]) Journ. de pharm. 3ième Série, T. 24, p. 316.
[2]) Therm. Unters. II, p. 497.
[3]) Poggendorffs Ann. Bd. 126, p. 193.
[4]) Ann. de chimie et de phys. 4ième Série, T. 24, p. 129.
[5]) Ibid. 5ième Série, T. 2, p. 145.
[6]) Bull. soc. chim. T. 50, p. 194.

hvilken det begynder at sublimere, ved hvilken Temperatur det krystallinske endnu ikke fordamper. Naar man erindrer, at det røde Fosfor kan optræde krystalliseret i Rhomboëdre, der rimeligvis ere isomorfe med dem, der dannes af krystalliseret Arsen, fremgaar det af det foregaaende som sandsynligt, at det amorfe, ved almindelig Temperatur dannede Arsen svarer til det gule, det krystalliserede Arsen til det røde Fosfor — eller rettere til en af de forskellige, i Svovlkulstof uopløselige Former, i hvilke Fosforet synes at kunne optræde.

Svovl.

De Principer til Adskillelse og Erkendelse af bestemte allotrope Modifikationer, der ovenfor (p. 4) ere udviklede, finde særlig Anvendelse paa Svovlet. For dette Stofs Vedkommende findes nemlig i Literaturen et ret betydeligt Antal forskellige Former angivne, eller rettere, de forskellige, sikkert existerende Hovedformer af dette Stof kunne fremstilles paa mange forskellige Maader og have efter Fremstillingsmaaden forskelligt Udseende og hyppigt tilsyneladende ogsaa forskellige Egenskaber i visse Forhold, saa at det ikke er let at afgøre, hvorvidt de ere væsentligt identiske eller virkeligt selvstændige, allotrope Former.

Den første, der søgte at bringe et System i Ordningen af alle de forskellige Former af Svovl, var Berthelot i sine «*Recherches sur le soufre*» [1]. Han opstiller her som væsentligt forskellige Former («états essentiels») kun to: det rhombiske, i Svovlkulstof opløselige Svovl og det amorfe, i Svovlkulstof uopløselige Svovl. Alle andre Former betragter han som underordnede Varieteter af disse («états intermédiaires et transitoires»), idet de mer eller mindre let gaa over til Hovedformerne. Til det rhombiske Svovl slutter sig saaledes: 1) det monokliniske; 2) Svovl, udskilt af alkaliske Polysulfider eller 3) af Svovlbrinte; 4) det opløselige Svovl, der danner sig, naar uopløseligt Svovl behandles i længere Tid med Svovlbrintevand ved lav Temperatur. Senere [2]) angiver han en bestemt, rigtignok meget ringe Varmeudvikling (83c) for Overgangen fra dette til rhomb. Svovl og synes for saavidt tilbøjelig til at opstille det som en selvstændig Allotropi. De opløselige Former eller Varieteter dannes efter Berthelot i det hele taget i de Tilfælde, hvor Svovlet udskilles af en Forbindelse, i hvilken det optræder som det elektronegative Stof.

Som Hovedform for det amorfe, uopløselige Svovl — den mest stabile Form af dette — opstiller han først [3]) det af Klor- eller Bromsvovl udskilte. Til denne Form

[1]) Ann. de chim. et de phys. 3ième Série, T. 49, p. 430 og T. 50, p. 211 og 376.
[2]) Compt. rend. T. 70, p. 941.
[3]) Ann. de chim. et de phys. 3ième Série. T. 49, p. 433.

slutter sig andre: 1) det i Svovlblomster indeholdte uopløselige Svovl; 2) det, der faas ved Smeltning og langsom Afkøling; 3) det, der udskilles af Svovlets Iltforbindelser (svovlundersyrlige, polythionsure, svovlsyrlige, svovlsure Salte) — i det hele taget det, der faas, naar Svovlet udskilles af Forbindelser med mere elektronegative Stoffer eller dannes af det opløselige Svovl ved Behandling med saadanne Stoffer.

Den Theori for Svovlets forskellige Modifikationer, Berthelot knytter til denne Opstilling, vil nedenfor finde nærmere Omtale. Her skal jeg kun anføre nogle Bemærkninger angaaende selve Adskillelsen af de forskellige Former.

Det monokliniske Svovl maa sikkert — som det ogsaa i Almindelighed finder Sted — opstilles som en selvstændig Allotropi, sideordnet med det rhombiske. Begges Bestandighed er afhængig af Temperaturen; over 95°,6 er det monokl. Svovl ligesaa bestandigt, som det rhomb. under denne Temperatur. Der er en bestemt — omend kun ringe — Forskel i Energiindholdet, og det samme gælder for Vægtfylden. Dette i Forbindelse med den forskellige Krystalform gør Allotropien utvivlsom. Hvad derimod de andre Former af opløseligt Svovl angaar: Svovlmælk og den af uopløseligt med Svovlbrinte fremstillede, vil det neppe være muligt at sondre for disse bestemt adskilte Former. En ganske ringe Forskel i Vægtfylde eller Energimængde — som den af Berthelot for den sidste Form ved Overgangen til rhombisk Svovl fundne — er nemlig i og for sig, naar den ikke støttes af anden paaviselig Forskel (Opløselighed, Krystalform) utilstrækkelig til at begrunde en bestemt Allotropi, ligesom man heller ikke her har nogen Sikkerhed for Stoffernes Homogenitet. Det samme gælder for de forskellige Former af uopløseligt Svovl. Til Adskillelse mellem disse anfører Berthelot den forskellige Lethed, hvormed de lade sig overføre til opløseligt Svovl. Hvor usikker denne Distinktion er, fremgaar bl. a. deraf, at han selv først opstiller det af Klor- og Bromsvovl, senere[1]) det af Svovlblomster erholdte uopløselige Svovl som den mest stabile Form, ligesom han først antager det ved Opvarmning dannede, senere det af Natriumthiosulfat udskilte for det mindst stabile.

En Undersøgelse til Fastsættelse af de fysiske Konstanter for alle disse Former vil da sikkert kun være lidet lønnende. Jeg nøjes derfor med at omtale følgende 3 Former: 1) rhombisk Svovl; 2) monoklinisk Svovl; 3) i Svovlkulstof uopløseligt Svovl, fremstillet ved Sønderdeling af Klorsvovl[2]).

---

[1]) Ann. de chim. et de phys. 3ième Série, T. 55, p. 221.

[2]) En virkelig selvstændig Form synes at foreligge i det af Gernez (Compt. rend. T. 98, p. 144—46) og senere af Sabatier (Compt. rend. T. 100, p. 1346) beskrevne perlemoderglinsende Svovl, der faas ved Sønderdeling af Brintoversvovl ved lav Temperatur ved Nærværelse af Æther. Den angives imidlertid at være meget ubestandig, idet den ved almindelig Temperatur hurtigt omdannes til rhombisk Svovl.

(α) Rhombisk Svovl og (β) monoklinisk Svovl. Begge disse Former ere tidligere blevne gjorte til Genstand for Undersøgelser af mange Forfattere, saa at jeg i denne Sammenhæng intet væsentligt har at tilføje; de Forsøg, der nedenfor ville blive meddelte, angaaende Indvirkningen af Klorsvovl og Brom paa rhombisk Svovl, ere udførte for Sammenligningen mellem dette og det uopløselige Svovl. For Fuldstændigheds Skyld anfører jeg her i Korthed de vigtigste Forhold for de to Modifikationer:

Rhombisk Svovl er efter Reicher[1]) bestandigt under 95°,6[2]). Forbrændingsvarmen er bestemt af Thomsen[3]) til 71080^c, overensstemmende med Favre og Silbermanns Forsøg[4]), der gav 71040^c, medens Berthelot[5]) fandt 69100^c. — Vægtfylden for det af Svovlkulstof krystalliserede er efter Deville 2,063, Marchand og Scheerer 2,050, Bischof 1,927. (Efter Gmelin-Krauts Handbuch der anorg. Chem., 6te Aufl., I, 2, p. 154).

Jeg fandt efter Fremgangsmaade (3) for Svovl i hele Krystaller, udkrystalliseret af Svovlkulstof:

T	P	p	s
18°,1	2,0835	1,0381	2,01

For krystalliseret og pulveriseret Svovl:

T	P	p	s
17°,8	1,8620	0,9930	1,99

Middeltallet af alle de anførte Bestemmelser er 2,01, hvoraf beregnes Atomvoluminet 15,9.

Varmefylden er efter:

Regnault	0,1776
Kopp	0,163
Bunsen	0,1712[6])

Smeltepunktet er 114°,5.

Monoklinisk Svovl dannes som bekendt af rhombisk Svovl ved Opvarmning. Reicher[7]) fandt ved Hjælp af den samtidigt foregaaende Volumenforøgelse, at Overgangstemperaturen er konstant for et bestemt Tryk, og bestemte den ved 4 Atmosfærer til 95°,6, ved 15 Atm. til 96°,2, saa at Temperaturen stiger med Trykket ligesom Smeltepunktet for faste Stoffer. For Varmeudviklingen ved Overgangen fra monoklin. til rhomb. Svovl fandt

[1]) Chem. Central-Blatt 1884, p. 450.
[2]) Gernez angiver 97° (Compt. rend. T. 100, p. 1343).
[3]) Therm. Unters. II, p. 247.
[4]) Ann. de chim. et de phys. 3 série, T. 34, p. 468.
[5]) Compt. rend. T. 84, p. 647.
[6]) Efter W. Ostwald: Lehrb. der allgemein. Chem. I, p. 764.
[7]) Chem. Centr. 1884, p. 450.

Thomsen[1]) 640^c, idet han bestemte Forbrændingsvarmen af monoklin. Svovl til 71720^c, men samtidig bemærker, at Differensen er for ringe i Sammenligning med Forbrændingsvarmen til at lade sig bestemme med Nøjagtighed. Utvivlsomt er det dog, at Overgangen er ledsaget af en ringe Varmeudvikling.

Vægtfylden er efter Marchand og Scheerer 1,892, Deville 1,958, Rathke 1,96 (Gmelin-Kraut Handb. anorg. Chem. I, 2, p. 156). Middeltallet er 1,94, Atomvoluminet derefter 16,4. — Varmefylden er efter Regnault 0,1844, — Smeltepunktet er 120°[2]).

(γ) Amorft, i Svovlkulstof uopløseligt Svovl. Da Svovlet, naar det optræder i Former, der ere uopløselige i Svovlkulstof, altid er amorft, er det neppe muligt at afgøre med Sikkerhed, hvorvidt det i bestemte Tilfælde optræder i en enkelt, selvstændig Form, eller om der muligvis foreligger Blandinger af flere Former. Da endvidere Forskellen i Størrelsen af de fysiske Konstanter i alle Tilfælde er temmelig ringe, har jeg indskrænket Undersøgelsen til en enkelt Form og dertil valgt den, i hvilken Svovlet udskilles ved Sønderdeling af Klorsvovl, idet man derved erholder det største Udbytte af uopløseligt Svovl.

Sønderdelingen af Klorsvovl med Vand foregaar som bekendt temmelig langsomt. Der danner sig ved Sammenrystning med en større Mængde Vand strax et fint, hvidt Bundfald, der snart klumper sammen til en sejg gul Masse, som selv ved lang Tids Henstand kan indeholde udekomponeret Klorsvovl. Jeg foretog derfor Sønderdelingen med en Opløsning af Natriumkarbonat, hvorved den hurtigt er fuldstændig. Rectificeret Klorsvovl ($S_2\,Cl_2$, Kogepunkt 139°) blev sammenrystet med en fortyndet Opløsning af den ækvivalente Mængde Natriumkarbonat. Svovlet fældes da som et lysegult, fintkornet Bundfald, der efter Udvadskning og Tørring blev extraheret med Svovlkulstof i Soxleths Apparat, indtil det gennemløbne fordampede uden at efterlade nogen Rest. Ved at extrahere Svovlet strax efter Fremstillingen fandtes et Indhold af 28,2 pCt. opløseligt Svovl; i et andet Præparat, der i c. 5 Maaneder havde henstaaet under Vand, fandtes 35,6 pCt.

For det saaledes rensede og atter tørrede Præparat forsøgte jeg først at bestemme Varmetoningen ved Overgangen til rhomb. Svovl ved at opløse begge Former i Klorsvovl. Det viste sig imidlertid, at medens rhomb. Svovl som bekendt opløses let deri, er Opløsningen af det amorfe Svovl ved almindelig Temperatur næsten umærkelig. Derimod kan man med Fordel anvende Indvirkning af Brom[3]). Dette opløser begge Former med stor

[1]) Therm. Unters. II, p. 247.

[2]) En Meddelelse om to nye krystallinske Modifikationer af Svovlet findes i «Versammlung deutscher Naturforscher und Ärtze zu Heidelberg 1889». De ere meget ubestandige og gaa hurtigt over til almindeligt rhomb. Svovl.

[3]) Det er hidtil ikke lykkedes at fremstille nogen Forbindelse af Brom og Svovl, der lod sig destillere uforandret. Jeg forsøgte Fremstillingen af en konstant Forbindelse ved Destillation i stærkt luftfortyndet Rum. Rent Brom blev mættet med rent, af Svovlkulstof krystalliseret Svovl, til det hele danner en næsten grødet Masse, hvorved Bromet optog c. 1½ Gang sin Vægt Svovl. Dette

Lethed ved almindelig Temperatur og Varmetoningen er kun ringe, saa at man kan anvende forholdsvis store Mængder ved Forsøgene. I disse opløstes 1 Del Svovl i c. 10

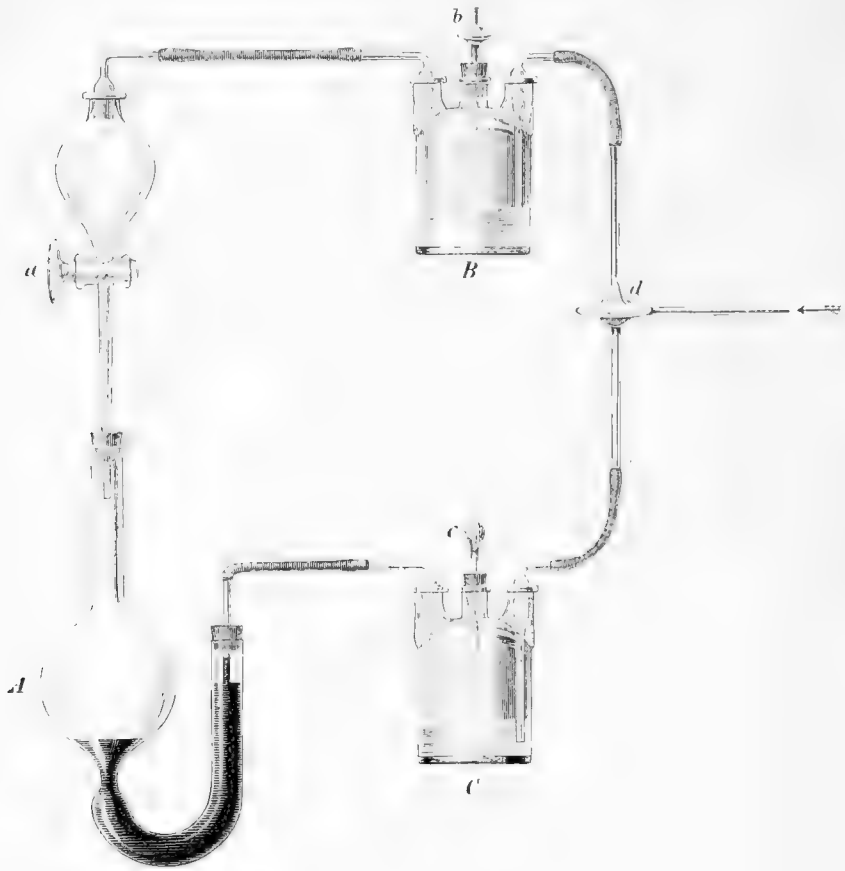


Fig. 2.

underkastedes Destillation ved et Tryk af c. 5 Ctm. Det begyndte at koge under 100° og Temperaturen steg under Destillationen til 136°. Der bemærkedes en kun svagt gulbrun farvet Damp. Destillatet, der lignede Brom, indeholdt 68,8 pCt. Brom, bestemt ved Iltning af Svovlet med Salpetersyre i et almindeligt lille Kulsyrebestemmelsesapparat (der i Absorbtionsbeholderen indeholdt Svovlsyrlingvand for at undgaa Tab af Brom), Tilsætning af et Overskud af Sølvnitrat og Vejningstitrering af Overskuddet heraf med Rhodanammonium. Destillatet destilleredes atter brudt ved 3—5 Ctm.s Tryk. De derved erholdte Fraktioner indeholdt:

Fra 60°—122°	72,8 pCt.	Brom
— 122°—130°	66,3 —	—
— 130°—140°	68,8 —	—
— 140°—145°	65,6 —	—

Den for Formlen Br_2S_2 beregnede Mængde er 71,4 pCt. Brom, saa at Sammensætningen af det mellem 60°—122° overgaaede Destillat nærmer sig hertil.

Dele Brom. For at fremskynde Reaktionen og tillige udelukke Luftens Fugtighed foretoges Forsøgene paa følgende Maade: Svovlet blev afvejet i et U-formet Rør (*A*, Fig. 2), paa hvis ene Gren var udblæst en Kugle, hvori Svovlet hvilede paa en Prop af Glasuld. Røret blev anbragt i Kalorimeterbeholderen, der var fyldt med 900 Gr. Vand. Rørets Grene vare i lufttæt Forbindelse med hver sit af Afledningsrørene paa to trehalsede wulfiske Flasker (*B* og *C*) med koncentreret Svovlsyre, hvis Tilledningsrør gennem en Trevejshane (*d*) vexelvis kunde sættes i Forbindelse med et konstant Kulsyreudviklingsapparat. I den tredje Hals af Flaskerne var anbragt Rør med Haner (*b* og *c*), og mellem den med Kugle forsynede Gren af U-Røret og Afledningsrøret paa den wulfiske Flaske var indskudt en Skilletragt til Paagydning af Bromet. Forinden Forsøget blev Apparatet fyldt med tør Luft og efter Aflæsning af Temperaturen Bromet tilsat gennem Skilletragten.

Med den i Fig. 2 antydede Stilling af Hanerne trykkes Bromet fra den lange over i den korte Gren af U-Røret; ved at lukke Hanen *c*, dreje Trevejshanen *d* en halv Omgang og aabne *b* trykkes Bromet igen tilbage i den længste Gren. Paa denne Maade kunde Bromet i U-Røret under Forsøget sættes i frem- og tilbagegaaende Bevægelse og Opløsningen af Svovlet saaledes tilendebringes i Løbet af nogle faa Minutter.

Forsøget foretoges saavel med rhombisk Svovl, udkrystalliseret af Svovlkulstof, som med amorft uopløseligt Svovl, fremstillet som ovenfor beskrevet. Der fandtes:

$(S : n\,Br)$

Nr.	Tilstandsform	v	T	t_a	t_b	R	Middeltal
16	Rhomb. Svovl	4,364	18,2	18,005	18,275	1808 c,0	1810 c
17		4,034	18,2	17,750	18,000	1811 c,0	
18	Amorft Svovl	3,988	18,4	18,230	18,598	2696 c,6	2719 c
19		4,008	18,4	18,054	18,430	2741 c,4	

Forsøgene ere beregnede efter Formlen $R = \frac{911{,}5 \times (t_b - t_a) \times 32{,}06}{v}$

Differensen mellem Middelværdierne giver Varmetoningen ved Overgangen fra uopløseligt Svovl til rhombisk Svovl:

$$S_\gamma - S_a = 909^c.$$

Som ovenfor omtalt forsøgte jeg først at benytte Klorsvovl som Opløsningsmiddel. Forsøget gennemførtes for rhombisk Svovl paa ganske samme Maade som med Brom og gav følgende Resultat:

$(S : n\, S^2\, Cl^2)$

Nr.	v	T	t_a	t_b	R	Middel
20	3,956	17,8	17,889	17,741	÷1092c,3	1085c
21	4,062	17,8	18,055	17,905	÷1078c,2	

Forsøgene ere beregnede efter Formlen: $R = \frac{910{,}7 \times (t_b - t_a) \times 32{,}06}{v}$.

Den numeriske Værdi af disse Forsøg afviger ikke synderlig meget fra Differensen mellem de ved Forsøgene Nr. 16—19 fundne. Den Varmeabsorbtion, der finder Sted ved Overgangen fra rhombisk til amorft Svovl, er altsaa omtrent af samme Størrelse som den, der finder Sted ved Opløsning af rhombisk Svovl i Klorsvovl, saa at man kunde fristes til at antage, at Varmetoningen ved den sidste Proces stammer fra en Omdannelse af rhombisk til uopløseligt Svovl; men med denne Antagelse bliver det rigtignok ganske uforklarligt, at det amorfe Svovl opløser sig langt vanskeligere i Klorsvovl end det rhombiske.

For Vægtfylden foreligger der kun en enkelt Angivelse af Troost og Hautefeuille[1]), der for sublimeret Svovl, extraheret med Svovlkulstof, fandt 2,046. Jeg fandt efter Fremgangsmaade (2):

T	P	p	s	Middel:
17,4	1,4240	0,7598	1,87	
17,4	2,6440	1,4148	1,87	1,87
17,2	1,5725	0,8364	1,88	

Deraf beregnes Atomvoluminet til 17,1.

En Oversigt over de vigtigste Egenskaber hos de ovenfor omtalte Former af Svovlet viser følgende:

Tilstandsform.	Fremstillings-Temperatur.	Iltningsvarme (S, O^2).	Differens.	Atom-varme.	Atom-volumen.	Andre Egenskaber.
S_α Rhomb. opløs. Svovl . .	Under 95°,6	710,8 K.	$S_\beta - S_\alpha = 6{,}4$ K.	5,47	15,9	Smeltep. 114°,5
S_β Monoklin. opløs. Svovl .	Over 95°,6	717,2 -	$S_\gamma - S_\alpha = 9{,}1$ -	5,91	16,4	— 120°
S_γ Amorft, uopløs. Svovl . .		719,2 -			17,1	

Det ses, at Forskellen i Forbrændingsvarme eller Varmetoningen ved Overgangen mellem Formerne i intet Tilfælde er betydelig og ikke kan gøre Fordring paa at være bestemt med stor procentisk Nøjagtighed. Det maa dog antages for sikkert, at der mellem

[1]) Compt. rend. T. 69, p. 48.

de tre Former findes en bestemt Energidifferens i de antydede Retninger. Det ses da endvidere, at en Forøgelse af Rumfanget (og Varmefylden) er ledsaget af en Forøgelse i Energimængde. Forholdet mellem denne og Fremstillingstemperaturen er her det omvendte af, hvad der var Tilfældet for Arsenikkens (og Fosforets) Vedkommende, idet for Svovlet den mindre aktive Form dannes ved den laveste Temperatur og omvendt den mere aktive Form opstaar ved Opvarmning af denne.

Selen.

At Selenet optræder i forskellige Modifikationer, er allerede bleven bemærket af dette Stofs Opdager, Berzelius. Han skelner mellem «den bløde [ɔ: ved Opvarmning før Smeltningen bløde] ikke krystallinske Tilstand; den staalgraa krystallinske [der faas ved længere Tids Opvarmning og langsom Afkøling af den amorfe]; den smukt røde Tilstand [der faas ved Reduktion af Opløsninger af Selensyrling]» [1]); og endelig den Form, i hvilken det fældes ved frivillig Sønderdeling af Selenkalium. Senere undersøgte Hittorf[2]) den staalgraa krystallinske Form og meddelte, at den danner sig ved Opvarmning af de amorfe Former, bedst mellem 125°—180°, under ret betydelig Varmeudvikling, hvilken Iagttagelse senere er bleven bekræftet og nøjere undersøgt af Mitscherlich[3]), Regnault[4]) og Siemens[5]). — Rammelsberg[6]) undersøgte de forskellige Former og paaviste Isomorfien mellem det krystallinske, i Svovlkulstof opløselige Selen og monoklinisk Svovl. Endelig er de forskellige Formers Ledningsevne overfor Varme og Elektricitet i den nyere Tid bleven nøjere undersøgt af Draper og Moss[7]), Siemens, Forssmann[8]) og flere andre.

Som det vil fremgaa af de nedenfor meddelte Undersøgelser kan man med Sikkerhed skelne mellem tre forskellige allotrope Former af Selenet, nemlig:

(I). Amorft, i Svovlkulstof opløseligt; muligvis existerer dog heraf to Former: det røde, af Opløsninger fældede og det sorte, glasagtige, der faas ved Smeltning og hurtig Afkøling (Berzelii «bløde, ikke krystallinske Tilstand»); det sidste faas imidlertid altid blandet med uopløseligt Selen og unddrager sig derfor den nøjere Bestemmelse.

[1]) Lieb. Ann. Bd. 49, p. 253.
[2]) Poggendorffs Ann. Bd. 84, p. 214.
[3]) Jahresberichte der Chemie 1855, p. 409.
[4]) Ann. de chim. et de phys. 3ième série, T. 46, p. 257.
[5]) Journ. of the chem. soc. V. 21, p. 677 (Ref.).
[6]) Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1874, p. 669.
[7]) Ibid. 1876, p. 1210.
[8]) Journ. of the chem. soc. V. 23, p. 260 (Ref.).

(2). Krystalliseret, i Svovlkulstof opløseligt Selen.

(3). Krystallinsk, i Svovlkulstof uopløseligt Selen. De formodede to, i Udseende noget forskellige Former af denne Modifikation, der faas henholdsvis ved Opvarmning af amorft Selen og ved Sønderdeling af Selenalkalimetaller, afvige, som det nedenfor vil blive vist, i de afgørende Forhold saa lidet fra hinanden, at der neppe er tilstrækkelig Grund til at sondre dem som selvstændige Modifikationer.

(*a*). Amorft, i Svovlkulstof opløseligt Selen. Det røde Bundfald, der fældes ved Reduktion af Opløsninger, er fuldstændigt opløseligt i Svovlkulstof ved almindelig Temperatur og naar det ikke har været opvarmet forinden. Men allerede ved svag Opvarmning bliver det delvis uopløseligt deri, saaledes ved Opvarmning af Vædsken med Bundfaldet paa Vandbad, hvorved det klumper sig sammen og bliver mørkere, eller ved Extrahering med varmt Svovlkulstof. Ved Smeltning og ikke for langsom Afkøling af Selen faas dette som et rødlig graat, i Bruddet blankt og glat, ved Pulverisering rødbrunt Stof, i Udseende ligt det almindelige, i Handelen gaaende og vel nærmest i samme Tilstandsform. Det indeholder vexlende, ikke ubetydelige Mængder af uopløseligt Selen.

For den første Form fandt Thomsen[1]) Selensyrlingens Dannelsesvarme (Se, O^2) lig 57254^c, for den anden[2]) 56904^c, for den første ved Reduktion af en saltsur Opløsning af Selensyrling med Natriumsulfhydrat, for den anden ved direkte Dannelse af Selenklorid. Den ringe Differens viser disse Bestemmelsers store Nøjagtighed, idet et Indhold af uopløseligt Selen i den sidste Form vil — som det nedenfor vil blive vist — gøre Varmetoningen lidt lavere.

Ved Smeltning og hurtig Afkøling af Selen, f. Ex. ved at helde den smeltede Masse ud i koldt Vand, faas, som bekendt, en sort, amorf, glasglindsende, i tynde Splinter rødt gennemskinnende Masse med sort Pulver. Det er denne Form, Berzelius kalder den «bløde, ikke krystallinske», idet den, som Hittorf har vist, ikke har noget bestemt Smeltepunkt, men ved 60° begynder at blive blød og lader sig trække i lange Traade. Den indeholder vexlende, ikke ubetydelige Mængder af uopløseligt Selen. Rimeligvis er, som de nedenfor omtalte Bestemmelser af Iltningsvarmen viser, den Del deraf, der lader sig opløse i Svovlkulstof, tilstede i en ejendommelig, fra de ovenfor omtalte forskellig Form. Da det imidlertid ikke er lykkedes mig at erholde overensstemmende Resultater, rimeligvis paa Grund af, at Indholdet af uopløseligt Selen varierer, og da den opløselige Del ikke kan isoleres, undlader jeg at opstille den som en selvstændig Allotropi og forbigaar Bestemmelsernes Enkeltheder. Jeg fandt i fire Forsøg for direkte Dannelse

[1]) Therm. Unters. II, p. 270.
[2]) Ibid. II, p. 317.

af Selenklorüre af denne Form Tal, der varierede fra henimod 24000^c til over 25000^c; da den samme Reaktion for den ovenfor omtalte Modifikation giver 22150^c [1]), er Forskellen i alt Fald ret betydelig.

Vægtfylden af amorft Selen er bleven bestemt ved overensstemmende Forsøg af

Schaffgotsch	 4,26	(rødt, fældet Selen)
—	 4,28	(glasagtigt Selen)
Berzelius	 4,32	(glasagtigt Selen) [2])
Rammelsberg	. . . . . 4,3 [3]).	

Sættes 4,29 som Middeltallet af disse Bestemmelser, bliver Atomvoluminet 18,4.

For Varmefylden fandt Regnault 0,0746, Bettendorff og Wüllner 0,0953 [4]).

Til denne Karakteristik af det amorfe Selen kan endnu føjes, at det er en daarlig Varmeleder og (ved almindelig Temperatur) slet ikke leder den elektriske Strøm.

(β). Monoklinisk, i Svovlkulstof opløseligt Selen. Det amorfe Selen, der faas ved Fældning med Svovlsyrling, er vel fuldstændigt opløseligt i Svovlkulstof, men kræver til Opløsning ikke ubetydelige Mængder deraf. Mitscherlich fremstillede derfor det af Svovlkulstof krystalliserede Selen ved afvexlende at opvarme fældet Selen med Svovlkulstof i en tilsmeltet Kolbe til henimod 100° og atter afkøle, hvorved Selenet udkrystalliserer. I mindre Mængde kan det lettere fremstilles ved at extrahere det fældede Selen i et Soxleths Apparat og efterhaanden udtage, hvad der udkrystalliserer i Kolben. Paa denne Maade kan man med Lethed fremstille c. 5 Gr. om Dagen, der faas fuldstændigt rent i smukke, rubinrøde Krystaller.

Til Bestemmelse af Varmetoningen ved Overgangen mellem denne og den amorfe Form bestemtes direkte Dannelsesvarmen af Selenklorüre (Se^2, Cl^2) ved Hjælp af det samme Apparat som ovenfor blev benyttet til Dannelsen af Klorarsen af krystalliseret Arsen (se p. 8). Det fuldkomment tørre, fint pulveriserede Stof blev anvendt i betydeligt Overskud (c. 3 Gange saameget som nødvendigt til den absorberede Klormængde). Absorbtionen af Klor foregaar med stor Lethed. Det er ikke let absolut at undgaa Dannelsen af en ganske ringe Mængde Klorid, der viser sig som Spor af et fint, hvidt Sublimat ved den forreste (øverste) Ende af Røret. Da imidlertid Varmetoningen ved Dannelsen heraf for hvert Atom Klor ikke er meget højere, end for Klorüret, ville de ubetydelige Mængder, der her er Tale om, neppe øve nogen kendelig Indflydelse paa Resultatet.

[1]) Therm. Unters. II, p. 317.
[2]) Efter Gmelin-Kraut Handb. anorg. Chem. 6te Aufl. I, 2, p. 260.
[3]) Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1874, p. 669.
[4]) Efter Ostwalds Lehrbuch der allgem. Chem. II, p. 761 og 765.

I nedenstaaende Forsøg ere Betegnelserne de sædvanlige (se p. 8). Resultatet er beregnet af Formlen:

$$R = \frac{911{,}5 \times (t_b - t_a) \times 70{,}906}{v}$$

$$(Se_\beta{}^2, Cl^2)$$

Nr.	g	v	T	t_a	t_b	R	Middel:
22	4	3,116	18,0	17,400	18,400	20742^c	20752^c
23	3	1,930	18,7	18,335	18,955	20762^c	

Ved Hjælp af denne Værdi og tidligere fundne [1]) beregnes Iltningsvarmen ved følgende Ligning:

$$(Se, O^2) = \tfrac{1}{2}(Se^2, Cl^2) + \tfrac{1}{2}(Se^2, Cl^2, 3\,Cl^2) + (Se\,Cl^1 : Aq) + 2\,(H^2, O) \div 4\,(H, Cl, Aq) \div (Se\,O^2, Aq)$$

$$10376^c \qquad 35080^c \qquad 30370^c \qquad 136720^c \qquad 157260^c \qquad -918^c$$

$$= 10376^c + 45828^c = 56204^c.$$

Heraf beregnes Differensen mellem denne og den amorfe (fældede) Form:

$$Se_\alpha - Se_\beta = 1050^c.$$

Vægtfylden blev bestemt ved Fremgangsmaade (3). Der fandtes:

T	P	p	s	Middel:
17,7	1,0670	0,2403	4,44	4,46
17,2	2,1530	0,4817	4,47	

Dette stemmer med Angivelsen af Mitscherlich, der fandt 4,46—4,509. Sættes 4,47 som Middeltallet, bliver Atomvoluminet 17,7.

(γ). Krystallinsk, i Svovlkulstof uopløseligt Selen. Det af Hittorf o. fl. iagttagne Varmefænomen ved Opvarmning af det amorfe Selen, hvorved det bliver krystallinsk og uopløseligt, kan ogsaa iagttages med mindre Mængder. Ved Opvarmning af c. 12 Gr. pulveriseret, glasagtig Selen i et smalt Reagensglas ved Hjælp af et Luftbad til 160°, hvilken Temperatur holdtes konstant i Luftbadet, steg Selenets Temperatur til 172°, hvorved det holdt sig i c. 2 Timer; det sank da langsomt, men var efter 6 Timers Forløb endnu 3 Grader over Luftbadets Temperatur.

Til Undersøgelsen blev denne Form fremstillet ved længere Tids Opvarmning af Selen ved Hjælp af et Oljebad. Varmeudviklingen ved Overgangen iagttages her ikke, da Forskellen udjevner sig for hurtigt. C. 10 Gr. Selen (i Stænger) blev først opvarmet i 4 Timer til 150° (Hittorf angiver Omdannelsestemperaturen til 125°—130°) og derpaa lang-

[1]) Therm. Unters. II. passim.

somt afkølet. Selenet havde derefter endnu tildels bevaret Formen i Stænger, dog var det indvendig fuldt af Hulheder paa Grund af Sammentrækningen. Farven var rødlig graa, Bruddet krystallinsk. Det viste sig imidlertid endnu at indeholde ret betydelige Mængder af opløseligt Selen. I et nyt Forsøg blev derfor efter Mitscherlichs Forskrift Selenet opvarmet til c. 250°, ved hvilken Temperatur det er fuldstændigt smeltet, derpaa afkølet til 180° og holdt ved denne Temperatur i 4 Timer, sluttelig meget langsomt afkølet, hvorved den krystallinske Beskaffenhed træder tydeligt frem. I tre omtrent paa denne Maade foretagne Forsøg varierede Indholdet af opløseligt Selen fra 0,8 til 1,2 pCt.

Til videre Undersøgelse blev det fint pulveriserede Stof extraheret med Svovlkulstof i Soxleths Apparat, indtil det i Begyndelsen stærkt gult farvede Filtrat blev farveløst og fordampede uden at efterlade nogen Rest.

Uopløseligt Selen opstaar, som meddelt af flere Forfattere, ogsaa ved frivillig Sønderdeling af Selenalkalimetaller. Til Fremstilling sammensmeltedes pulveriseret Selen med Overskud af en Blanding af lige Mol. kulsurt Kali og Natron i en lukket Digel; det smeltede udludedes med kogende Vand (med koldt Vand dannes noget Selen i den røde Form), hvorved der efterlades betydelige Mængder af uopløseligt Selen. Til Fældning af Resten suges en rask Luftstrøm gennem den kogende, morkerøde Vædske, hvorved denne tilsidst bliver ganske farveløs.

Det saaledes fremstillede blev ligesom det foregaaende extraheret med Svovlkulstof for at fjerne opløseligt Selen, af hvilket det indeholdt en mindre Mængde (c. 1/2 pCt.). Det erholdte Produkt var sort og kornet krystallinsk.

Med begge disse Former bestemtes Varmeudviklingen ved direkte Dannelse af Selenklorüre paa ganske samme Maade som med den foregaaende Form. Der fandtes:

$$(Se_\gamma^2,\ Cl^2).$$

Nr.	Fremstillingsmaade.	g	v	T	t_a	t_b	R	Middel.
24	Ved Opvarmning	5	2,006	18,8	18,532	19,147	19815^c	19998^c
25	af	7	3,459	17,7	17,210	18,290	20180^c	
26	amorft Selen	5	3,232	17,7	17,130	18,130	19998^c	
27	Af Selenkalium	10	2,046	18,3	18,010	18,640	19901^c	19981^c
28		12	2,075	18,0	17,788	18,432	20060^c	

Varmetoningen er derefter ganske den samme for begge Former. Sættes den i Gennemsnit til 19990^c og adderes Halvdelen deraf til 45828^c [1]), faas Selenets Iltningsvarme for denne Form $(Se_\gamma, O^2) = 55823^c$. Deraf beregnes

$$Se_a - Se_\gamma = 1431^c.$$

[1]) Se p. 28.

Regnault angiver, at Varmeudviklingen ved Overgangen fra amorft til krystallinsk Selen, naar der tages Hensyn til Varmetabet ved Udstraaling, vilde være i Stand til at forhøje Selenets Temperatur med over 200°. Varmefylden bestemte han til 0,0746, og beregnes heraf Varmeudviklingen for 1 Atom eller 79,1 Gr. Selen, faas:

$$79{,}1 \times 200 \times 0{,}0746 = 1180^c,$$

et Tal, der kommer det ovenfor fundne mærkeligt nær.

Vægtfylden er bestemt efter (3) for det pulveriserede, med Svovlkulstof extraherede Stof. Der fandtes for den ved Opvarmning af amorft Selen dannede Form:

T	P	p	s	Middel:
18,0	3,0380	0,6550	4,64	
18,0	2,1570	0,4665	4,62	4,63
17,2	2,3273	0,5015	4,64	

For denne Form fandt:

Schaffgotsch	4,80
Bettendorff og Wüllner	4,80
Neumann	4,40
Rammelsberg	4,4—4,5

Mitscherlich gør opmærksom paa, at Vægtfylden af denne Form, paa Grund af de ved Sammentrækningen dannede Hulheder, let kan blive for lavt bestemt. Denne Fejlkilde er udelukket ved de Forsog, jeg har foretaget, dels paa Grund af Fremstillingsmaaden (af smeltet Selen), dels derved, at Bestemmelserne ere udforte med Stoffet i pulveriseret Tilstand.

For den af Selenkalium dannede Form fandt:

Hittorf	4,81
Mitscherlich	4,76—4,78
Rammelsberg	4,8.

Overensstemmende med disse fandt jeg (efter (3))

T	P	p	s
17,7	2,0620	0,4314	4,78.

Middelværdien af disse Bestemmelser er 4,79, altsaa den samme Vægtfylde, som Schaffgotsch samt Bettendorff og Wüllner fandt for den ved Opvarming af amorft Selen dannede Form, medens den er lidt (0,16) højere end den af mig fundne Værdi, og de af Neumann og Rammelsberg fundne Tal ere endnu lavere. Der kan saaledes ikke af Vægtfyldebestemmelserne drages sikre Slutninger med Hensyn til en væsentlig (allotropisk) Forskel mellem de to Former af uopløseligt Selen, og da de i andre Henseender: Energiindhold, Opløselighed og krystallinsk Beskaffenhed stemme overéns indbyrdes, turde det

derfor være det naturligste indtil videre at betragte dem som identiske, en Anskuelse, der allerede er fremsat af Mitscherlich.

Lægges Vægtfyldebestemmelserne for den af Selenkalium dannede Form, der stemme overens indbyrdes, til Grund, bliver Atomvoluminet 16,5.

For Varmefylden fandt Regnault 0,0754 (Atomvarme 5,96), Bettendorff og Wüllner 0,0840 (Atomvarme 6,64).

Det krystallinske Selen leder som bekendt Varmen og Elektriciteten, idet Ledningsevne i høj Grad er afhængig saavel af Temperaturen som af Lysets Indvirkning.

Af disse Undersøgelser fremgaar det altsaa, at vi med Sikkerhed kunne skelne mellem tre allotrope Former af Selenet, nemlig:

Tilstandsform.	Fremstillingsmaade.	Iltningsvarme. (Se, O^2).	Differens.	Atomvolum.	Atomvarme.	Andre Egenskaber.
(α) Amorft, i CS_2 opløs.	Reduktion ved alm. Temperatur	572,5 K.	$Se_\alpha - Se_\beta = 10,5$ K.	18,4	5,90[1]) — 7,54[2])	Intet bestemt Smeltepunkt. Leder ikke Elektriciteten
(β) Monoklin., i CS_2 opløs.	Udkryst. af CS_2	562,0 —	$Se_\alpha - Se_\gamma = 14,3$ K.	17,7		
(γ) Krystallinsk, i CS_2 uopløs.	Ved Opvarmning eller af Selenkalium	558,2 —		16,5	5,96[1]) — 6,64[2])	Smeltepunkt 217°. Leder Elektriciteten

Til disse tre Former kommer muligvis endnu en fjerde, nemlig den, der dannes ved hurtig Afkøling af smeltet Selen.

Det viser sig altsaa, at Forholdet mellem Energimængde og Rumfang her ligesom ved Svovlet følger Reglen, at ved Overgangen mellem Formerne en Varmeudvikling svarer til en Rumfangsformindskelse. Forøvrigt gælder det ogsaa her, at de anførte Energidifferenser ikke kunne gøre Fordring paa nogen stor procentisk Nøjagtighed; dog gaar Usikkerheden neppe udover nogle faa Enheder (af 100-Grams Kalorien), saa at i alt Fald Differensernes Fortegn maa betragtes som paalidelige.

Vil man derefter sammenligne Selenets Former med Svovlets, vil det være naturligst at lægge de overensstemmende Forhold mellem Energimængde og Volumen til Grund. Det maa da antages, at:

Rhombisk Svovl svarer til krystallinsk, i CS_2 uopløseligt Selen,
Monoklinisk — — . . . . . monoklin. — ,
Amorft, uopløseligt Svovl svarer til . . . . . amorft, rødt — ,

og endvidere maaske

Plastisk Svovl til glasagtig, sort Selen

(som allerede anført af Berzelius), forsaavidt som disse Former af Svovl og Selen tør antages at være væsentligt forskellige fra de andre.

[1]) Regnault.
[2]) Bettendorff og Wüllner.

Ved denne Sammenstilling svarer vel Opløselighedsforholdene for de to af Formerne ikke til hinanden; men dette er dog neppe af saa afgørende Betydning som de fremhævede Lighedspunkter. Sammenstillingen støttes endvidere tildels af Fremstillingsmaaderne, idet (rhombisk) opløseligt Svovl og uopløseligt Selen begge opstaa ved Sønderdeling af alkaliske Opløsninger, medens det uopløselige Svovl ligesom det amorfe, røde Selen fældes af sure Opløsninger. Denne Sammenstilling er, væsentlig støttet paa Vægtfyldebestemmelserne, tidligere opstillet af Rathke[1]), medens de ældre Forfattere sammenstillede Formerne paa anden Maade.

Sølv.

Det er bekendt, at Sølvets Udseende varierer med de forskellige Reduktionsmidler, hvormed det kan fældes af sine Opløsninger, f. Ex. med Kobber og med Jernvitriol. Hr. Prof. J. Thomsen har velvilligst meddelt mig, at der, efter de af ham foretagne Forsøg, rimeligvis fældes forskellige allotrope Former af Sølvet i disse to Tilfælde, en Formodning, der gav Anledning til de Undersøgelser, jeg har anstillet, og som disse ogsaa have bekræftet.

Efter ved en Række foreløbige Prøver at have iagttaget de Bundfald, der danner sig af Opløsninger af forskellige Sølvsalte (Nitrat, Sulfat, Fluorid) med forskellige uorganiske Reduktionsmidler (Kobber, Jernvitriol, Fosforundersyrling, Fosforsyrling, Vanadintrifluorid og Tin), valgte jeg til nærmere Undersøgelse tre Tilfælde, i hvilke der var Sandsynlighed for Dannelsen af allotrope Former, nemlig Sølvnitrat, fældet 1) med Kobber, 2) med Jernvitriol og 3) med Tin.

(*a*) Sølv, fældet med Kobber. Denne Proces er undersøgt kalorimetrisk af Thomsen[2]), der benyttede fintdelt Kobber, som det faas ved Sønderdeling af Kobberforilte med fortyndet Svovlsyre, og ved Hjælp deraf beregnede $(Ag_a^2, O) = 5900^c$. — Foretages denne Fældning i ikke altfor fortyndede Opløsninger, faas Sølvet som et graat sammenklumpet Bundfald, hvis Form ikke lader sig skelne under Mikroskopet. I meget fortyndede Opløsninger — saaledes i en Opløsning af Sulfatet af Sammensætningen $Ag_2SO_4 + 3600\,H_2O$ — erholdt jeg med almindeligt reduceret Kobber efter kort Tids Henstand et smukt glindsende, tydeligt krystallinsk Bundfald, der under Mikroskopet viste grenede og fjerformede Dannelser uden nogen bestemt Form.

[1]) Lieb. Ann. Bd. 152, p. 181.
[2]) Therm. Unters. III, p. 377.

Til Bestemmelse af Vægtfylden blev Sølvet fældet af en fortyndet Opløsning af Nitratet med kompakt Kobber. Dette blev atter fjernet længe før Udfældningen var fuldstændig, da det udfældede Sølv ellers bliver kobberholdigt; Bundfaldet var efter Udvaskning fuldstændigt kobberfrit. Vægtfylden bestemtes efter (3) med følgende Resultat:

T	P	p	s	Middel:
17,9	3,9370	0,3758	10,48	
17,9	3,2573	0,3111	10,47	10,47
17,6	3,7395	0,3564	10,49	

Vægtfylden er altsaa den samme som for almindeligt, smeltet Sølv, for hvilket den af forskellige Forfattere er fundet fra 10,42—10,51.

For Varmefylden fandt (for almindeligt, smeltet Sølv):

Regnault	0,0570
Kopp	0,0560
Bettendorff	0,0559,

hvilket i Gennemsnit giver Atomvarmen 6,07.

(β) Sølv fældet med Jernvitriol. Sættes Sølvnitrat til en neutral Afløsning af Ferrosulfat, antager Blandingen efter et Øjebliks Forløb et mørkt Udseende under Udskillelse af et graasort Bundfald, der imidlertid efter et Par Minutters Henstand bliver lysere og tilsidst fremtræder som en graalig hvid, kornet krystallinsk Dannelse. I svovlsure Opløsninger fældes Sølvet med rén hvid Farve og fin Glands. Andre Ferrosalte, saasom Dithionatet og Æthylsulfatet, give — med samme Koncentration som Sulfatet — ikke Bundfald strax, men først efter længere Tids Henstand. I Begyndelsen udskilles ogsaa her et ringe mørkt, nærmest blaasort Bundfald, men til Slutning antager alt det udfældede et rént hvidt Udseende og fremtræder — navnlig ved Fældning med Dithionatet — særdeles smukt og med stærk Glands. Krystallerne ere synlige med blotte Øje og vise sig under Mikroskopet som Oktaëdre og Terninger, der i reflekteret Lys ere stærkt sølvhvidt glindsende, i gennemfaldende mørkeblaa.

Iltningsvarmen for Sølvet i denne Form blev efter Hr. Prof. J. Thomsens Raad bestemt ved Tilsætning af fast pulveriseret Sølvnitrat til en neutral Opløsning af Ferrosulfat og Resultatet kontrolleret ved Genopløsning af det saaledes fældede Sølv i en salpetersur Opløsning af Kaliumpermanganat. Sulfatopløsningen var sammensat: $FeSO^4 + 300\,H^2O$, og der anvendtes i hvert Forsøg $^1/_6$ Mol., hvortil sattes $^1/_{10}$ Mol. fast Sølvnitrat. Mængden af udfældet Sølv bestemtes efter Forsøget dels ved Titrering af en afvejet Del af Opløsningen med Rhodanammonium, dels direkte ved Vejning af det udskilte Sølv. Kaldes den Vægtmængde af Opløsningen, der vilde indeholde et Gramatom = 107,9 Gr. Sølv, B, Vægten

af udskilt Sølv v og den Brøkdel af 1 Gramatom Sølv, der reagerer i hvert Forsøg, s, haves:

$$\frac{1}{s} = \frac{10(B-107{,}9)}{B-9420} \quad \text{og} \quad \frac{1}{s} = \frac{107{,}9}{v}.$$

Begge Methoder gave overensstemmende Resultater. Der fandtes ved Forsøgene:

$$(AgNO^3 : \tfrac{5}{3} FeSO^4Aq).$$

Nr.	$\frac{1}{s}$	T	t_a	t_b	r
29	10,60	18,8	18,640	18,830	$172^c,8$
30	10,68		18,596	18,783	$170^c,1$
31	10,66		18,475	18,665	$172^c,8$

Forsøgene ere beregnede af Formlen: $r = 909{,}7\,(t_b - t_a)$. Ved alle tre Forsøg opløses $^1/_{10}$ Mol. $AgNO^3$, hvorved bindes en Varmemængde af $544^c,5$ [1]). Adderes denne Værdi til de fundne Tal, faas:

	$r + 544{,}5$	R
Nr. 29	$717^c,3$	7603^c
— 30	$714^c,6$	7632^c
— 31	$717^c,3$	7646^c.

Middeltallet af disse Bestemmelser er 7627^c. Deraf i Forbindelse med tidligere fundne Data [2]) beregnes:

$$(Ag^2, O, 2HNO^3Aq) = \underset{38600^c}{(2FeSO^4Aq, O, H^2SO^4Aq)} - \underset{15254^c}{2R}$$
$$= 23346^c.$$

Subtraheres herfra Neutralisationsvarmen af Sølvilte med Salpetersyre eller 10880^c, faas $(Ag^2_\beta, O) = 12466^c$. Ved Overgangen fra denne Form til den, der fældes med Kobber (sé p. 32) udvikles altsaa en Varmemængde af 3283^c for hvert Atom Sølv eller

$$Ag_\beta - Ag_\alpha = 3283^c.$$

Til Bekræftelse paa Rigtigheden af dette Tal blev det ved Forsøgene Nr. 29—31 udfældede Sølv efter Udvadskning med Vand opløst i en salpetersur Opløsning af Kaliumpermanganat sammensat $K^2Mn^2O^8 + 8HNO^3 + 1250H^2O$. Heraf blev i hvert Forsøg $^1/_{50}$ sat til c. 5 Gr. Sølv, opslemmet i 450 Gr. Vand. Omtrent Halvdelen af Manganoversyren blev derved omdannet til Manganoveriltehydrat, idet alt Sølvet opløstes, hvilket fremgaar af, at Opløsningen efter Forsøget ved forsigtig Tilsætning af Svovlsyrlingvand og tilsidst Ferrosulfat blev fuldstændigt klar. Den nøjagtige Mængde af opløst Sølv blev bestemt ved at

[1]) Therm. Unters. III, p. 188.
[2]) Ibid. II, p. 167 og I, p. 390.

affarve en afvejet Mængde (c. 200 Gr.) af Opløsningen paa den nævnte Maade og derefter titrere med Rhodanammonium. Der fandtes:

$$(Ag : \tfrac{1}{6}[K^2Mn^2O^8 + 8\,HNO^3]\,Aq).$$

Nr.	$\frac{1}{s}$	T	t_a	t_b	t_c	r	R
32	21,32	18,1	17,107	17,358	18,295	$965^c,3$	20580^c
33	20,88		16,657	17,178	17,990	$973^c,1$	20318^c

Beregnes Varmetoningen for denne Reaktion af den ovenfor fundne Værdi for Iltningsvarmen af Sølvet i denne Tilstandsform i Forbindelse med tidligere fundne Data[1]), faas:

$$(Ag^6 : [K^2Mn^2O^8 + 8\,HNO^3]\,Aq) = 3\,(Ag^2, O) + 3\,(Ag^2O, 2\,HNO^3Aq) + (K^2Mn^2O^8Aq : 2\,HNO^3Aq)$$
$$3 \times 12466 \qquad 3 \times 10880^c \qquad 3 \times 18632^c$$
$$= 3 \times 41978^c.$$

Derefter bliver Varmetoningen ved Opløsning af et Gramatom Sølv lig 20989^c, medens Middeltallet af de ovenfor fundne Værdier er 20449^c. Differensen er ikke meget betydelig og hidrører maaske tildels fra en ringe Varmebinding i Forsøgene Nr. 32 og 33 ved Indvirkning af fri Salpetersyre paa de dannede Nitrater af Kalium og Sølv.

Da det af Ferrosulfat udfældede Sølv forandrer sit Udseende noget ved at behandles med fortyndet Svovlsyre, søgte jeg at bestemme, hvorvidt der herved foregaar en Tilstandsforandring, muligvis en Omdannelse til den med Kobber fældede Form. Indvirkningen af fortyndet Svovlsyre ($H^2SO^4 + 300\,H^2O$) ved almindelig Temperatur fandtes at være ledsaget af en ganske ringe Varmeudvikling, der rimeligvis tildels skyldtes Svovlsyrens Fortynding og langtfra svarede til den, der skulde finde Sted ved Overgangen til den anden Form; Opløsningen indeholdt ogsaa en ringe Mængde Sølvsulfat, hidrørende fra Sølvets Iltning af Luften i Vandet. Sølvet blev derefter i nogen Tid opvarmet til Kogning med Svovlsyre af samme Styrke og efter Udvadskning opløst i en salpetersur Opløsning af Kaliumpermanganat og Mængden af opløst Sølv efter Forsøget bestemt som før. Der fandtes:

$$(Ag : \tfrac{1}{6}[K^2Mn^2O^8 + 8\,HNO^3]\,Aq).$$

Nr.	$\frac{1}{s}$	T	t_a	t_b	t_c	r	R
34	35,54	18,4	17,752	17,588	18,298	$572^c,1$	20332^c
35	35,38		17,802	17,690	18,374	$571^c,8$	20230^c

[1]) Therm. Unters. I, p. 390 og II, p. 465.

Resultatet er altsaa meget nær det samme som før, saa at Sølvet ved Behandlingen med Svovlsyre neppe forandrer sit Energiindhold.

Til Bestemmelse af Vægtfylden blev benyttet dels Sølv, fældet af en Opløsning af Sølvnitrat med en svovlsur Opløsning af Ferrosulfat, dels det af en neutral Opløsning som i Forsøgene Nr. 29—31 udskilte. For det første benyttedes Fremgangsmaade (3), idet Sølvet blev tørret fuldstændigt i Vacuum over Svovlsyre; Vægtfylden for det andet blev bestemt efter (2). Der fandtes for Sølv fældet af svovlsur Opløsning:

T	*P*	*p*	*s*	Middel
17,3	3,5120	0,3348	10,49	10,47;
18,0	3,0410	0,2910	10,45	
17,8	4,0357	0,3851	10,48	

for Sølv udskilt af neutral Opløsning:

T	*P*	*p*	*s*	Middel
17,7	4,9540	0,4749	10,43	10,42.
17,9	4,0926	0,3932	10,41	

Dette er næsten ganske det samme, der er fundet for den Form, i hvilken Sølvet fældes med Kobber, saa at Forskellen i Energimængde ikke er ledsaget af nogen Forskel i Tætheden. Atomvoluminet beregnes for begge Former til 10,3. Rose fandt for Vægtfylden af Sølv fældet med Jernvitriol 10,56—10,62.

Sølv fældet med Tin. Det er bekendt, at Sølv, udskilt ad galvanisk Vej, fældes med mørk, sort eller sortebrun Farve i Form af et fint Pulver, der i Berøring med Syrer (Saltsyre, fortyndet Svovlsyre) skifter Farve og bliver lysere, graat eller graabrunt. Paa samme Maade forholder Sølvet sig ved Fældning med Fosforsyrling og Fosforundersyrling, men Fældningen er her langsom og ufuldstændig, og med metallisk Tin. Til nærmere Undersøgelse valgte jeg det Bundfald, der frembringes i Opløsninger af Nitratet med Tin, idet Bundfældningen her er hurtig og fuldstændig og Sølvet ad denne Vej kan faas i en til de forskellige Bestemmelser passelig Form.

Sætter man almindeligt Tin (i Strimler) til en Opløsning af Sølvnitrat, bliver Vædsken øjeblikkelig sort og uigennemsigtig. Efter kort Tids Forløb afsætter der sig et meget fint, sort Bundfald, og borttages Tinnet, bliver den ovenstaaende Vædske ved nogen Tids Henstand tilsyneladende klar, men er stærkt brun farvet. Ved Fraheldning af Vædsken og lang Tids Henstand (indtil to Døgn) bliver Vædsken farveløs, idet der afsætter sig et yderst fint, sort Bundfald.

Lader man Opløsningen henstaa med Tin i nogen Tid, bliver Bundfaldet ikke længere ensartet at se til. Der dannes en hvid, amorf Indblanding, bestaaende af Tinsyrehydrat, og desuden enkelte tunge, hvide, metalglinsende Partikler, der, som det vil

fremgaa af det følgende, bestaa af rent Sølv; ved rolig Henstand slutte de sig efterhaanden sammen til et Væv af lange, grenede Traade, idet intet mere udskilles i den fintdelte, sorte Form. Jo mere koncentreret Opløsningen er, desto mere af Sølvet fældes i den sorte Form, medens stærkt fortyndede Opløsninger vel strax farves mørke af Tinnet, men meget hurtigt efter udskille alt Sølvet i den metalglindsende Form. Det viser sig endvidere (hvad ogsaa tidligere er iagttaget med sort fældet Sølv) at det sorte Bundfald ved Gnidning med Spatelen under Vædsken bliver metalglindsende og af ganske samme Udseende som det senere fældede, saa at det neppe kan være tvivlsomt, at her foreligger den samme Form, og at det forskellige Udseende kun hidrører fra den yderst fintfordelte Tilstand, i hvilken Sølvet fældes af mere koncentrerede Opløsninger. Under denne Forudsætning har jeg bestemt Iltningsvarmen for Sølvet i den fintdelte, sorte Form, der særlig egner sig dertil, medens det neppe kan faas tilstrækkeligt rent til en Vægtfyldebestemmelse, hvortil er benyttet den sammenhængende, metalglinsende Form, der kan faas fuldstændigt ren, men vanskelig paavirkes af Opløsningsmidler ved almindelig Temperatur.

Til Bestemmelse af Iltningsvarmen fremstilledes Sølvet ved Fældning med meget fintdelt Tin, der erholdtes paa følgende Maade: Til en ren Opløsning af Tinforklor sattes i smaa Portioner fintsigtet Zinkstøv saaledes, at en ny Portion ikke blev tilsat, forinden Reaktionen fra den foregaaende var fuldstændigt forbi. Ved for rask Tilsætning indhyller den udskilte Tinsvamp en Del af Zinken, der senere vanskeligt opløses. Naar det er tilsat, henstilles det hele nogen Tid, hvorefter Tinsvampen vadskes skiftevis med Vand og fortyndet Saltsyre, indtil Zinkreaktionen fuldstændigt forsvinder i Vadskevandet. Derpaa tørres Tinnet, rives fint og sigtes, hvorved det faas som et melfint Pulver.

Dette sattes da paa éngang til en ikke altfor fortyndet Opløsning af Sølvnitrat (omtrent $AgNO^3 + 100\ H_2O$), der var tilstede i betydeligt Overskud, c. 2 Gange den ækvivalente Mængde. Efter et Øjebliks Henstand heldes Vædsken med det sorte Bundfald fra lidt uopløst Tin og henstilles nogle Timer i en godt tilproppet Flaske, indtil Bundfaldet nogenlunde har sat sig og Vædsken begynder at blive gennemskinnende. Bundfaldet udvadskedes ved Dekantation. Vadskevandet var i Begyndelsen brunt (af det mest fintdelte Sølv), men blev til Slutningen ufarvet, og Vadskningen fortsattes, indtil det ikke længere indeholdt Spor af Sølv eller Tin.

Det saaledes erholdte sorte Sølv er ganske vist ikke fuldstændigt rent. Det indeholder en ringe Mængde Tinsyrehydrat, dannet ved Iltning af det salpetersure Tinforilte[1])

[1]) Tilværelsen af denne noget usikre Forbindelse i vandig Opløsning har jeg lejlighedsvis fundet bekræftet paa følgende Maade: I det jeg først paatænkte at bestemme Iltningsvarmen af Sølvet ved direkte Fældning med Tin, men atter maatte opgive denne Methode paa Grund af, at Tinforiltesaltet under Reaktionen vedblivende ilter sig, bestemte jeg Varmetoningen ved Fældning af Tinforklor med den ækvivalente Mængde Sølvnitrat, hvoraf Neutralisationsvarmen af Tinforiltehydrat

i Opløsningen. Dette lader sig ikke fjerne ved Vadskning eller med Saltsyre, der paavirker Sølvet i den fintdelte Form. Det kan imidlertid antages, at dette ikke vil øve nogen mærkelig Indflydelse paa Varmetoningen ved de nedenfor nævnte Forsøg, i hvilke Sølvet opløstes i en fortyndet, svovlsur Opløsning af Kaliumpermanganat. Til Forsøgene anvendtes en Opløsning af Sammensætningen $KMnO^4 + 2\,H^2SO^4 + 4000\,H^2O$, hvortil sattes et Overskud af Sølv, opslemmet i Vand. Der fandtes:

$$(2\,Ag, \tfrac{1}{5}[2\,KMnO^4 + 4\,H^2SO^4]\,Aq)$$
$$a = b = 450, \quad s = \tfrac{1}{64}.$$

Nr.	T	t_a	t_b	t_c	r	R
36	18,9	18,185	18,356	18,854	530^c,0	34035^c
37		18,313	18,506	18,995	531^c,7	
38		18,208	18,058	18,719	533^c,8	

Temperaturstigningen ophørte i Forsøgene efter et Par Minutters Forløb, hvorefter Opløsningen var fuldkommen affarvet. Af den fundne Værdi beregnes:

$$\begin{aligned}(Ag^2, O, SO^3Aq) &= R - \tfrac{1}{5}(2KMnO^4Aq : 3\,H^2SO^4Aq)\\ &= 34035^c - 13897^c\ ^{1)}\\ &= 20138^c\\ (Ag^2, O) &= (Ag^2, O, SO^3Aq) - (Ag^2O, SO^3Aq)\\ &= 20138^c - 14490^c\ ^{2)}\\ &= 5548^c\end{aligned}$$

Dette er kun 252^c mindre end der, som ovenfor meddelt, tidligere er fundet for Sølv i den Form, i hvilken det fældes med Kobber, en Forskel, der — med de ved Forsøgene benyttede Mængder — falder indenfor Grændsen for Forsøgsfejlene. Resultatet er altsaa, at Energidifferensen mellem de to Former er Nul eller i alt Fald saa ringe, at den unddrager sig den nøjere Bestemmelse.

Til Bestemmelse af Vægtfylden benyttedes den sammenhængende, metalglind-

mod Salpetersyre kunde beregnes. Der fandtes for 2 Mol. $AgNO^3$ en Varmeudvikling af 31500^c, eller omtrent det samme, som tidligere (Therm. Unters. I, p. 329; Zeitschr. phys. Chem. IV, p. 395) er fundet for Fældningen af Sølvsalte med andre Klorider. Det fremgaar heraf, at Neutralisationsvarmen for Tinforiltehydrat er omtrent den samme med Salpetersyre, som med Saltsyre, ligesom for Alkalierne, de alkaliske Jordarter og Baserne af Magniumgruppens Metaller.

[1]) Therm. Unters. II, p. 465.

[2]) Ibid. III, p. 382.

sende Form, der fremstilledes paa følgende Maade: I en fortyndet Opløsning af Sølvnitrat ophængtes en Stang af rént Tin. Der dannede sig i Begyndelsen et sortebrunt Bundfald; men snart efter begyndte Sølvet at udskille sig i Form af et sammenhængende, metalglindsende «Træ», bestaaende af Traade eller Stave, der krydse hverandre og ved længere Tids Henstand kunne opnaa en Længde af 1—2 Ctm. Glandsen og Farven vare ikke de samme som for det hvide, rene Sølv, men nærmere som for almindeligt, kobberlegeret Møntsølv. Efter Udfældningen udvadskedes den sammenhængende Masse ved at dekantere skiftevis med Vand og med fortyndet Saltsyre, der omdanner det fintfordelte, sorte Sølv til et lyst, let, graabrunt Pulver. Paa denne Maade kan Sølvet erholdes fuldstændigt rént og tinfrit, idet det opløste sig fuldstændigt klart i Salpetersyre og ved Bestemmelse af Sølvet (med Rhodanammonium) gav 99,96 pCt.

Vægtfyldebestemmelsen foretages efter (3) med følgende Resultat:

T	P	p	s	Middel
17,2	5,3250	0,5256	10,07	10,04
17,8	5,7375	0,5724	10,02	
17,5	6,2610	0,6242	10,03	

Dette Tal er 4—5 Tiendedele lavere, end tidligere iagttaget for nogen Form af Sølvet. Forskellen maa vel antages at være for stor til at skyldes Iagttagelsesfejl, men det er dog tvivlsomt, om Sølvet virkelig her foreligger i en fra de tidligere forskellig, allotropisk Form.

Jeg sammenfatter de vigtigste Forhold for Sølvets Former i tabellarisk Form:

Tilstandsform.	Fremstillingsmaade.	Iltnings-varme. (Ag^2O)	Differens.	Atom-volum.	Andre Egenskaber.
Ag_α. Graat, sammenklumpet	Fældning med Cu	59,0 K.	$Ag_\beta - Ag_\alpha = 32{,}8$ K.	10,3	Grenede Former under Mikroskopet.
Ag_β. Hvidt, glindsende kryst.	— — $FeSO_4$	124,7 -		10,3	Oktaëdre og Terninger.

En Sammenligning mellem de to Former viser, at en Forandring i Energiindholdet ikke behøver at være ledsaget af en tilsvarende Volumenforandring.

Foruden de nævnte Former af Sølvet synes der efter Meddelelser i den nyeste Tid af Carey Lea[1]), der senere ere blevne bekræftede af Prange[2]) at existere andre, fra de foregaaende i høj Grad forskellige, nemlig en i Vand opløselig, colloidal Form, der overgaar til et sort, uopløseligt Pulver, samt en ejendommelig, guldglindsende Modifika-

[1]) Journ. of the chem. Vol. 58 (1890), p. 210 (Ref).
[2]) Ibid. Vol. 60 (1891), p. 266 (Ref).

kation. De faas ved Indvirkning af organiske Reduktionsmidler (citronsurt Jernforilte) paa Sølvopløsninger, men synes endnu ikke at være erholdte i fuldkommen ren Tilstand. Det sorte Pulver minder om det ovenfor omtalte, der fældes af Tin; men Prange angiver for Omdannelsesvarmen til almindeligt Sølv en Varmeudvikling af 60^c pr. Gram. — Da de originale Afhandlinger ikke ere mig bekendte og jeg endnu ikke har haft Lejlighed til nogen nærmere Undersøgelse af disse Forhold, skal jeg ikke komme nøjere ind derpaa.

Guld.

At ogsaa Guld kan optræde i flere allotrope Tilstandsformer, er paavist af Thomsen[1]), der fandt, at:

(α) ved Reduktion af en Opløsning af neutralt Guldklorid med Svovlsyrling fældes Guldet som et stærkt sammenhagende, lyst Pulver, for hvilket Dannelsesvarmen af Hydratet er

$$(Au^2, O^3, 3\,H^2\,O) = \div 13190^c;$$

(β) ved Reduktion af Brintguldbromid med Svovlsyrling faas Guldet som et meget fint, mørkt Pulver, der aldeles ikke hager sammen. Ved Overgangen fra denne til den foregaaende Form udvikles en Varmemængde af 3210^c for hvert At. Guld;

(γ) ved Sønderdeling af Guldklorüre med Klorbrinte, Guldbromüre med Brombrinte eller endelig Bromüret eller Jodüret med Svovlsyrling fældes Guldet som et fint, metalglindsende Pulver, der ved Overgang til den første Form udvikler en Varmemængde af 4700^c for hvert Atom.

For at undersøge, hvorvidt de ret betydelige Varmetoninger, der ledsage Overgangen mellem disse Former, ere ledsagede af tilsvarende Volumenforandringer, har jeg bestemt Vægtfylden af de tre Former, der fremstilledes ved Reduktion med Svovlsyrling af neutralt Guldklorid, Brint-Guldbromid og Guldbromüre, der atter vare fremstillede ved Hjælp af de i Therm. Unters. III, p. 483 ff. angivne Fremstillingsmaader. Guldet blev i alle Tilfælde udvadsket, indtil Svovlsyrereaktionen i Filtratet forsvandt, derpaa tørret til konstant Vægt i Vacuum over Svovlsyre. Det viste sig imidlertid — særlig for den af Guldklorid fældede Form — at Guldet, trods tilsyneladende fuldstændig Udvadskning og Tørring, indeholdt et Spor af Svovlsyre, kendeligt ved et ringe Vægttab ved Glødning, under ganske svag Udvikling af hvide Dampe. De tørrede Produkter bleve derfor udrevne saa fint, som muligt, derpaa atter udvadskede og tørrede som før, og dette gentoges, indtil de efter Tørring ikke længere lede noget Vægttab ved Glødning.

[1]) Therm. Unters. III, p. 398.

Vægtfylden bestemtes efter (3) med følgende Resultat:

Tilstandsform.	T	P	p	s	Middel.	Atom-volumen.
Guld af Guldklorid Au_α	17,6	6,0640	0,3118	19,45	19,39	10,17
	17,5	6,5820	0,3408	19,31		
	17,6	6,2755	0,3235	19,40		
Guld af Brint-Guldbromid Au_β	17,5	7,1410	0,3662	19,50	19,44	10,14
	17,1	7,3764	0,3802	19,40		
	17,6	6,0535	0,3117	19,42		
Guld af Guldbromüre Au_γ	17,9	6,3374	0,3196	19,83	19,72	10,00
	17,9	6,2078	0,3160	19,64		
	17,6	6,5308	0,3315	19,70		

Det ses altsaa, at medens de to første Former vistnok have samme Vægtfylde, synes den at være lidt højere for den Form, der fældes af Bromüret. Hvis dette forholder sig saa, foreligger da her en Afvigelse fra den almindelige Regel; men Forskellen er for ringe (c. 3 Tiendedele, medens Forskellen mellem to af Bestemmelserne for den sidste Form belober sig til c. 2 Tiendedele) til at drage sikre Slutninger deraf. Muligvis lader den sig forklare ved Adsorbtionen, idet Guldet, fældet af Bromüret, befinder sig i meget fintfordelt Tilstand.

De fundne Tal stemme omtrentlig overens med dem, der tidligere ere fundne for Vægtfylden af smeltet Guld og for Guld fældet med Jernvitriol eller med Oxalsyre.

Foruden de her fremdragne Grundstoffer gives der som bekendt flere andre, der utvivlsomt kunne optræde i allotrope Former. Fosforets Modifikationer ere berørte ovenfor. Kulstoffets forskellige Former ere undersøgte for Forbrændingsvarmen af Favre og Silbermann[1]), for Varmefylden af Bettendorff og Wüllner[2]) og for Vægtfylden og andre Forhold af flere forskellige Forskere. De fundne Tal ville findes i den nedenfor opstillede, tabellariske Oversigt. For Varmefylden variere Resultaterne med

[1]) Jahresber. der Chemie 1868, p. 136.

[2]) Ann. de chim. et de phys. 5ième série, T. 10, p. 162.

Temperaturen, idet de alle ved højere Temperaturer synes at have samme Atomvarme. Diamantens Forbrændingsvarme gav et forskelligt Resultat, eftersom der benyttedes glødet eller uglødet Diamant til Bestemmelsen.

Ogsaa Bor og Silicium kunne sandsynligvis optræde i forskellige Former, hvad der ikke blot kan formodes af Udseendet og det forskellige Forhold overfor Syrer og Iltningsmidler, men ogsaa fremgaar af Bestemmelserne af Varmefylden, der for begge Stoffer ligesom for Kulstoffets Former stiger i høj Grad med Temperaturen. En Bestemmelse af Iltningsvarmen vil for flere af Formerne af disse Stoffer sikkert frembyde ikke ringe Vanskelighed, ligesom ogsaa de krystallinske Former endnu neppe ere fremstillede i fuldkommen rén Tilstand.

Endelig er der endnu det eneste Tilfælde, i hvilket Allotropien har fundet en rationel Forklaring, nemlig det bekendte Forhold mellem Ilt og Ozon. At Ozonet er en langt mere aktiv Form end Ilten, fremgaar af mangfoldige, bekendte Reaktioner. At ogsaa Energiindholdet er større, er vist af forskellige Forskere, der dog ikke have erholdt overensstemmende Resultater. Saaledes fandt for Varmeudviklingen ved Overgangen fra Ozon til Ilt, beregnet for 1 Atom O:

Hollmann[1] . . . . . 5700^c
Berthelot[2] . . . . . 8890^c
Mulder og van der Meulen[3] 10860^c

Her indeholder altsaa den tættere Form den største Energimængde.

For at lette Oversigten over de forskellige Former hidsættes her en fuldstændig, tabellarisk Sammenstilling af deres vigtigste Egenskaber, idet jeg medtager de tidligere fundne, numeriske Data ogsaa for Kulstof og Fosfor, med Forbigaaelse af andre Egenskaber, der ere for almindeligt bekendte til at anføres her.

Tilstandsform.	Fremstillingsmaade og Dannelsestemperatur.	Iltningsvarme.	Differens.	Atom-volumen.	Atom-varme.	Andre Egenskaber.
Arsen.		(As^2, O^3)				
(α) hvidt, rhomboëdrisk	Opvarmning over 360°	1568,3 K.	$As_\alpha - As_\beta = 10{,}0$ K.	13,1	6,23	Ilter sig let i Luften.
(β) sortegraat, amorft	Sublimation og Fortætning ved c. 200°	1548,4 -	$As_\gamma - As_\alpha = 33{,}4$ K.	15,94	5,70	Holdbart i Luften.
(γ) brunt, amorft	Fældning ved almindelig Temp.	1635,0 -		15,99		Ilter sig ved Henliggen.

[1]) Jahresber. der Chemie 1868, p 136.
[2]) Ann. de chim. et de phys. 5ième série, T. 10, p. 162.
[3]) Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch., B. 15, p. 511—513.

Tilstandsform.	Fremstillingsmaade og Dannelsestemperatur.	Iltningsvarme.	Differens.	Atom-volumen.	Atom-varme.	Andre Egenskaber.
Svovl.		(S, O^2)				
(α) Rhomb., opl. i CS_2	Udkryst. af CS_2	710,8 K.	$S_\beta - S_\alpha = 6{,}4$ K.	15,9	5,47	Smelter ved 114°,5.
(β) Monoklin., opl. i CS_2	Opvarm. over 95°,6	717,2 -	$S_\gamma - S_\alpha = 9{,}1$ K.	16,1	5,91	Smelter ved 120°.
(γ) Amorft, uopl. i CS_2	Sonderdeling af S_2Cl_2	719,9 -		17,1		
Selen.		(Se, O^2)				
(α) Amorft, opl. i CS_2	Reduktion ved almindelig Temperatur	572,5 K.	$Se_\alpha - Se_\beta = 10{,}5$ K.	18,4		Intet bestemt Smeltep. Leder ikke Elektric.
(β) Monoklin., opl. i CS_2	Udkryst. af CS_2	562,0 -	$Se_\alpha - Se_\gamma = 14{,}3$ K.	17,7		
(γ) Kryst., uopl. i CS_2	Ved Opvarmn. af Se_α ell. Dekomp. af Selenk.	558,2 -		16,5		Smeltepunkt 217°. Leder Varme og Elekt.
Sølv.		(Ag^2, O)				
(α) Graat, sammenklumpet	Fældning med Cu	59,0 K.	$Ag_\beta - Ag_\alpha = 32{,}8$ K.	10,3		Grenede Former under Mikroskopet.
(β) Hvidt, glindsende	Fældning med $FeSO_4$	124,7 -		10,3		Oktaëdre og Terninger.
Guld.		$(Au^2, O^3, 3H^2O)$				
(α) Lysebrunt, sammenbagende	Af $AuCl_3$	÷ 131,9 K.	$Au_\beta - Au_\alpha = 32{,}1$ K.	10,17		
(β) Fint, mørkt Pulver	Af $AuHBr_4$	÷ 67,7 -	$Au_\gamma - Au_\alpha = 47{,}0$ K.	10,14		
(γ) Fint, metalglinds. Pulver	Af $AuBr$	÷ 37,9 -		10,00		
Fosfor.						
(α) Gult, krystallinsk			$P_\alpha - P_\beta > 100$ K.	17,0		
(β) Rødt, amorft				14,7		
Kulstof.		(C, O^2)				
(α) Amorft		965,3—969,8 K.	$C_\alpha - C_\beta = 31{,}7$—$36{,}2$ K.	6,7-8,0	2,6	
(β) Grafit		933,6 K.		5,3	2,4	
(γ) Diamant		932,4—945,5 K.		3,4	1,76	

Naar der i den fjerde Spalte er opført Differenser mellem de forskellige Formers Energiindhold, maa det, som ovenfor flere Gange berørt, fremhæves, at disse i Reglen ikke kunne gøre Fordring paa at besidde nogen stor procentisk Nøjagtighed. Et Blik paa Tallene viser nemlig, at de kun i nogle Tilfælde (Fosforets, Guldets, Sølvets og tildels Arsenets Former) naa en betydeligere Størrelse, medens de i de fleste Tilfælde ere for smaa i Sammenligning saavel med Iltningsvarmen som med Varmetoningen ved de Processer, ved hvis Hjælp de ere maalte, til at kunne bestemmes med Nøjagtighed. Dog gaar Usikkerheden neppe i noget Tilfælde saa vidt, at Differensernes Fortegn berøres deraf, saa at Bestemmelserne maa antages at være paalidelige nok til at tjene til Bedømmelse af, hvorvidt og i hvilken Retning en Varmetoning ved Overgangen mellem to Former svarer til Forandringerne i andre fysiske Forhold ved samme.

Paa en saadan nøje Forbindelse mellem Vægtfylde, Varmefylde og Forbrændingsvarme har Thomsen[1]) henledet Opmærksomheden for to Former af hvert af Stofferne: Svovl, Fosfor, Selen og Kulstof, og han udtrykker denne paa følgende Maade:

«Naar den allotrope Forandring af et Stof er ledsaget af en Varmeudvikling, har den nye Form en større Vægtfylde og en ringere Varmefylde end den oprindelige.»

Den foranstaaende Oversigt frembyder nu et større Materiale til Bedømmelse af Gyldigheden af denne Regel. Da Varmefylden endnu kun er ufuldstændigt undersøgt i de fleste Tilfælde, indskrænker jeg Omtalen til Forholdet mellem Energiindhold og Vægtfylde (Atomvolumen). Det sés da, at dette ikke i alle Tilfælde svarer til, hvad der ovenfor paa en saa klar og simpel Maade har fundet Udtryk, om end dette gælder i de fleste Tilfælde, saaledes for Svovlets, Selenets, Fosforets og rimeligvis ogsaa for Kulstoffets Former. Derimod har Guldets tre Former, trods en betydelig Forskel i Energiindholdet, omtrentlig samme Vægtfylde, og det samme gælder for Sølvets Former (og ligeledes for de to Former af Arsen (β og γ). Forholdet mellem krystallinsk og sortegraat amorft Arsen (As_α og As_β) synes endog at staa i Modstrid med Reglen, idet den ringe Varmeudvikling ved Overgangen fra den første til den sidste Form er ledsaget af en ret betydelig Forøgelse af Rumfanget. Selv om man ikke vil opstille dette som et Undtagelsestilfælde paa Grund af Usikkerheden ved Bestemmelserne, viser dette dog, at Reglen ikke lader sig vende om, saa at en Forøgelse af Rumfang (Formindskelse af Vægtfylden) altid skulde svare til en Forøgelse af Energiindholdet.

Ser man bort fra dette Undtagelsestilfælde, der maaske neppe er sikkert fastslaaet, kan den ovenfor nævnte Regel modificeres paa følgende Maade (for Forholdet mellem Rumfang og Energiindhold):

---

[1]) Therm. Unters. II, p. 282.

Naar den allotrope Ændring af et Stof er ledsaget saavel af en Varmetoning som af en Rumfangsforandring, svarer en Varmeudvikling til en Formindskelse, aldrig til en Forøgelse af Rumfanget.

Denne Regel gælder ogsaa for flere allotrope Forbindelser. For Overgangen fra Cyansyre til Cyamelid, der er ledsaget af en betydelig Kontraktion, fandt Troost og Hautefeuille[1]) en Varmeudvikling af 110^c for hvert Gram. For Overgangen fra Cyamelid til Cyanursyre fandtes en Varmeabsorbtion af 76^c pr. Gram. Denne Overgang er ved almindelig Temperatur ligeledes ledsaget af en Kontraktion, saa at der her synes at foreligge en Undtagelse fra Reglen; men dette beror, som Forff. have vist, paa den betydelige Forandring i Vægtfylde, Cyanursyren lider ved Opvarmning, saa at Anomalien kun existerer mellem 0° og 48° og er knyttet til Existensen af et Tæthedsmaximum. Det samme er Tilfældet ved Overgangen mellem glasagtig og uigennemsigtig Arsensyrling, hvorved der efter Favres Undersøgelser udvikles 1326^c pr. Gram, samtidig med at Rumfanget forøges; den glasagtige Arsensyrling har efter Troost og Hautefeuille et Maximum af Tæthed ved 4°. Overgangen fra denne til den prismatiske Form er efter Reglen ledsaget af Varmeudvikling og Kontraktion.

Om Aarsagen til denne Sammenhæng, saavel som til de allotrope Forskelligheder i det hele taget er det paa det nuværende Standpunkt af Videnskaben vanskeligt at danne sig nogen sikker begrundet Anskuelse, ligesom i det hele de Forestillinger, vi kunne danne os om de faste Stoffers molekulære Struktur, ere af en højst usikker Beskaffenhed. Ældre Theorier om disse Forhold ere efter den nu bestaaende, almindelige Opfattelse af Molekulartheorien neppe længere holdbare. Saaledes mener Berzelius i en Afhandling, betitlet: «Ueber Allotropie bei einfachen Körpern, als eine der Ursachen der Isomerie bei ihren Verbindungen»[2]), at der, som denne Titel udsiger, til de forskellige, allotrope Former af Grundstofferne hyppigt svare forskellige isomere Forbindelser saaledes, at Stoffet i fri Tilstand og i den tilsvarende Forbindelse befinder sig i samme Tilstandsform, idet Forbindelsens forskellige Former netop betinges af Grundstoffets.

Den Tanke, at Stoffet kan bevare den Tilstandsform, det besidder i fri Tilstand, naar det overføres i Forbindelser og altsaa i disse være indeholdt i allotropisk Form, er senere — i en noget anden Skikkelse — forsøgt gennemført og udførlig drøftet og begrundet særlig for Svovlets Vedkommende af Berthelot[3]) (se ovenfor p. 18). Han antager, at i Forbindelser, hvor Svovlet udgør den mere elektronegative Bestanddel (Ex. Svovlalkalimetaller), er det tilstede som rhombisk Svovl (ɔ: i samme Tilstandsform som i

[1]) Compt. rend. T. 69, p. 48.
[2]) Lieb. Ann. Bd. 49, p. 247.
[3]) «Recherches sur le soufre» i Ann. de chim. et de phys, 3ième série, T. 49, p. 430 ff.

dette), medens det i Stoffer, hvor det udgør den mere elektropositive Bestanddel (Ilter, Haloidforbindelser), findes i samme Form som i amorft, i Svovlkulstof uopløseligt Svovl, og han begrunder dette hovedsagelig derved, at Svovlet ved Sønderdeling af de forskellige Forbindelser udskilles i den Form, i hvilken det forinden skulde være indeholdt i disse; endvidere derved, at der ved Elektrolyse af Svovlbrintevand danner sig ved den positive Pol væsentligt kun opløseligt, rhombisk Svovl, ligesom ogsaa, naar Svovlet sublimeres i en Svovlbrinteatmosfære, ved Elektrolyse af Svovlsyrlingvand derimod væsentligt uopløseligt Svovl ved den negative Pol, ligesom ved Sublimation ved Nærværelse af Svovlsyrling. Bortset fra de Indvendinger mod Korrektheden af disse Iagttagelser, der med Rette ere fremførte af Cloëz[1]), kan denne Anskuelse, saalidt som den af Berzelius fremførte, neppe længere forliges med den nu for Tiden raadende Opfattelse af Forholdet mellem Atomer og Molekyler. Det maa betragtes som en Kendsgerning, at de fleste Grundstoffer, der kunne bringes i Dampform, i denne Tilstand indeholde 2 Atomer i Molekylet, Fosfor og Arsen ved lavere Temperaturer 4, Svovlet endog 6. I Opløsning har Beckmann[2]) og senere Hertz[3]) bestemt Jodets Mol til J_2, Fosforets til P_4 og Svovlets til S_8. Det tør vel anses for højst sandsynligt, at Antallet af Atomer i de faste Molekyler ikke er mindre men snarere større end i de flydende og dampformige. At nu saadanne Atomkomplexer skulde forblive uforandrede ved Stoffets Overførelse i Forbindelserne, er i og for sig lidet sandsynligt og modsiges næsten overalt, hvor Forbindelsens Damptæthed lader sig bestemme[4]).

Sér man bort fra den Forklaring, der i den nyere Tid er forsøgt overfor forskellige Isomerier ved Hjælp af stereokemiske Formler, synes der for Tiden paa Grundlag af Molekulartheorien kun to Forklaringer paa de allotrope Forhold mulige, nemlig, under Forudsætning af en Flerhed af Atomer i de faste Molekyler, at tænke sig enten et forskelligt Antal af Atomer i Molekylet (Polymeri) eller en forskellig Bindingsmaade (Bindinger af ulige Værdi i thermodynamisk Henseende) mellem Atomerne, eller mulig en Kombination af begge Forhold. At tænke sig et forskelligt Antal eller en forskellig Ordning af énsartede Molekyler, forbundne til en Art Molekyler af højere Orden, vilde føre os udenfor Atomtheoriens Grændser.

En Forklaring som den antydede er forsøgt overfor Arsenets Modifikationer af Geuther[5]). Han beregner, at Vægtfylderne af de tre Modifikationer forholde sig som 6 : 5 : 4, og antager, at Molekularvægtene forholde sig paa samme Maade. Idet han gaar

---

[1]) Compt. rend. T. 46, p. 485 og T. 47, p. 819.
[2]) Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. 5, p. 76.
[3]) Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. 6, p. 358.
[4]) Ejendommeligt er det dog, at Arsensyrlingens Formel (ligesom Antimoniltets) efter Damptætheden svarer til As_4O_6.
[5]) Lieb. Ann. Bd. 240, p. 265.

ud fra et Arsen-Atom med 5 Valenser, opstiller han da Formler for de tre Modifikationer, henholdsvis som $(As_6)_2$, $(As_4 + As_6)$ og $(As_4)_2$, med Atomerne forbundne paa forskellig Maade med enkelte og dobbelte Bindinger. Bortsét fra, at Vægtfylden for det amorfe, fældede Arsen efter Geuthers Bestemmelse er c. 1 Enhed for lav (se ovenfor p. 15), er den anførte Antagelse ganske vilkaarlig. Vi vide endnu intet sikkert om noget bestemt Forhold mellem faste Stoffers Vægtfylde og deres Molekularvægt — kun saameget synes sikkert, at de ikke som for Luftarterne ere ligefrem proportionale. Spekulationer paa Grundlag heraf — tilmed uden Hensyn til andre Forhold — ere følgelig ganske betydningsløse.

Paa et langt bredere Grundlag hvile de af Wilson[1]) og af Schröder[2]) opstillede Theorier. Begge disse Forfattere søge paa forskellig Maade et Udtryk for de faste Stoffers Molekularvolumen, der kan tjene til Beregningen af samme, og de anføre begge et betydeligt Antal Tilfælde, i hvilke de af dem beregnede Værdier stemme nøje overens med de fundne. Ved Hjælp heraf danne de sig atter en Forestilling om Molekularvægten af Stofferne i fast Form (eller i alt Fald en Minimumsværdi for denne) og anvende dette bl. a. paa de allotrope Former af enkelte Grundstoffer. Efter Schröder forholde saaledes Antallet af Atomer i Molekylet i det krystallinske og amorfe Arsen sig som 6 : 5 (ligesom efter Geuthers Antagelse); Wilson angiver

For Diamant	C_9
— Grafit	C_6
— Amorft Kul	C_5
— Kryst. Silicium	Si_6
— Amorft Silicium	Si_5
— Rødt Fosfor	P_7
— Gult Fosfor	P_6

Begge Forfatteres Theorier ere dog byggede paa ret vilkaarlige Antagelser. Ved Bedømmelsen af de allotrope Formers Molekylstørrelse tage de desuden ensidigt kun Hensyn til Vægtfylden, medens Forskellen i andre fysiske Forhold, særligt Energimængden ikke kommer i Betragtning.

Naar jeg her til Slutning drister mig til at antyde en Maade, paa hvilken dette kunde finde Sted, er det med klar Bevidsthed om, at der foreløbigt ikke kan være Tale om andet end et Fingerpeg i den Retning, ad hvilken en Løsning af Spørgsmaalet maaske

[1]) Journ. of the chem. soc. Vol. 42, p. 275.

[2]) Wiedemanns Ann. Bd. 4, p. 435; Ber. d. d. chem. Gesellsch. Bd. 9, p. 1888 og Bd. 11, p. 1109 og 1142.

kunde søges, og om, at enhver Beregning af den absolute eller af den relative Molekularvægt eller Opstilling af Formler vilde være forhastet.

Et Blik paa den fjerde og femte Spalte af den p. 42—43 opstillede Oversigt viser, at de forskellige Tilfælde af Allotropi lade sig inddele i tre Grupper:

I. Varmeudviklingen ved Overgangen er ikke betydelig og ledsaget af en Kontraktion. Hertil hører alle Modifikationer af Svovl og Selen (og muligvis Forholdet mellem Diamant og Grafit, forsaavidt som man tør antage, at Overgangen er ledsaget af en Varmeudvikling).

Det er selvfølgelig i høj Grad sandsynligt, at Molekularvægten voxer med Tætheden, om end vi endnu ikke vide, hvorvidt og paa hvilken Maade hin kan opfattes som en Funktion af denne. Vi antage altsaa, at de tættere (og mindre aktive) Former indeholde flere Atomer i Molekylet end de mindre tætte. Hvis endvidere Atomerne i frit Svovl og Selen optræde med samme Bindingsevne, samme Antal af Affinitetsenheder («divalente») som i de Forbindelser, i hvilke de optræde med lavest Valens, kan dette ikke godt tænkes paa anden Maade end ved en ringformig Sammenknytning med ensartede (enkelte) Bindinger, hvor man da let kan tænke sig en Forøgelse af Leddenes (Atomernes) Antal. Dette støttes ogsaa af Energidifferenserne. Polymere Stoffer af samme Art og med énsartede Bindinger ville vise en vis, ikke betydelig Forskel i Iltningsvarmen, beregnet for 1 Atom (eller 1 Atomgruppe). Sættes nemlig denne for et isoleret Atom lig a, Varmeværdien for en Binding mellem to Atomer lig v, vil Iltningsvarmen for 1 Molekyle med n Atomer blive $na-(n-1)v$ og for 1 Atom $a-\frac{n-1}{n}v$, hvilken Størrelse aftager (naar v er positiv), naar n voxer. Denne Betragtning er allerede fremført af Thomsen for Forbrændingsvarmen af Olefinerne og for disse paavist experimentelt[1]).

Forklaringen paa denne Gruppe af allotrope Former kunde altsaa kortelig udtrykkes saaledes: Polymeri med énsartede Bindinger mellem Atomerne.

II. Varmeudviklingen ved Overgangen er betydelig og ledsaget af en Kontraktion eller uden Hensyn til Størrelsen ledsaget af en Rumfangsforøgelse. Hertil hører Fosforets og Arsenets Modifikationer (undtagen Overgangen mellem de to amorfe Former af Arsen) samt maaske Overgangen fra Grafit (og Diamant) til amorft Kulstof.

Naar Varmeudviklingen er betydelig eller naar den er ledsaget af en Rumfangsforøgelse, kan Forholdet neppe forklares ved Antagelse af Overgangen til en højere polymer Form med énsartede Bindinger. Den store Varmeudvikling, der sikkert finder Sted ved

[1]) Therm. Unters. IV, p. 399.

Overgangen fra det tættere Ozon til Ilt, er uden Tvivl begrundet i, at Varmeudviklingen ved Dannelsen af en «Dobbeltbinding» i almindelig Ilt er betydelig større end for to «Enkeltbindinger» i Ozonet. Antages det frie Arsen og Fosfor at indeholde trivalente Atomer, kan der ganske vist tænkes et hvilketsomhelst Antal af Atomer med énsartede Bindinger, naar Atomernes Antal er lige, men der er ingen Nødvendighed for lutter saadanne; et forskelligt, ulige Antal af Atomer kan derimod kun tænkes med forskelligartede (enkelte og dobbelte) Bindinger, der da rimeligvis have forskellig Værdi i thermodynamisk Henseende.

Der er her ingen Grund til at antage, at netop den tættere Form indeholder Bindinger, for hvilke Summen af Varmeværdierne, divideret med Antallet af Atomer, er større end for den mindre tætte. Dette maa antages at være Tilfældet for de to Fosformodifikationer og for As_γ i Forhold til As_α, hvorimod Forholdet mellem As_α og As_β sandsynligvis er omvendt.

Forklaringen paa Allotropierne bliver da her i Almindelighed følgende: Polymeri med uénsartede Bindinger mellem Atomerne.

III. Varmetoningen er ikke ledsaget af en Rumfangsforandring. Dette gælder for Guldets og for de to med Sikkerhed fastslaaede Modifikationer af Sølv (α og β), rimeligvis ogsaa for As_β og As_γ. Naar Rumfanget forbliver uforandret, har dette muligvis sin Grund i, at det samme er Tilfældet med Molekularvægten. Hvis Sølv og Guld i fri Tilstand optræde monovalente, kan et større Antal end to Atomer i Molekylet heller ikke forklares ud fra den almindelige Valenstheori. Men med Antagelsen af en enkelt Bindingsart bliver Tilværelsen af allotrope Former dermed ogsaa vanskeligt forklarlig. Det maa da antages, at Formerne med samme Antal af Atomer i Molekylet have uligeartede Bindinger, saa at Forholdet her paa en vis Maade svarer til Forholdet mellem egentligt isomere Stoffer; disse have, som bekendt, kun samme Forbrændingsvarme, naar Arten og Antallet af Bindinger er den samme[1]).

Jeg er ikke blind for de Indvendinger, der med Rette kunde rejses mod hele denne Betragtningsmaade; saaledes er f. Ex. Adskillelsen mellem «ikke betydelig» og «betydelig» Varmeudvikling vilkaarlig og ubestemt. Betragtningen er da ingen Forklaring af Allotropierne, men kun Antydningen af en Mulighed for en saadan. Den stiller de naturligt sammenhørende Stoffer sammen og antyder for disse Muligheden af en énsartet Forklaringsmaade, der ikke kommer i Strid med Erfaringen.

[1]) Therm. Unters. IV, p. 399.

En virkelig Besvarelse af Spørgsmaalet vil neppe være mulig, saalænge vi savne Methoder til Bestemmelse af faste Stoffers Molekularvægt. Kendte man denne for to allotrope Former af samme Stof med lutter énsartede Bindinger, vilde man af Iltningsvarmen kunde beregne Varmetoningen for Iltningen af det isolerede Atom, saavel som for Bindingen mellem Atomerne, og den nøjagtige Bestemmelse af de allotrope Formers Iltningsvarme vilde derved faa en særlig Betydning.

Løsningen af disse Problemer er da Fremtiden forbeholdt.

De experimentelle Undersøgelser i nærværende Afhandling ere udførte i Universitetets kemiske Laboratorium, hvis Bestyrer, Hr. Prof., Dr. phil. & med. J. Thomsen ogsaa ved denne Lejlighed har muliggjort mig Arbejdet ved stor Velvilje og Imødekommenhed, for hvilket jeg herved bringer min hjerteligste Tak.

Familien Podostemaceae.

Studier

af

Dr. **Eug. Warming,**
Professor ved Kjøbenhavns Universitet.

Afhandling IV.

1. *Hydrostachys imbricata* A. Jussieu; 2. *Sphærothylax Abyssinica* (Weddell); 3. *Dicræa apicata* Tulasne; 4. *Lawia foliosa* (Wight); 5. *Lawia Zeylanica* (Gardn.) Tulasne; 6. *Podostemon (Hydrobryum) olivaceus* (Gardn.).

Med c. 185 mest af Forfatteren tegnede Figurer i 34 Grupper.

Avec un résumé et une explication des figures en français.

Vidensk. Selsk. Skrifter, 6. Række, naturvidenskabelig og mathematisk Afd. VII. 4.

Kjøbenhavn.

Bianco Lunos Kgl. Hof-Bogtrykkeri (F. Dreyer).

1891.

1. *Hydrostachys imbricata* A. Jussieu.

Det i Spiritus nedlagte Materiale, der har været Grundlag for efterfølgende Undersøgelse, har jeg for flere Aar siden modtaget fra Hr. Thiselton Dyer, Direktøren for Kew Gardens. Det er samlet ved Antananarivo paa Madagascar af Dr. Parker.

I min Bearbejdelse af Familien Podostemaceæ i Engler og Prantls «Natürl. Pflanzenfamilien» sluttede jeg mig til den systematiske Stilling, som man almindelig giver Slægten *Hydrostachys*, idet den anbringes i Familien Podostemaceæ, hvor Ad. Jussieu først har stillet den; men jeg udtalte, at medens alle de øvrige Slægter ere saa nøje sammenknyttede, at de lade sig indordne i een Udviklingsrække, er *Hydrostachys* saa afvigende, at den ikke blot bør staa i en egen Underfamilie, hvad den ogsaa hidtil har gjort[1]), men rimeligvis endogsaa bør danne en egen Familie. Jeg kjendte den Gang ikke Hunblomsten, og vovede ikke at udtale mig nærmere; efter at jeg nu imidlertid senere ved Hr. Thiselton Dyers Velvillie havde faaet denne undersøgt, har jeg i en lille Notits, «Note sur le genre Hydrostachys»[2]) udtalt mig bestemtere for, at denne Slægt bør have sin Plads i en egen, lille Familie, som maaske ikke engang er saa særdeles nær beslægtet med Podostemaceerne.

Denne «Note» meddeles nu her i en udførligere Skikkelse og navnlig forsynet med Figurer. Under Henvisning til disse og til Tulasnes og Delesserts[3]) Arbejder gjør jeg min Text meget kortfattet.

1. Stænglen er et kort, tykt, omtrent halvkugleformet, kjødfuldt Legeme, der sidder fast paa Underlaget ved en til dette sig nøje sluttende, bred Flade [Fig. 1, 1 og

---

[1]) Weddell har i De Candolles Prodromus 2 Subordines: *Podostemoneæ* og *Hydrostachyeæ*; ligeledes har Tulasne i sin «Monographia Podostemacearum» 2 Tribus: *Eupodostemeæ* og *Hydrostachyeæ*.

[2]) Danske Videnskab. Selskabs Oversigt, 1891.

[3]) Delessert, Icones selectæ plantarum. Vol. III. 1837.

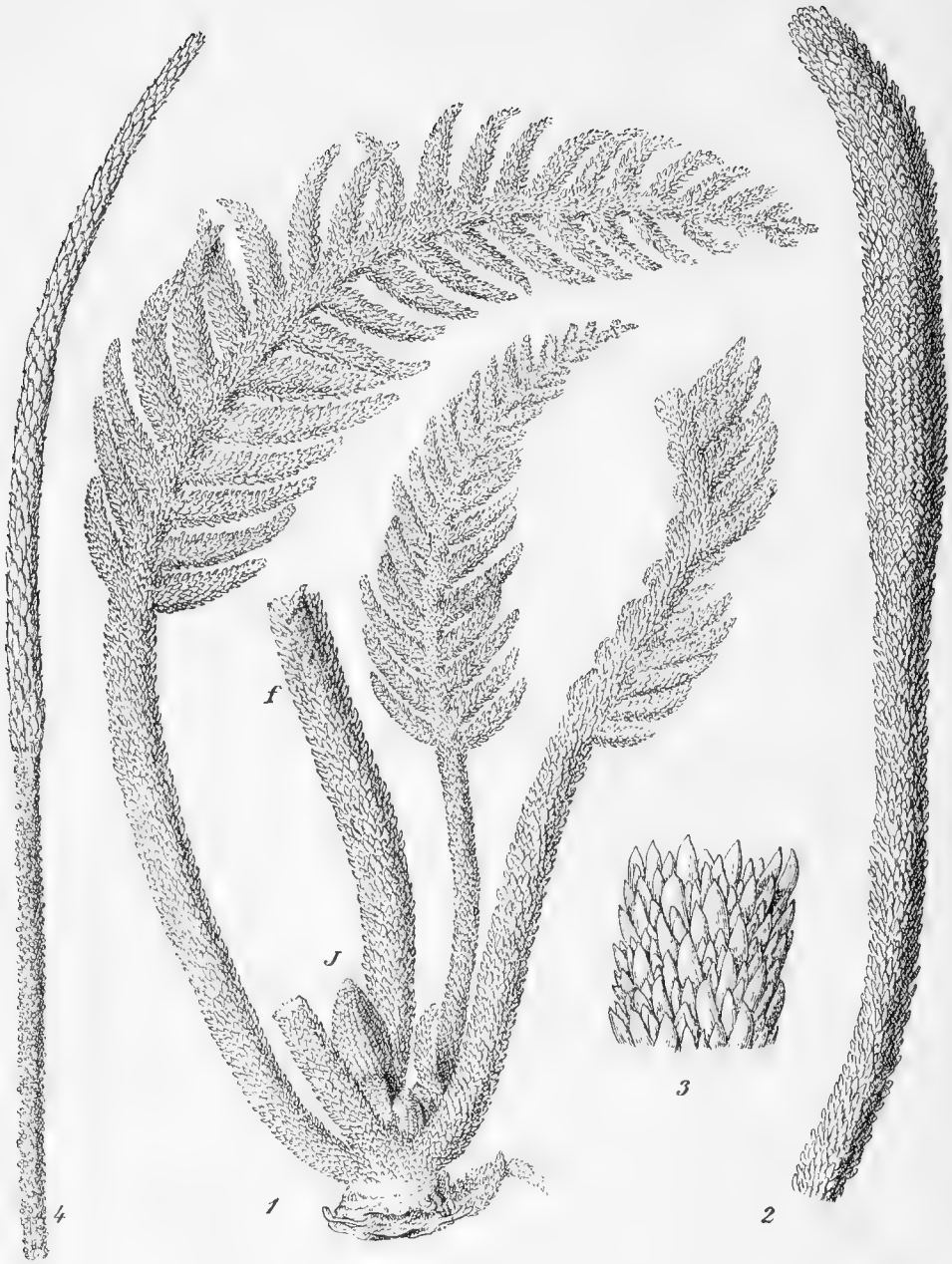


Fig. 1. *Hydrostachys imbricata.*

1. Del af et Skud, lidt formindsket (c. 3/4); *f*, et Blad. *J*, en ung Blomsterstand. — 2. ♂-Blomsterstand, lidt formindsket. — 3. Et Stykke af sammes Skaft, forstørret (c. 3/1). — 4. ♀-Blomsterstand, lidt formindsket.

Fig. 5, 6]. Hulheder findes ofte i den, sandsynligvis fremkaldte ved Vanddyr. Paa ældre Skud sees talrige, ikke synderlig tykke Rødder udgaa fra Stængelens Periferi. Om Stængelens Forgrening kan jeg Intet meddele; den synes slet ikke at være dorsiventral eller i sin Forgrening at ligne Podostemaceernes.

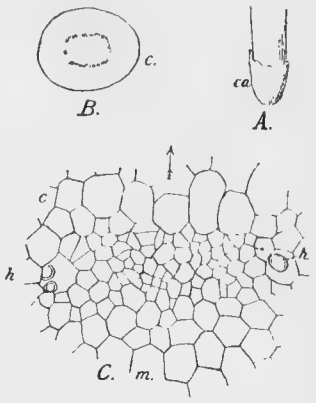


Fig. 2. *Hydrostachys imbricata.* *A*, Rodspids med Rodhætte (*ca*). *B*, Rodtværsnit; *c*, Centralcylinderen, i hvilken Vedstrængene ere angivne ved mørkere Prikker. *C*, et Parti af Centralcylinderens Periferi med de ledende Væv; *h—h* Hadrom; *m*, Marven; Pilen viser mod Periferien.

2. Rødderne ere polyarche [Fig. 2, *B*]. Centralcylinderen bestaaer næsten alene af meget langstrakte og tyndvæggede Celler, i hvis Periferi man med nogen Vanskelighed opdager en Del Hadromstrænge, antydede ved Ringe af snævre Kar, som ligge isolerede, ofte i schizogene Hulheder [Fig. 2, *C*]. Længdesnit vise, at Karrene ere stærkt strakte, saa at Ringene ere trukne fra hverandre. Disse Hadromstrænge ere indlejrede i et Cellevæv, hvis Masker ere noget snævrere end det indenfor og udenfor liggende, men tydelige Leptomstrænge sees ikke, lige saa lidt som Endodermis og Pericykle [Fig. 2, *C*]. Tykkelsevæxt af disse Rødder har jeg ikke bemærket.

3. Bladene staa efter Tulasne i 2 Rækker paa de unge Skud, men i anden Skruestilling hos de ældre, — hvilken, kan jeg ikke sige. De staa paa mine Exemplarer alle i Roset. De nederst paa et Skud staaende ere mindre, enkelte og liniedannede; de senere faa stadig talrigere Afsnit samtidig med, at de blive kraftigere [se de 3 Blade paa Fig. 5, 6]. Den kraftige indtil 20 Cm. lange, trinde Stilk breder sig forneden lidt ud til Siderne i en flad, lidt skedeformet, indvendig glat Fod, der dog ikke fatter meget om Stængelen [se det afskaarne Blad (nederste *f*) paa Fig. 5, 6]. Nogen Stipeldannelse har jeg ikke kunnet finde. Pladen bliver i det mindste indtil 36 Cm. lang, er fjersnitdelt med opad i Størrelse aftagende Afsnit. Disse staa hverken konstant lige overfor hverandre eller konstant alternerende, men Alternation er dog aabenbart Regel [Fig. 1, 1 og Fig. 5, 1 og 6]. Hele Bladet har vistnok Spidsevæxt, hvad jeg dog ikke har kunnet undersøge tilstrækkeligt. Saavel Stilk som Plade ere besatte med utallige, smaa, uden Orden stillede Vedhæng (Emergenser), der have forskjellig Størrelse og Form; i Almindelighed ere de halvkugle- eller kegleformede paa Stilken, fladere paa Pladerne [Fig. 4, *B*]; de, der staa paa disses Rachis, ere tildels større end de, der staa paa Afsnittene [Fig. 5, 1]. Forskjel mellem Bladenes Over- og Underside er der næppe, og disse Vedhæng, der rimeligvis ligesom lignende Legemer hos flere Podostemaceer tjene til at forøge den assimilerende Flades Udstrækning, staa

paa Bladafsnittene ligelig ud til alle Sider [Fig. 5, 2]. De ere dannede af store, klare Celler med ingen eller kun faa Chlorofylkorn; kun i deres Periferi er der under Epidermis et Lag af smaa, stærkt chlorofylførende Celler [Fig. 3, *A*]. Stivelse har jeg ikke bemærket. Smaa Bladafsnit kunne være helt bedækkede med disse Emergenser, saa at deres Overflade ikke sees; undertiden sees der paa saadanne en større, endestillet Emergens [Fig. 3, *B*].

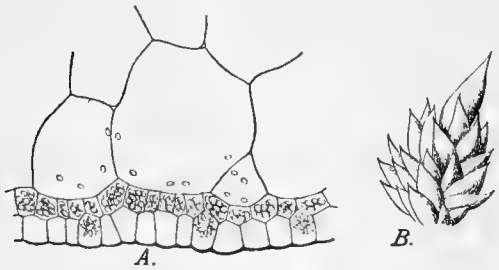


Fig. 3. *Hydrostachys imbricata.* *A*, Tværsnit gjennem en Blad-Emergens. *B*, et ungt Bladafsnit, besat med Emergenser.

Bladets Anatomi frembyder forøvrigt ikke megen Interesse. Hovedsagelig er det i alle sine Dele bygget af et storcellet og tyndvægget Parenchym uden eller med meget faa og smaa Intercellular-Rum, og har et stort Antal Karstrænge stillede uden Orden, hvad f. Ex. hosstaaende Billede af et Tværsnit gjennem Bladstilken viser [Fig. 4, *A*].

Disse Karstrænge ere ligesom Rodens Centralcylinder overvejende dannede af lange, tyndvæggede Celler med vandrette eller svagt hældende Endevægge. Sirør har jeg ikke fundet, men i de fleste Tilfælde er der, ligesom i Roden, et eller flere udtrukne og sønderrevne Ringkar. I Fig. 4, *C* sees ingen Kar, men paa Hadromets Plads er der en Lakune. Paa Leptomsiden er Karstrængen omgiven af kollenchymatisk Væv, der kan gaa længere omkring Strængen, end Figuren viser. Talrige Krystaldruser af Calciumoxalat med meget spidse Takker findes i Cellerne nærmest op til Strængene [Fig. 4, *C* og ligeledes antydede ved de fine Prikker i Fig. 4, *A*]. Enkelte lignende findes spredt i Grundvævet.

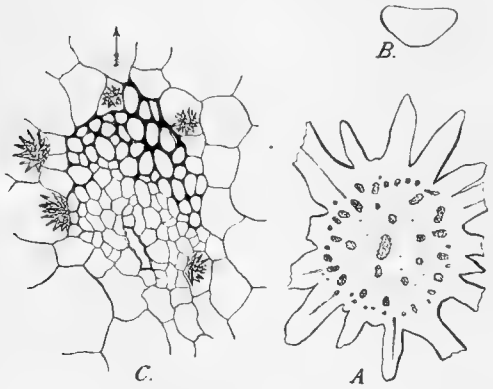


Fig. 4. *Hydrostachys imbricata.* *A*, Tværsnit gjennem Bladstilk. Karstrænge gaa ud i Emergenserne. *B*, Tværsnit af Emergens. *C*, Tværsnit af en Karstræng; Pilen peger mod Periferien.

Emergenserne pleje at modtage en eller nogle faa Ledningsstrænge hver [Fig. 4, *A*], dannede af nogle langstrakte Elementer; Kar ere ikke fundne.

4. Blomsterstandene. Et gammelt Skud kan bære en stor Mængde Stande, af hvilke de midterste tydeligt kunne fremtræde som de største og ældste, medens de

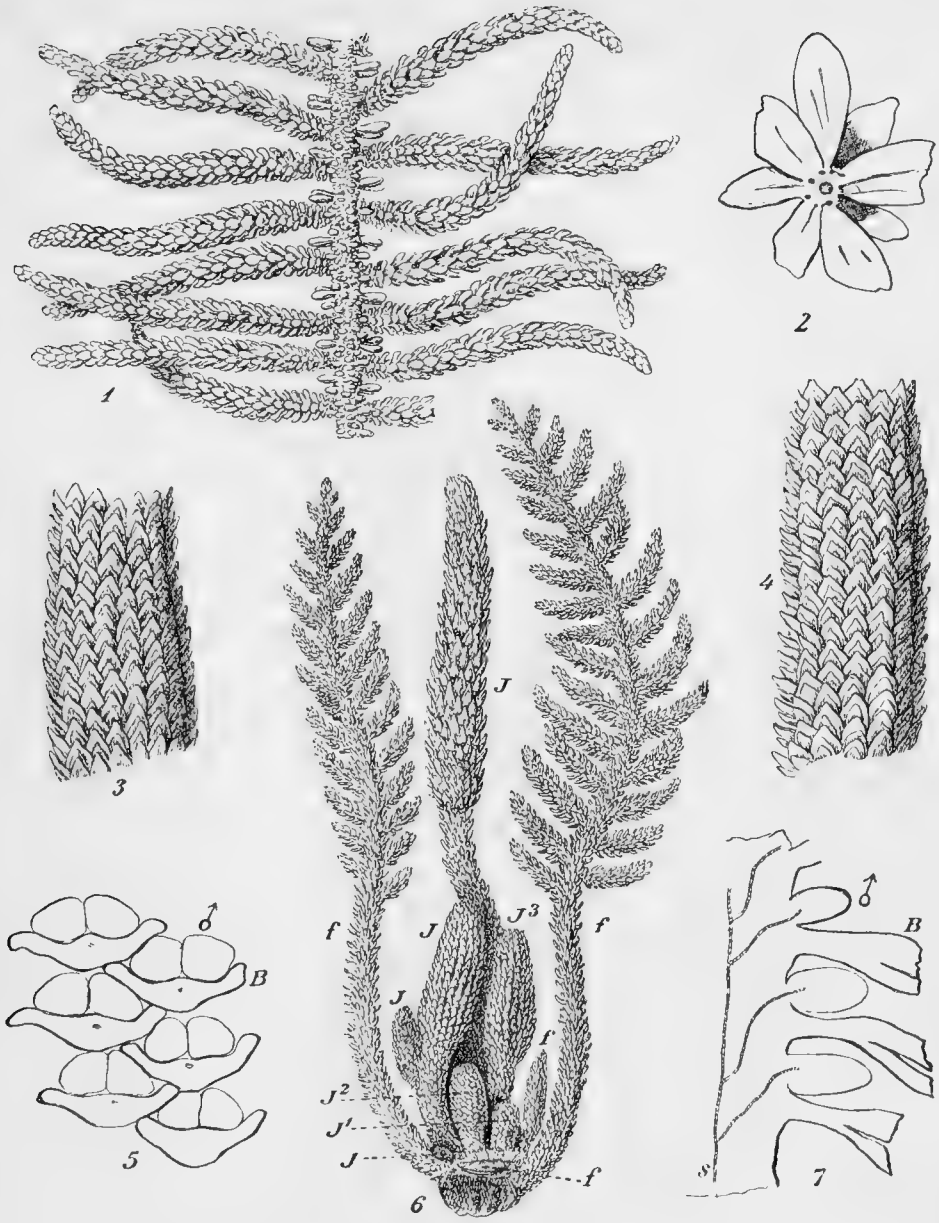


Fig. 5. *Hydrostachys imbricata.*

1. Del af et Blad, lidt formindsket. 2. Tværsnit af Rachis af et Blad. 3 og 4. Dele af et ♂-Ax, forstørrede (c. $^2/_1$). 5. Af et tangentialt Længdesnit gjennem et ♂-Ax, der viser 6 Bracteæ (*B*) og Blomsterne indenfor dem. 6. Et lille Skud, lidt formindsket; *f*, Blade. *J*, ♂-Blomsterstande. 7. Radialt Længdesnit gjennem et ♂-Ax; fra Lednings-Strængen *s* i Axen udgaa Strænge til ♂-Blomsterne, men endnu ere Strænge til Bracteæ (*B*) ikke anlagte. Karrene ere Skruekar med uregelmæssigt stillede Ringe.

andre staa udenom dem og mere eller mindre tydeligt i Zigzag i Bladaxlerne; i hver Zigzagrække ere Blomsterstandene desto yngre, jo mere yderligt de staa [Fig. 5, 6; Fig. 1, 1];

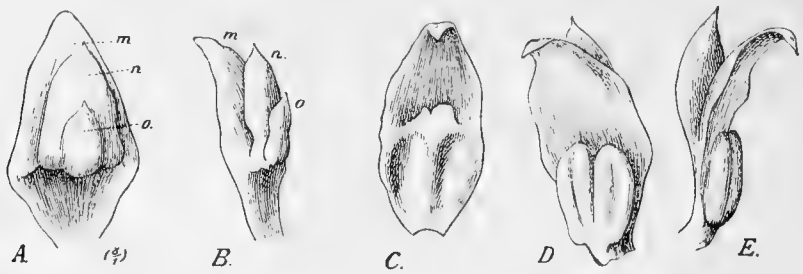


Fig. 6. *Hydrostachys imbricata* (8/1). *A—C*, samme Bracte seet bagfra (*A*), fra Siden (*B*) og forfra (*C*), efter at Hanblomsten er fjernet; *m*, *n* og *o* ere de 3 Flige. *D* og *E*, en Bracte med Hanblomst, forfra og fra Siden.

om vi her have zigzagstillede, accessoriske Axelknopper eller en svikkelformet Forgrening, veed jeg ikke.

Hver Blomsterstand er et langstilket Ax med 14—18 Rækker af Højblade i Hanblomsterstanden [Fig. 5, 6, 3, 4; Fig. 1, 1 og 2], færre (11—13) i Hunblomsterstanden [Fig. 1, 4]. Højbladene ere kransstillede (7—9 i hver Krans i Han-Axet), men ikke strængt regelmæssigt [Fig. 5, 4]; Tallet af Rækker er ikke altid det samme overalt i den enkelte Stand; se f. Eks. Fig. 5, 3, hvor der sees 8 Rækker forneden, men 7 foroven, idet en af de midterste Rækker foroven hører op.

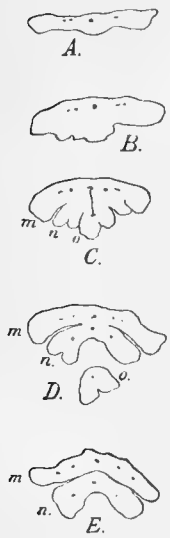


Fig. 7. *Hydrostachys imbricata.*

Medens Axenes Stilke ere besatte med lignende, uordentlige og ulige store, men paa ♂- og ♀-Axet noget forskjellige, Emergenser som Bladene [Fig. 5, 6; Fig. 1, 1, 2, 4 og navnlig 3], bærer selve Axet ikke saadanne. Han- og Hunaxene ere ogsaa forskjellige i Henseende til Højbladenes Former. I Hanaxet har hvert Højblad en nederste tynd Del og en øverste tykkere, der er delt i 2—3 Flige ved Indsnit, som gaa parallele med Bladfladen [Fig. 5, 3, 4, 7 og Fig. 6]. Af disse Flige er den øverste den største, den underste den mindste [Fig. 6, *A*, *B*]. I den tynde nedre Del af Højbladet er der 3—5 Ledning-Strænge, der dele sig og afgive Grene til alle tre Flige, saaledes som hosstaaende Fig. 7, *A—E* vise, der ere en Serie Tværsnit fra Basis ud mod Spidsen af eet Højblad.

I ♀-Axet ere Bracteerne anderledes formede, nemlig mere baadformet hule, udelte, men foroven paa Rygsiden forsynede med halvkugleformede Emergenser af forskjellig Størrelse og med forskjellig

Ordning [Fig. 8]. Tulasne's Beskrivelse afviger herfra, idet han skriver: «bracteæ .... appendicibus s. verrucis prorsus (etiam juniores) destitutæ». Der gaaer indtil 5 Ledningsstrænge ud i dem, men de ere ikke meget tydelige og rage navnlig ikke frem paa det i Sprit lagte Materiale. Hos *Hydrostachys verrucosa* ere de hule Bracteæ paa Ryggen ligeledes forsynede med smaa Vorter, men disse ere talrigere og gaa længere ned.

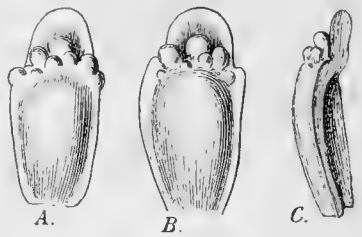


Fig. 8. *Hydrostachys imbricata.* Bracteer af ♀-Ax.

Hvad Blomsterstandens Anatomi angaaer, kan bemærkes, at der er en væsentlig Overensstemmelse mellem den og Bladstilkens, idet der paa Tværsnittet sees en Mængde Lednings-Strænge uden Tykkelsevæxt, spredte i et ensartet, klart, meget tyndvægget Parenchym uden Intercellularer, men med spidstakkede Druser hist og her, og ligeledes især samlede om Lednings-Strængene [Fig. 9, *B*]. Der er dog den Afvigelse fra Bladets Stilk og Rachis, at der i Blomsterstandens Stilk findes en stærkt fremtrædende Ring af større, paa Tværsnit ægdannede Strænge, der i Antal omtrent svare til Rækkerne af Bracteæ, indenfor og udenfor hvilken Ring der er

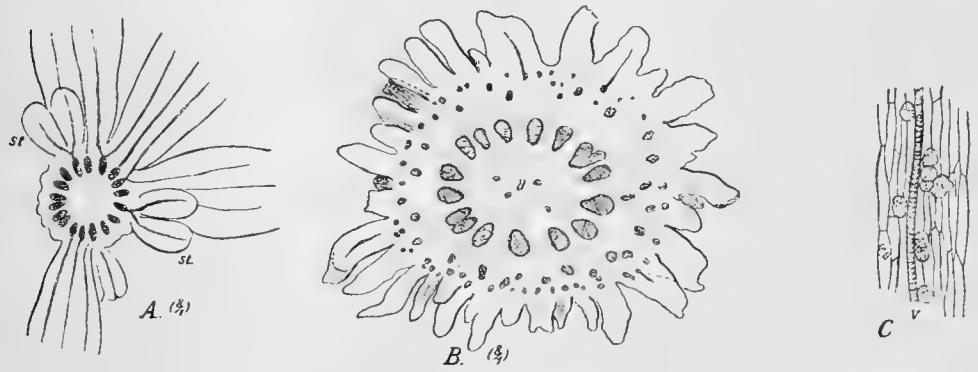


Fig. 9. *Hydrostachys imbricata.*
A, Tværsnit gjennem Axen (Rachis) i et Han-Ax; *st*, Hanblomst. *B*, Tværsnit gjennem Skaftet af en Hanblomsterstand. *C*, en Ledningsstræng i en Bracté.

mange smaa Strænge, som sende Grene ud i Emergenserne [Fig. 9, *B*]. I den blomsterbærende Del af Axet mangle disse smaa Strænge [Fig. 9, *A*].

Selve Ledningsstrængene vise sig paa Tværsnit dannede af snevre, uregelmæssige Elementer, der synes at være næsten ens; dog ere de, der ligge paa Siderne af Midten, ofte ogsaa de, der ligge tværs over Midten, samt ogsaa andre hele Omkredsen rundt noget kollenchymatisk lysbrydende, medens de, der ligge paa Veddets og Blodbastens Plads, ere noget snævrere og meget tyndvæggede. I store Strænge kan der undertiden i Veddelen sees en

Hulhed lig de schizogene Gange, der kunne findes i Bladene, og her har jeg kunnet finde Rester af Ringkar. Paa Længdesnit kunne saadanne ogsaa findes [Fig. 10 og Fig. 9, *C*]. Disse Kar ere de eneste tydeligt udprægede Elementer blandt de langstrakte og tyndvæggede, som danne Strængenes Hovedmasse. Sirør har jeg ikke fundet. Foruden de store spidstakkede Druser findes ogsaa smaa og afrundede i mindre Celler [Fig. 10]. De smaa periferiske Strænge have forholdsvis flere kollenchymatisk fortykkede Elementer end de store.

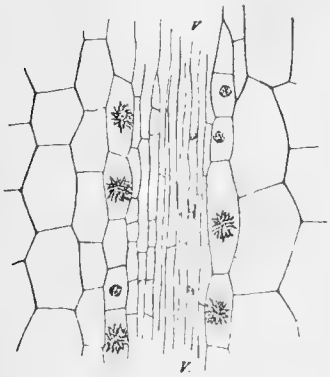


Fig. 10. *Hydrostachys imbricata.* Længdesnit gjennem en Ledningsstræng i en Blomsterstands Axe; *v—v*, et Ringkar.

De assimilerende Emergenser paa Skaftet, der paa Hanaxet ere større og taglagte, paa Hunaxet derimod smaa Vorter, have, naar de ere store, en tynd Ledningsstræng i deres storcellede, klare Parenchym [Fig. 9, *B*]. Chlorofyl findes i Cellelaget strax under Overhuden.

Bracteernes Anatomi. De tynde Strænge, der gaa ind i dem, bestaa væsentlig af enkelte Ringkar, om hvilke mange Sfæriter ofte findes lejrede [Fig. 9, *A*]. Det tydeligt afsatte, chlorofylførende Cellelag findes ikke, men iøvrigt ligne de Emergenserne.

Hanblomsten [Fig. 11]. Indenfor hver Bracté findes der efter den gængse Opfattelse en 1-hannet, nøgen Blomst, hvis Knap vender nedad mod Bracteen. Støvdrageren er imidlertid dybt delt i to Dele, hver med en 2-rummet Støvknap [Fig. 11, *B*, *C*; 12, *A*]. Til hver Støvdrager udgaaer fra Axen een Ledningsstræng, der allerede inde i Axen deler sig og sender en Gren ud i hver Knap [Fig. 9, *A*]. Jeg er tilbøjelig til at betragte hver saadan, tvedelt Støvdrager som dannet i Virkeligheden af 2 Blade, hvorved der bliver fuldkommen Overensstemmelse mellem Han- og Hunblomstens Diagram.

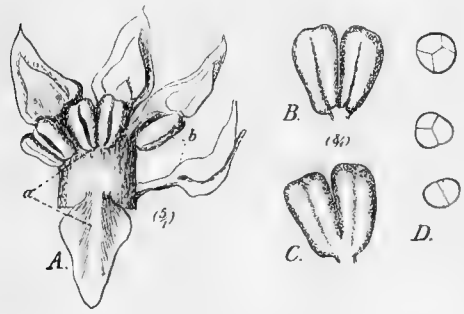


Fig. 11. *Hydrostachys imbricata.* *A*, Stykke af en Hanblomsterstand. To Hanblomster med deres tilhørende Bracteer ere betegnede *a* og *b*. *B* og *C*, en Hanblomst seet nedenfra og ovenfra. *D*, Pollen.

Hanblomsten rykker ofte højt op over Bracteen [Fig. 11, *A*][1]). Antherens Bygning sees af Fig. 12. Udfor Skillevæggen mellem de to Rum ere Overhudens Celler meget høje

[1]) Buchenau har anført det samme om *Hydrostachys Rutenbergii.* Se Reliquiæ Rutenbergianæ, Abhandl. d. naturw. Ver. Bremen, X, p. 375. Han har ogsaa afbildet det, men Figuren viser Antheren lige under Grunden af en ovenoverstaaende Bracté, medens den sikkerlig bør sidde lidt til Siden for en saadan.

[Fig. 12, *C*]. Der er kun 1 Lag fibrøse Celler, som dog ikke gaaer helt rundt, men er afbrudt saavel paa Rygsiden som ud for Skillevæggen, hvor Opspringningen finder Sted [Fig. 12, *A*, *C*, *D*]. Pollenkornene ere omtrent kuglerunde, men dannede af 4 i Tetradeform eller paa anden Vis forenede Celler. De ere glatte [Fig. 11, *D*; Fig. 12].

Hunblomsten. Diagrammet sees Fig. 13, *A*. Indenfor hver Bracté sidder en ustilket Støvvej, med aflang, noget sammentrykt-afrundet Frugtknude og 2 liniedannede, trinde, butte Griffler, som ere befæstede nedenfor Spidsen paa den mod Axen vendte Side [Fig. 13, *C* forfra, og *D*, bagfra). Paa den mod Axen vendende Side er der en stærkere Fure end paa den modsatte [Fig. *A*, *D*]. Griflerne rage frem over Bracteerne [Fig. 1, 4]; de ere glatte; kun det yderste Cellelag er et Slags Epithel af højere Celler, der hvælve sig lidt frem, men egentlige Arpapiller mangle [Fig. 15, *F*].

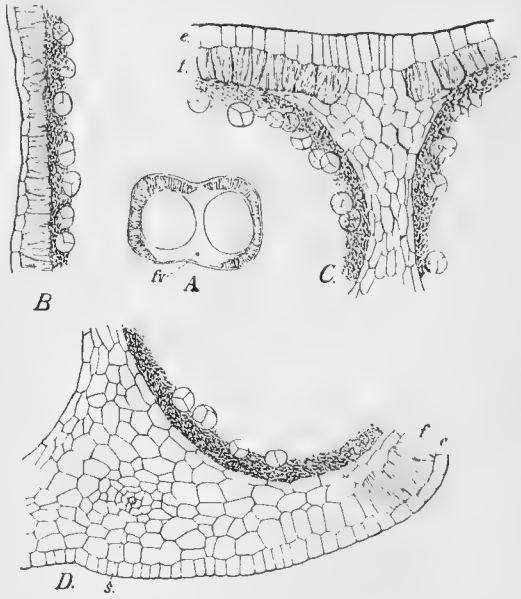


Fig. 12. *Hydrostachys imbricata.* Antherens Bygning.

Frugtknudens Bygning sees Fig. 13, *A*. Dens Væg har følgende Bygning. Ydersidens Overhud er dannet af Parenchymceller, der sete fra Fladen ere polygonale [Fig. 14, *D*], paa Tvær- og Længdesnit temmelig stærkt radialt strakte [Fig. 14, *Ee* i *A* og *B*]. Indersidens Overhuds-Celler ere snævre, nærmest prosenchymatiske, men ialtfald i Frugtknuden ikke videre stærkt fortykkede (Fig. 14, *C*; den modne Frugt kjender jeg ikke). Dette Lag (*Ei*) sees i Tværsnit Fig. 14, *A*, i Længdesnit Fig. 14, *B*, samt en face, indenfra, Fig. 14, *C*. Det strax indenfor dette Lag følgende Cellelag er dannet af store, tyndvæggede Celler, svagt strakte i radiær Retning, nærmest en Slags Palissadeceller, der ligeledes ere svagt fortykkede i Frugtknuden. [I Tværsnit af Frugtknuden: *s*, Fig. 14, *A*; i Længdesnit: *s*, Fig. 14, *B*]. Resten af Væggen er et tyndvægget Parenchym med smaa Intercellulærrum. Det anførte gjælder

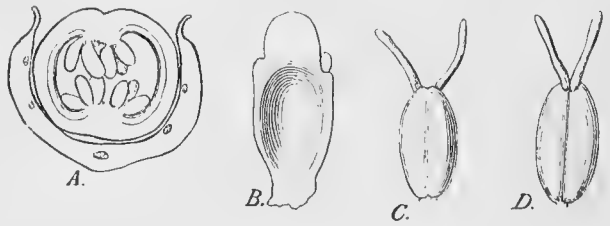


Fig. 13. *Hydrostachys imbricata.* Diagram og Dele af ♀-Blomst.

kun Frugtknudens, ikke Frugtens Væg. Ledningsstrænge mangle eller findes kun antydede i den allernederste Del.

Æggene ere anatrope med meget kort Funiculus uden Ledningsstræng [Fig. 15, *D*].

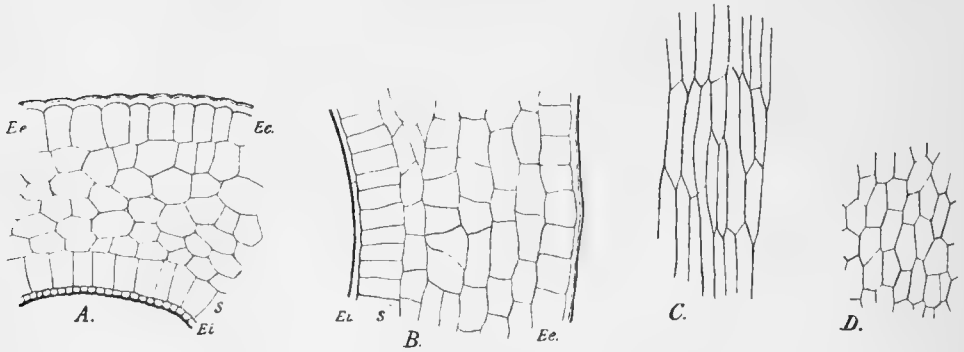


Fig. 14. *Hydrostachys imbricata.* Ovarium; Væggens Bygning.
A, Tværsnit; *B*, Længdesnit. *C*, Overhuden paa Frugtknudens Inderside. *D*, samme paa Ydersiden.

De ere monochlamyde, idet der som hos Sympetalæ er en meget lille Nucellus og et tykt Integument [Fig. 15, *A—E*]; Nucellus ligger højt oppe, og paa de af mig sete Æg havde Kimsækken i sin øvre Del i Regelen allerede fortrængt den omgivende, af 1 Celle-

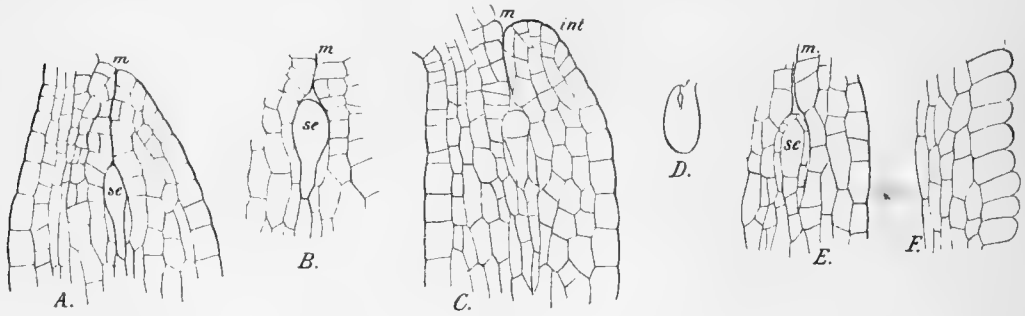


Fig. 15. *Hydrostachys imbricata.*
A—E, Længdesnit gjennem Æg. *m*, Mikropyle. *se*, Kimsæk. *F*, Arrets Epithel.

lag dannede Del af Nucellus, saa at den der grænsede umiddelbart op til Integumentet. Kimsækkens nedre Ende er sædvanlig afsmalnet stærkt i Forhold til den øvre.

Om den systematiske Stilling af *Hydrostachys* og mine Grunde til at fjerne den fra Podostemaceæ henviser jeg til mine Udtalelser i «Oversigten» l. c., aftrykte i det til denne Afhandling knyttede franske Résumé.

Fig. 16. *Sphærothylax Abyssinica*; naturl. Storr.

2. *Sphærothylax Abyssinica* Weddell

i De Cand. Prodr. XVII. (1873) p. 78 (*Anastrophea Abyssinica* Weddell).

Denne højst besynderlige Plante er beskreven af Weddell i De Cand. Prodr. l. c. under Navn af *Anastrophea Abyssinica*, men er ikke i morfologisk Henseende nærmere omtalt og er aldrig afbildet. Efter (tørre) Exemplarer i Berliner og Pariser Herbarierne gives her [Fig. 16 og 17] nogle Meddelelser om og billedlige Fremstillinger af den til Supplering af Weddells Beskrivelse.

Weddell skriver (l. c.): «Caules dimorphi; alii elongati, foliiferi; alii humiles, membranacei (illas *Podost. olivaceæ* referentes), a rhizomate una cum præcedentibus enati, basique horumce plus minus connati. Folia caulium majorum numerosa, fluitantia, elongata, parce dichotome laciniata; illa caulium frondiformium abortiva, squamæformia, ad basin spathellarum gemina subopposita.»

Denne korte og klare Beskrivelse, der er fuldstændiggjort ved nogle Details i det følgende hos Weddell, har jeg forsøgt at anskueliggjøre ved Tegningerne paa Fig. 17 og ved omstaaende Habitusbillede [S. 145, Fig. 16], der viser Planten i naturlig Størrelse.

De forlængede og flydende Stængler bære dels de lange, dichotomisk delte Blade, hvis Stillingsforhold er $^1/_2$, og af hvilke et lille Parti er afbildet Fig. 17, 2, dels smaa Grupper af Blomster i Bladenes Axler. Disse smaa Blomsterstande ere aabenbart cymose, eftersom den største Blomst altid sidder i Midten, og de andre blive desto mindre, jo fjærnere de ere fra denne [Fig. 17, 1 ved *a* og *b*]. Den cymose Skudforgrening, der er saa ejendommelig for Podostemaceerne, gjenfindes altsaa atter her, og den fremtræder endvidere deri, at de øverste Nøgler ere de i Udvikling fremmeligste, derfor ogsaa formodentlig de ældste (at det allerøverste er det allerførste, og at Skuddet begrænses af en Blomst i dette Nøgle, maa jeg antage, men det sees ikke tydellgt); de øverste ere nemlig, som Fig. 17, 1 viser, allerede vidt i Blomstring og Frugtsætning, medens de nederste (ved *a* og *b*) endnu have helt lukkede Blomster.

De thalloide Legemer, der udgaa vandret fra Grunden af de opstigende Skud, ere uregelmæssigt rundlappede, bladagtige, mere eller mindre bugtede og foldede Dannelser, der paa deres ene (øvre) Side bære talrige smaa Blomsterskud, hvilke, som Weddell

---

Forklaring til Fig. 17.

1. En Plante, svagt forstørret (omtrent $1^1/_2$). 2. En Bladflig. 3. En Støvdrager ($^9/_1$), uopsprungen. 4, 5. En Blomst endnu i Knoptilstand, seet fra Siden (4) og fra Ryggen. 6. En af de thalloide Rodder med yngre og ældre Blomsterskud (Blomsterne endnu ikke udsprungne). 7. En lignende med unge Blomsterskud og Frugtskud. 8, 9. En Blomst i Knoptilstand, efter at Hylsteret er taget bort. 10. Pollenkorn. 11. Arrene. 12. En Blomst, hvis Antherer allerede ere aabne og have udkastet Pollen, der sees ligge paa Siderne af Frugtknuden. 13. En udsprungen Blomst. 14, 15. Opsprungne Støvknapper. 16, 17. Unge Frugter; den sidste helt opsprungen. 18. Tværsnit af Frugtknuden. 19. Frugtvæggens to inderste Celle-Lag.

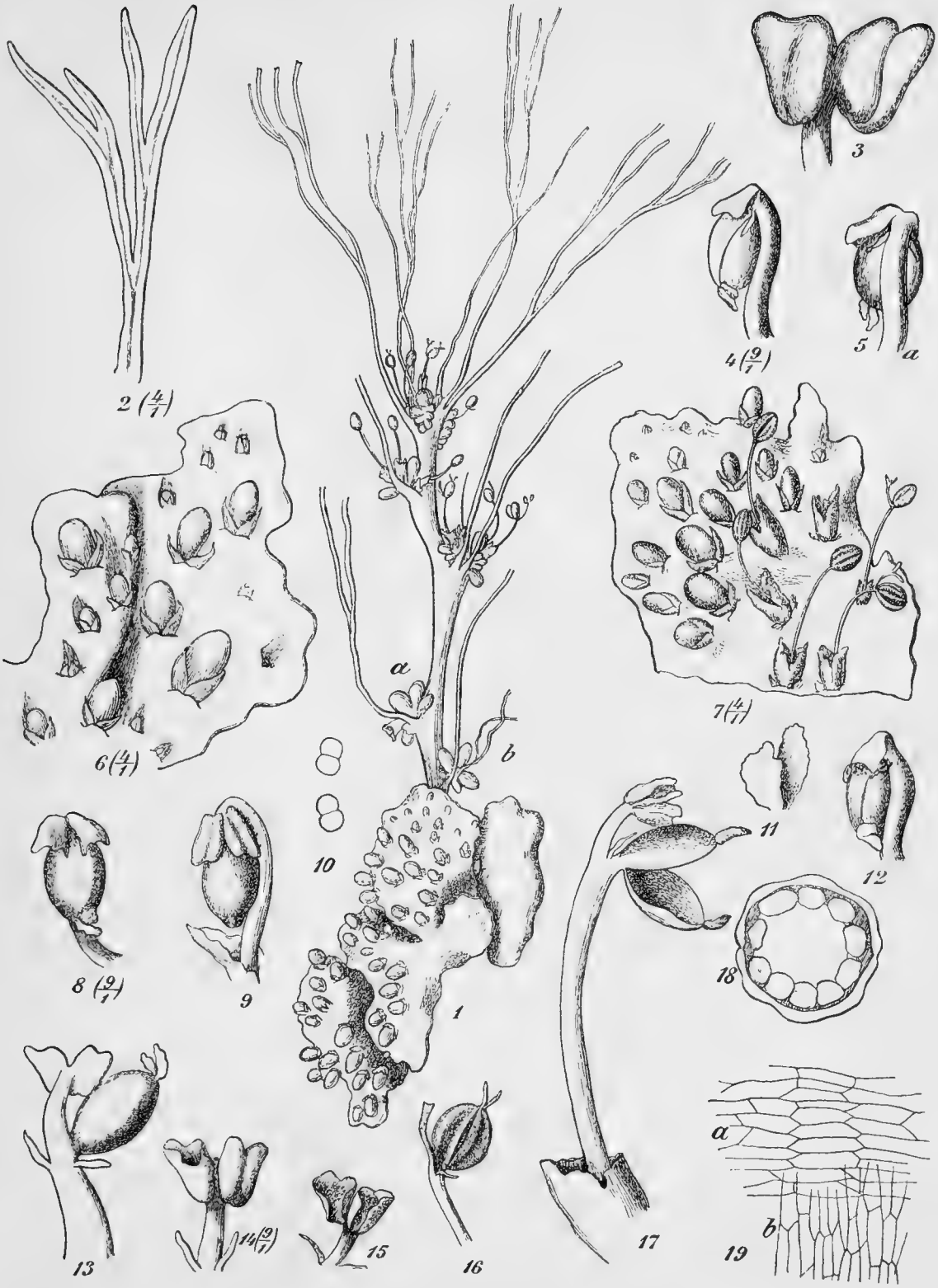


Fig. 17. *Sphærothylax Abyssinica.*

skriver, udgaa fra Grunden af smaa Gruber, «fossulæ» [Fig. 17, 1, 6, 7]. Dette taler stærkt for, at de ere endogene.

Hvert Blomsterskud har to skælformede, noget baadformet hule Blade, hvorefter Blomsten med dens Hylster umiddelbart følger [se især Fig. 17, 6 og 7].

Om Anordningen af disse smaa Blomsterskud kan jeg intet Sikkert oplyse; dog sees de yngste i overvejende Antal stillede nærmest Periferien og synes undertiden stillede i Zigzaglinier, men der kan ogsaa findes meget unge inde paa Fladen af det thalloide Legeme mellem de ældre Blomster. Jeg har ikke fundet Spor af Blade paa disse thalloide Skud, men heller ikke Rodhætter. Fra disse thalluslignende Legemer udspringe de bladbærende, saa vidt sees kan; jeg har f. Ex. seet eet af dem, der var næsten stængelløst, men havde to lange Blade. Men hvorledes de udspringe fra dem, og i hvad Forhold de to Dannelser staa til hinanden, er det mig efter det foreliggende, tørre Materiale umuligt at afgjøre.

Tydningen af disse besynderlige Legemer vil forhaabentlig give sig af sig selv, efter at vi i det Følgende have gjort Bekjendtskab med *Dicræa apicata*.

Om Blomsterne har jeg ikke meget at føje til Weddells Beskrivelse. De ere som hos saa mange Podostemacé-Slægter indesluttede i et tyndt Hylster, der sprænges uregelmæssigt [Fig. 17, 7]. Men «*præter consuetudinem*» ere de indenfor Hylsteret bøjede helt om ved en stærk Krumning af Stilken lige under Blomsterdelene, saa at Støvvejen vender Spidsen nedad, hvoraf Navnet «*Anastrophea*», som Weddell oprindelig gav den [Fig. 17, 4, 5, 8, 9, 12]. Ved Udspringningen retter Stilken sig ud [Fig. 17, 13, 14, 16, 17, 7]. Der er 2 Perigonskæl af liniedannet Form, eet ved hver Side af, men udenfor Støvtraaden [Fig. 17, f. Ex. 13, 14, 17].

Antherens og Pollenkornenes Former sees af Figurerne [Fig. 17, 3-5, 8, 9, 13-15 samt 10]; se iøvrigt Weddell. Denne beskriver Blomsten som monandrisk, og dette er maaske ogsaa rigtigt, eftersom de to, stærkt adskilte Anther-Halvdele aabenbart tilsidst ere 1-rummede [Fig. 17, 14, 15], skjønt helt sikker derpaa er jeg dog ikke (cfr. *Hydrostachys*). Fibrøse Celler findes i Anther-Væggen.

Den ellipsoidiske Frugtknude er glat, med en lidt skævt løbende Opspringningslinie [Fig. 17, 4, 8, 9, 13], men paa Frugten træde 8 tydelige Nerver frem, nemlig paa hver Klap 3 Rygnerver og 2 svage Suturnerver, gjennem hvilke Opspringningsspalten gaaer [Fig. 17, 16]. Frugtknuden er 1-rummet [Fig. 17, 18]. Frugtknudevæggens to inderste Lag ere byggede som sædvanlig hos Podostemaceerne: det inderste af vandret, det næstinderste af lodret strakte Celler [Fig. 17, 19].

Det Øvrige kan sees hos Weddell.

—

3. *Dicræa apicata* Tulasne.

I sin Monografi (Archives du Museum, VI, 1852) omtaler Tulasne p. 204 under «Corrigenda et addenda» en «species paradoxa», «fortassis forma abnormis» af *Dicræa rigida*, men tilføjer: «adeo tamen, habitu saltem, ab ea recedit ut, licet non nisi manca maximeque imperfecta suppetant specimina, pro typo distincto habendam non ægre arbitrarer». Af den derpaa følgende Beskrivelse og Diagnosen samt af mine efter Pariser-Herbariet gjorte Notiser og Skizzer synes mig sikkert at fremgaa, at den her omtalte og yderst ufuldkomment bekjendte «Species valde dubia» er den i det Følgende omtalte Art. Derfor beholder jeg Tulasnes Navn.

Jeg har faaet meget rigeligt, i Spiritus opbevaret Materiale fra Dr. D. Brandis, der har samlet det i Nilgiris (Packara-Floden, Sommeren 1882).

Weddells Diagnose lyder: «*D. apicata*, caulibus maxime compressis nudis simplicibusque extremo vertice coma spissa ramusculorum filiformium coronatis, floribus ut in *D. rigida*». De her omtalte «Caules», som i Toppen bære en tæt Dusk af «traadformede Smaagrene», ere aabenbart de Legemer, af hvilke man paa Fig. 18, 4 vil se 3 afbildede og paa Fig. 18, 12 een (det der er mærket *V*). Hvorledes disse Legemer maa opfattes, vil jeg i det Følgende søge at gjøre Rede for.

Fig. 18, 4 og 12 fremstille to Exemplarer, det første i næsten naturlig Størrelse, det andet lidt forstørret, der vise os Artens tre Hoveddele: A) nederst et bladagtigt, bølget foldet, i Randen bugtet og lappet Legeme, som jeg indtil videre vil kalde «Thallus»; paa dette sidder B) en Mængde smaa, blomstrende Skud [*F* i Fig. 18, 12], hvilke jeg vil kalde de «florale». Dernæst hæver sig ved Randen af Thallus skaftlignende Legemer, som bære en utallig Mængde af traadformede Blade; disse Legemer vil jeg benævne de «vegetative Skud».

A. «**Thallus**» er ganske tyndt og bladagtigt. Paa dets Overflade sidde de omtalte florale Skud, men forøvrigt er denne aldeles glat, uden Spor af Blade eller Haar eller andre Dannelser; men berører man den med en Kniv eller Naal, mærker man, at den er meget haard, hvilket ved nærmere Undersøgelse viser sig at stamme fra kiselførende Celler, som i stor Mængde findes i Overhuden og de nærmest under denne liggende Celler. Overhudens Celler ere polygonale og ikke synderlig tykvæggede. Spalteaabninger mangle aldeles.

Underfladen. Paa denne sees meget almindeligt og med blotte Øjne hist og her matte Pletter, som vise sig at hidrøre fra talrige Haardannelser, hvis Udvikling og Bygning i Et og Alt er som Rhizoidernes[1]) hos mange tidligere omtalte Podostemaceer,

[1]) Disse har jeg i Almindelighed kaldt Rodhaar, men af Hensyn til deres ejendommelige fysiologiske Forhold (Reaktion mod Substratets Pirring) er det vel rettest at kalde dem Rhizoider.

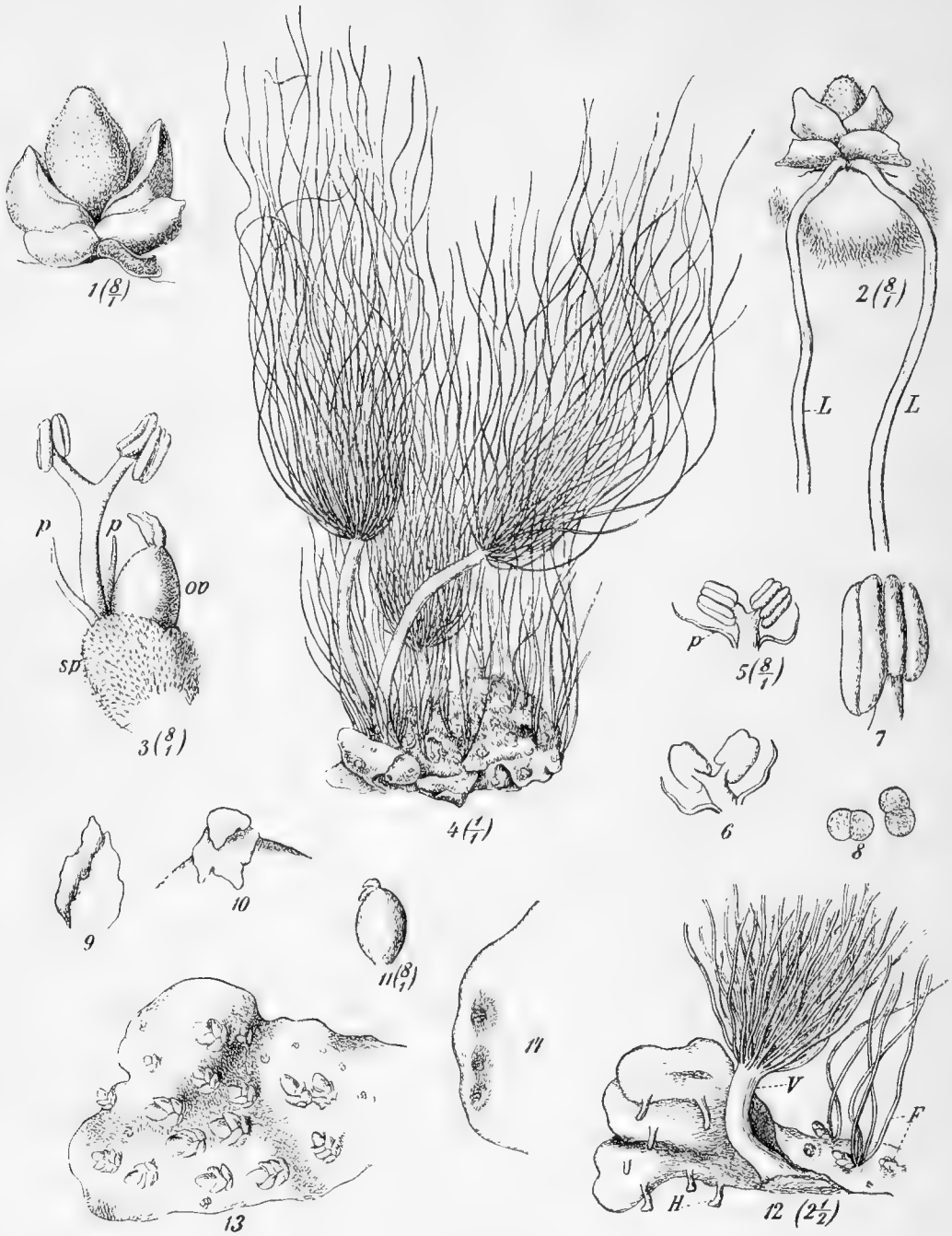


Fig. 18. *Dicræa apicata* Tulasne.

1, floralt Skud før Blomstens Udspring. 2, lignende med to korte Løvblade. 3, Blomst efter Udspringningen; *sp*, Hylsteret; *ov*, Frugtknude; *p—p*, Perigonskjæl. 4, et helt Exemplar af Arten. 5 og 6. Androeceum med Perigonskjæl (*p*), indenfra og udenfra. 7, Anther, forfra. 8, Pollen. 9 og 10, Arrene. 11, Frugtknude af en Knop. 12, et Stykke af et Exemplar, lidt forstorret; *H*, Hapterer; *V*, vegetativt Skud; *F*, florale Skud. 13, Rod, seet fra Oversiden. 14, Randen af en Rod med tre endnu indesluttede Skud.

og de tjene ligesom disse sikkert alene til Fasthæftning [Fig. 19, *A*, *B*]. Desuden har jeg nogle faa Gange fundet Hapterer [Fig. 18, 12, *H*; Fig. 19, *C*, *D*], der stemme aldeles med andre Podostemaceers; de ere dannede af tyndvæggede Parenchymceller, som i Organets Midte ere mere langstrakte end ud mod Periferien; enkelte i Periferien liggende Celler ere kiselførende; Stivelse har jeg ikke seet, og Ledningsstrænge mangle aldeles. I deres Spids brede de sig ud til en lappet Hæfteskive, og her kan der dannes Rhizoider [Fig. 19, *D*]. Af Rodhætte er der som sædvanligt intet Spor. Det er tydeligt nok Organer, hvis eneste

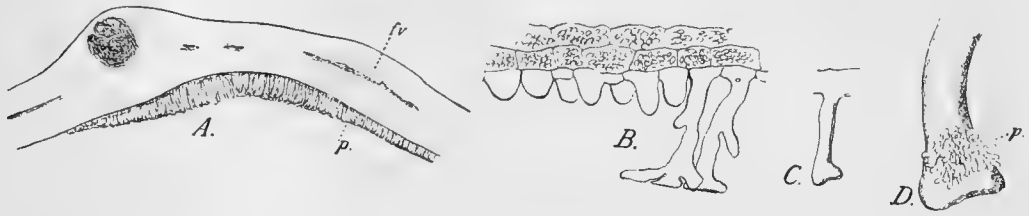


Fig. 19. *Dicræa apicata.*
A, lodret Snit gjennem en bladagtig Rod; *p*, Rhizoider; *fv*, Ledningsstrænge; til venstre et endnu indesluttet Skud. *B*, Underflade af en lignende Rod med Rhizoider. *C*, en Hapter. *D*, Enden af samme med Rhizoider (*p*); stærkere forstørret.

Opgave er at fasthæfte «Thallus»; Ernæringsorganer i snævrere Forstand synes de aldeles ikke at være. Ved Hjælp af disse forskjellige Hæfteorganer kan «Thallus» hæfte sig ret inderligt fast til Stene, til andre «Thalli», til Stængler af andre Podostemaceer, f. Ex. af *Dicræa rigida*, der voxede i Selskab med *Dicræa apicata*. Naar der til disse Ejendommeligheder endnu føjes, at de florale Skud ere endogene, hvad f. Ex. Fig. 19, *A* og

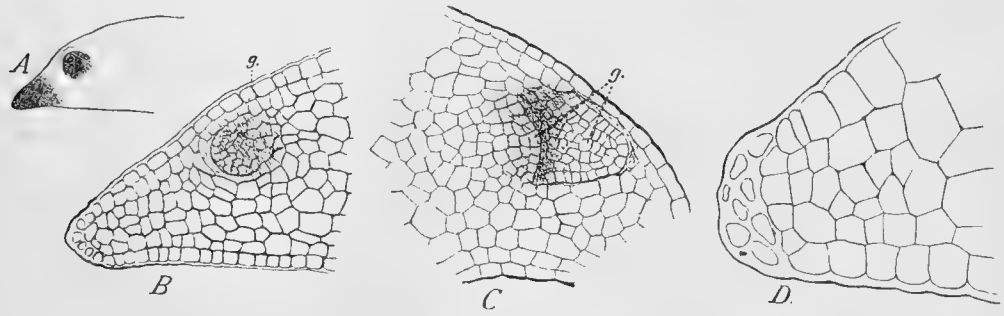


Fig. 20. *Dicræa apicata.*
A, lodret Snit gjennem Randen af en thalloid Rod. *B*, et lignende, stærkere forstørret; *g*, et Skud. *C*, et andet lodret Snit, hvis Skud, *g*, er noget videre udviklet. *D*, Randen af en thalloid Rod i Længdesnit, stærkt forstørret.

Fig. 20, *A*—*C* vise med stor Tydelighed, er der paavist saa mange Overensstemmelser med andre Podostemaceers Rødder, at jeg ikke tager i Betænkning at betragte det som sikkert, at «Thalli» ere ægte Rødder. Det Skridt, som *Dicræa algæformis* gjør hen mod en

bladagtig Rod[1]), er altsaa her et betydeligt Stykke større: vi have faaet en bred, bladagtig, uregelmæssig lappet Thallusflade, ganske lig Løvet af forskjellige Hepaticæ og Alger.

Spørgsmaalet om Rodhætten opstaaer da strax. Hos *Dicræa*'erne kan den findes som en neglformet, ensidig Plade, men synes ogsaa at kunne helt mangle, hvad jeg har omtalt i 2den Afhandling. Her er den fuldstændig forsvunden. Lægge vi lodrette Snit gjennem Thallus-Randen, faa vi Billeder at se som i Fig. 20: de lige i selve Kanten liggende Celler ere noget kollenchymatisk fortykkede og have Kollenchymets Lysbrydning [Fig. 20, *D*] — sikkert mekaniske Hensyn; de danne i de fleste Tilfælde en tydelig Overhud, men der er Tilfælde som det i Fig. 20, *D* afbildede, hvor dette er mindre tydeligt, og hvor der indadtil ogsaa ligger nogle lignende kollenchymatiske Celler. Men ellers er der en tydelig Overhud helt rundt baade paa Under- og Oversiden, og indenfor denne et ensartet tyndvægget Parenchym.

Denne thalloide Rod, som jeg nu vil kalde den, voxer aabenbart i sin Rand; det derværende Væv er dannet af de yngste, mindste og paa Protoplasma rigeste Parenchymceller; det gjør ganske det samme Indtryk som Meristemet i en Stængelspids eller i en Rodspids; medens de fra Randen fjernere Celler ere store og klare, ere de i Randen værende mindre, langt mørkere, relativt rigere paa Indhold og med store Cellekjærner [Fig. 20, *A*]. Betragtes en yngre Rod i gjennemfaldende Lys, sees svage Nerver, der hovedsagelig løbe ud mod Periferien, idet de hist og her danne Anastomoser. I Tværsnit gjennem Roden sees et stivelserigt, tyndvægget Parenchymvæv, i hvilket disse Nerver ville gjenfindes [Fig. 21] som svagt udviklede Karstrænge med Hadromdelen vendt mod Rodens Underside, hvilket er en anden Overensstemmelse med de tidligere undersøgte dorsiventrale Podostemacé-Rødder; overalt har jeg fundet Hadromdelen vendt mod Bugsiden, Leptomdelen mod Rygsiden. Figurerne i 21 vise, at de aabenbart ere fremkomne ved Længdedeling af Parenchymcelle-Rækker. I Hadromdelen findes faa og utydelige Kar; Leptomet er dannet af meget lange og tyndvæggede Elementer, blandt hvilke Sirør kunne findes.

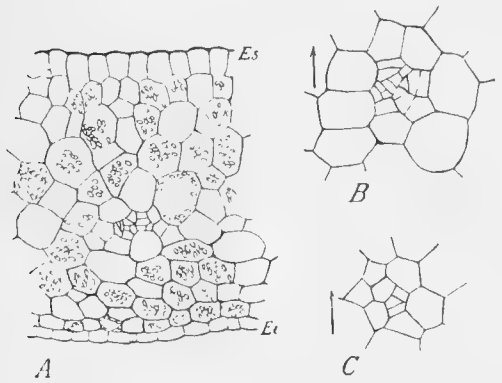


Fig. 21. *Dicræa apicata.*
A, Del af et lodret Snit gjennem en Rod; *Es*, Overhud paa Oversiden; *Ei*, Overhud paa Undersiden; inde i det chlorofylrige Parenchym sees en svag Ledningsstræng i Tværsnit. *B* og *C*, to Ledningsstrænge fra lignende Snit. Pilene pege mod Overfladen.

[1]) Warming, Familien Podostemaceæ, II (Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, 6. R., Bd. II, 3; 1882).

I Overhuden findes ingen Stivelse, men i de andre, indre Parenchymceller findes megen Stivelse [Fig. 21, *A*]. Kiseldannelser findes i stor Mængde i Roden.

Sammen med de mig tilsendte Exemplarer af *Dicræa apicata* voxede *Dicræa rigida* i stor Mængde. Dens Skud vare indfiltrede mellem Rødderne af *D. apicata*; snart laa de over disse, snart fast til deres Underflade. I sidste Tilfælde fremkaldtes Fasthæftningen ved de fra *D. apicata* udgaaende Rhizoider, der lagde sig tæt op til Stænglerne af *Dicræa rigida*. Det kan ogsaa hændes, at to Rodlapper vende Underfladerne mod hinanden, og at den ene bøjes om Randen af den anden.

B. **De florale Skud.** At de thalloide Legemer virkelig ere Rødder, ganske homologe med og med samme Arbejde som de Rødder, vi træffe hos de andre Podostemaceer, fremgaaer altsaa ogsaa deraf, at de paa selv samme Maade danne endogene Skud. I Randen af «Thallus» findes de yngste; «Thalli» Væxt er, som anført, centrifugal, og parallel hermed gaaer Dannelsen af de florale Skud; i Randen findes de alleryngste, jo fjærnere fra denne, desto ældre ere de; jeg er dog ikke sikker paa, om Undtagelser ikke findes. Hosstaaende Fig. 22 viser en c. 8 Gange forstørret Lap af en Rod; den er besat med 2 store (*m* og *n*) og 5 mindre Skud (*o*, *p*, *q*, *r*, *s*), og desuden sees Arrene af to andre, som ere ødelagte (*t*, *u*). Allerede den blotte Betragtning ved en svag Forstørrelse viser, at Skuddene maa være endogene og maa være brudte frem gjennem Thallus; man seer Revner og Spalter i Thallus om deres Fod, og mangt et Skud sees lige i Frembrud f. Ex. i Fig. 22 *B*, hvor to Blade (*f*) titte frem af Spalten. Det er heller ikke vanskeligt, naar man gaaer tilstrækkeligt langt ud mod Randen, at finde ganske unge, endnu helt i Thallus indesluttede Skud. Fig. 20, *B* viser et saadant; over Skuddet ligger mindst to Cellelag. De danne sig tæt ved Thallusranden aldeles uafhængigt af Ledningsstrængene, som endnu ikke ere naaede saa langt ud. Fig. 20, *C* er et noget ældre Skud; dette er nu kun dækket af 1 Celle-

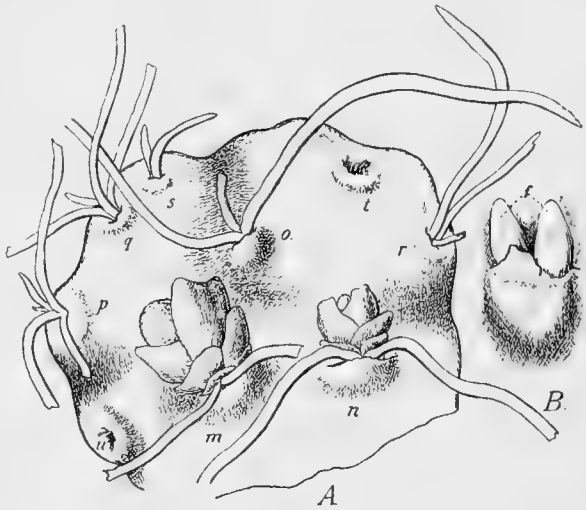


Fig. 22. *Dicræa apicata.*
A, et Stykke af en thalloid Rod med Skud. *B*, et Rodskud i Frembrud.

lag, og snart vil ogsaa dette blive gjennembrudt, og Bladene træde frem, ganske som hos *Dicræa algæformis* [Tab. XII [1])]. Fig. 18, 14 skal fremstille 3 endnu indesluttede Skud.

Skuddene ere altid udpræget dorsiventrale; de lægge sig ned hen over Thallus med Spidsen rettet mod Randen, saa at der er en Over- og en Underflade [Fig. 18, 12 og 13]. Paa samme Maade som hos alle andre Podostemaceer staaer Andrøceet paa Undersiden, og Arrene ere bøjede ned mod det (Fig. 18, 3). Bladstillingen er $^1/_2$, men jeg er ikke sikker paa, om de liniedannede Blade, som jeg kalder assimilerende, altid ere strængt toradede.

Bladene ere nemlig to Slags. De først udviklede ere i mange Tilfælde tydeligt, og maaske i alle Tilfælde, traadformede, meget lange og kiselfrie [Fig. 22, *A* ved *o*, *p*, *q*, *r* og *s*]; men desuden findes korte, baadformede, butte, stærkt kiselførende Blade, der synes at komme senere til Udvikling [Fig. 22, *A* ved *m* og *n*]. De første ere aabenbart assimilerende, de sidste have sikkert hovedsagelig den Rolle at beskytte Blomsten; de svare til de ganske lignende Blade, der sidde paa de florale Skud hos *Dicræa elongata* [Tab. X [1])] og *D. algæformis* [Tab. XII [1])]. Paa nogle Skud har jeg ikke fundet andre end disse; jeg formoder, at dette hidrører derfra, at de assimilerende, traaddannede allerede ere forsvundne. Jeg har forgjæves søgt efter traadformede Bladplader paa Spidsen af de baadformede Blade eller Ar efter saadanne, hvorfor jeg maa antage, at de aldrig have saadanne.

C. **De lange Assimilationsskud** bestaa af to Dele; en nedre skaftlignende Del, hvis Længde kan blive indtil 7—8 Cm., og hvis Tykkelse er indtil c. 4—5 Mm., samt en øvre Del, dannet af en utallig Mængde traadformede Blade, Tulasnes «coma admodum spissa ramusculorum filiformium».

Skaftet er omtrent trindt og glat, uden Spor af Blade; det er dannet af store, tyndvæggede Parenchymceller uden Intercellularrum, men med svag kollenchymatisk Fortykkelse af Cellekrogene [Fig. 23, *B*]. Med excentrisk Beliggenhed [se Fig. 23, *A*] findes en Slags Centralcylinder, der, som Fig. 23, *B* viser, er dannet af snævre, meget mere kollenchymatisk fortykkede Celler, af hvilke en Del vise sig delte med talrige, uregelmæssig stillede Vægge; der dannes derved Grupper af snævre Celler, saaledes som man ofte seer det i Blødbast, og i Virkeligheden ere disse Grupper ogsaa Tværsnit af Leptomstrænge. Paa Længdesnit vise de sig dannede af meget langstrakte og meget tyndvæggede Elementer, af hvilke der hist og her er nogle, som synes at have Siplader paa Sidevæggene. Hadromelementer findes ikke, ialtfald ikke forvedede, men der sees undertiden yderst svage, netformige Fortykkelser, som minde om Netkar; dog synes disse Celler snarest at høre til Leptomet.

Paa Spidsen af dette Skaft staaer der altid en overordentlig Mængde traad-

[1]) Warming, Familien Podostemaceæ; Afhandl. II.

formede Legemer, der naturligvis ikke ere «Smaagrene», men Blade. Orden i deres Stilling har jeg aldrig kunnet finde. Ved Længdesnit viser der sig tydeligt nok at være mere end eet Væxtpunkt, ofte endog ret mange, saa at det aabenbart er et sammensat Skud-

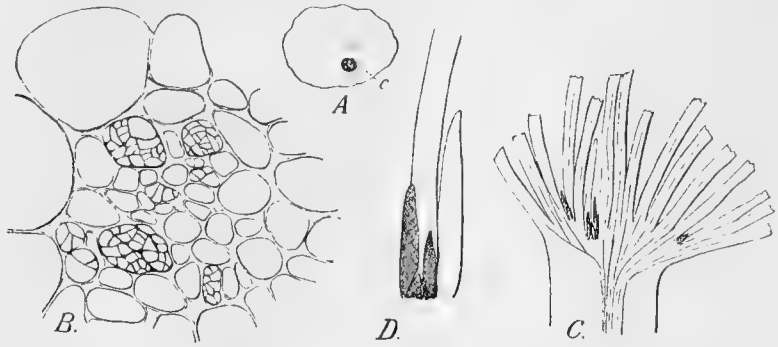


Fig. 23. *Dicræa apicata.*
A, Tværsnit gjennem et Skaft, svagt forstørret; *c*, Ledningsvævet. *B*, Tværsnit af Ledningsvævet, stærkere forstørret, visende de talrige, ved Længdedelinger opstaaede, enkelte Ledningsstrænge. I Periferien af Figuren sees nogle af de parenchymatiske Celler i Skaftet. *C*, Længdesnit gjennem den bladbærende Del af et Assimilationsskud; mellem Bladene sees 3 Væxtpunkter indsænkede. *D*, et Parti af unge Blade fra et Væxtpunkt.

system, men jeg har ikke formaaet at udrede, hvilke der var relative Hovedaxer og Sideaxer, og i hvilket Forhold Hoved- og Sideaxer stode til hverandre.

Alle Væxtpunkter vise sig paa Længdesnit mere eller mindre nedsænkede mellem Bladene og kjendelige paa Bladenes ringe Størrelse og mørke Tone [Fig. 23, *C*, *D*]. En fremragende Stængelspids findes ikke, men Væxtpunktet er aabenbart dog ikke saa stærkt indsænket som hos de i denne Henseende tidligere studerede Podostemaceer. Den centrale Ledningsstræng opløser sig foroven i mange fine Strænge, der gaa ud til Bladene [Fig. 23, *C*]. Assimilations-Skuddene indeholde ingen Kiseldannelser, formodentlig fordi de tilstrækkeligt ere afstivede ved Skaftets Kollenchym.

Bladene. De traadformede Løvblade ere væsentlig eens, hvad enten de udspringe fra Basis af florale Skud eller fra de vegetative Skud. De sidstes Blade synes at kunne blive en hel Del længere end de førstes; jeg har fundet de sidste 5—14 Cm., men de første ikkun 4 Cm. lange. Bladene ende but [Fig. 24, *A*]. I Tværsnit ere de omtrent halvrunde med en svag Rende paa Overfladen [Fig. 24, *B*, B^1, B^2, *C*]. Overhudens Celler ere forlænget polygonale og tyndvæggede, undtagen i Renden, hvor der af dem uregelmæssigt afskæres smaa, med et mørkere Indhold forsynede Celler, som papilformet hæve sig lidt over de andre og paa ganske unge Blade synes at kunne voxe ud til lange, eencellede

Haar lig Rodhaar [*t* i Fig. 24, *C*, *D*, *H*, *J*]. Det bør dog nærmere undersøges, hvorledes den lange Haarklædning, der undertiden sees paa enkelte Blade, fremkommer. Jeg har tydeligt seet nogle Papilceller, som i Spidsen vare sønderrevne og som syntes at have været udviklede som Haar.

Undertiden sees Overhuden tæt besat med smaa, kegledannede eller cylindriske Legemer, der staa i uordentlige Rækker, navnlig over de efter Længden løbende Vægge [Fig. 24, *E*, og *mx* i *C*]; disse Legemer mangle imidlertid hyppigere og kunne paa andre Blade blot findes ganske sparsomt og paa enkelte Steder. De ere i Virkeligheden ogsaa fremmede Legemer, nemlig Myxophyceer.

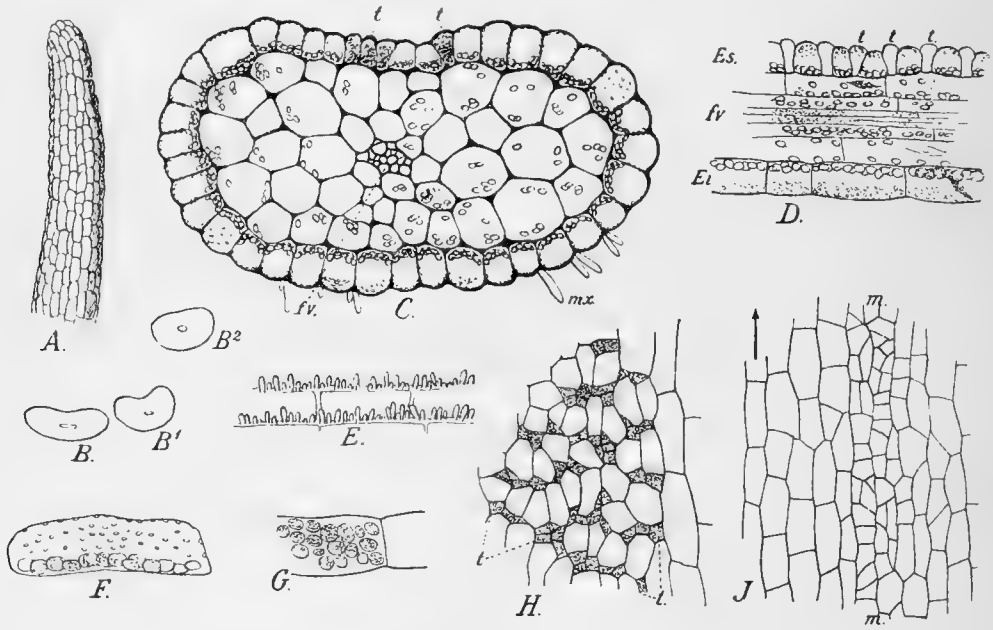


Fig. 24. *Dicræa apicata.*

A, Spids af et Blad. *B*, *B*¹, *B*², Tværsnit af Blade. *C*, Tværsnit af et Blad, stærkt forstørret; *fv*, Ledningsstræng; *t*—*t*, papilformet udhvælvede, med et eget Celleindhold fyldte Celler paa Bladets rendeformede øvre Flade. *D*, Længdesnit gjennem et Blad; *Es*, øvre Epidermis; *Ei*, nedre Epidermis. *F*, en Epidermiscelle med de to Slags Chlorofylkorn, seet fra Siden. *G*, Indervæggen af en lignende, seet fra Fladen. *H*, et Parti af den rendeformede Overflade af et Blad; *t*, de samme Celler, der i *C* og *D* sees i Længdesnit. *J*, den rendeformede Del (*m*—*m*) af Bladet nær sammes Spids.

Indervæggen af Overhudens Celler er altid belagt med et Lag af store stivelsedannende Chlorofylkorn [Fig. 24, *C*, *D*]; undertiden ligge de meget regelmæssigt i een Række, undertiden mere uordentligt i flere [Fig. 24, *F*, *G*]. Men foruden dem findes der op til de samme Cellers Ydervægge og ned paa Sidevæggene (ofte ikke helt ned til de andre)

en Mængde uden Orden lejrede meget mindre Korn, der formodentlig ogsaa ere Chlorofylkorn, men i dem har jeg ingen Stivelse truffet. En enkelt Overhudscelle med disse to Slags Korn sees i Fig. 24 *F*, men de samme to Slags Chlorofylkorn sees forøvrigt ogsaa i Overhudscellerne i Fig. 24 *C* og *D*.

Mesofyllet er dannet af store, langstrakte Parenchymceller uden Intercellularer, med stivelsedannende, men temmelig faa Chlorofylkorn, hvorfor de ere klare [Fig. 24, *C*, *D*]. Midt i Mesofyllet løber en enkelt Ledningsstræng, dannet af tyndvæggede, meget langstrakte Leptom-Elementer, men uden Kar [Fig. 24, *C* og *D*].

Assimilationsskuddenes Stilling. Forgjæves har jeg søgt at komme paa det Rene med, hvorledes de sidde i Forhold til Roden. Selv de yngste, som jeg har fundet, have ikke vist mig dette tydeligt. Jeg kan kun sige saa meget, at aldrig har jeg seet dem udspringe fra Midten af den thalloide Rod eller overhovedet fra dennes Overflade, men altid være befæstede til Siden af denne, undertiden næsten under den [Fig. 18, 12].

Blomsterne. Hylsteret (spathella) er som sædvanligt hos Podostemaceæ uden Ledningsstrænge, dannet af faa (her c. 5) Lag tyndvæggede Parenchymceller; men det afviger fra de mig hidtil bekjendte Hylstre derved, at det er tæt besat paa Ydersiden med korte, cylindriske Haar (se f. Ex. Fig. 18, 1 og 3), dannede ved simpel Udvæxt af Overhuden ligesom Rodhaar [Fig. 25, *A*], hvis Væg er forholdsvis tyk og paa Overfladen ofte ujævn [Fig. 25, *B*]. Det sprænges ensidigt ved en Spalte, ganske som hos *Dicræa* [Fig. 18, 3].

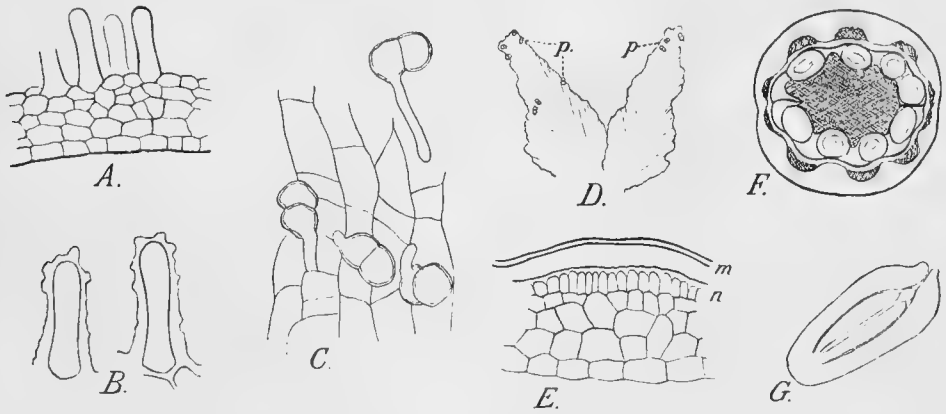


Fig. 25. *Dicræa apicata.*
A, Tværsnit af Spathella. *B*, Haar af samme. *C*, et lille Stykke af et Ar med spirende Pollenkorn. *D*, Arrene med Pollenkorn paa (*p*, *p*). *E*, Tværsnit af Frugtknudevæg. *F*, Tværsnit af Frugtknuden. *G*, et Æg i Længdesnit.

Androeceet [Fig. 18, 3, 5, 6, 7] er som sædvanligt anbragt paa Bugsiden af Skuddet; det bestaaer af to, paa en lang Stilk staaende, 4-rummede Støvdragere. Ved Stilkens Grund staa to Perigonskjæl, liniedannede af Form og omtrent af Længde med Ovariet. Mellem de to Støvdragere har jeg ikke fundet noget Perigonskæl.

Anthererne ere skæve, men frembyde ellers intet usædvanligt [Fig. 18, 7]. Pollenkornene ere parvise med tynd, glat Væg. [Kig. 18, 8; Fig. 25, *C*].

Gynoeceet. Ovariet er siddende, ellipsoidisk, aldeles glat [Fig. 18, 3 og 11]. Griflerne ere i Knop nedbøjede mod Bugsiden af Skuddet og Androeceet [Fig. 18, 10]; de ere bladagtige, omtrent forlænget ægdannede, men sædvanlig noget uregelmæssig tandede eller næsten lappede [Fig. 25, *D*]. De ere dannede af langstrakte, tyndvæggede Celler med nogen vifteformig Anordning [Fig. 25, *D*]. Pollenkornene kunne spire paa en stor Del af deres Overflade, idetmindste i den øvre Halvdel, og ikke blot i Randen, men langt inde paa Fladen [Fig 25, *C* og *p* i *D*]. Ovariet er 2-rummet med den sædvanlige meget tykke Placenta, forbunden med Ydervæggene ved meget tynde Skillevægge [Fig. 25, *F*]. Væggen har den sædvanlige Podostemacé-Bygning. Det inderste Cellelag er dannet af lange, horisontalt strakte, tykvæggede Celler [*m* i Fig. 25, *E*]; det næstinderste Lags Celler krydses med disse og ere lodret strakte; deres Ydervægge ere tykke, hvorimod Side- og Indervæggene ere tynde [*n* i Fig. 25, *E*] Der er 6 kraftige Sklerenchymstrænge (Rygnerver), og ved hver Opspringningssutur ligge to andre, mindre, tæt sammenrykkede [Fig. 25, *F*].

Æggenes Bygning har jeg ikke tydeligt kunnet se, men i Hovedtræk ere de som sædvanligt: anatrope med meget kort Funiculus, uden Ledningsstræng, med to Integumenter og en meget lille Nucellus, hvis øvre Ende gaaer udenfor indre Integument [Fig. 25, *G*].

Frugt ukjendt.

Efter at have gjort Bekjendtskab med *Dicræa apicata* Tul. kunne vi bedre forstaa *Sphærothylax Abyssinica.* De thalloide, *Marchantia*-lignende, med Blomsterskud besatte Legemer ved Grunden af de oprette Skud ere aabenbart lignende thalloide Rødder som de hos *Dicræa apicata* forefundne. Det oprette Skud hos *Sphærothylax* kaster paa den anden Side Lys over *Dicræa*'en; hos den første ere Skuddene endnu ret typiske, have strakte Stængelled og cymøst stillede Blomster; hos den sidste ere derimod alle Stængelled saa overordentlig sammentrængte, naar det allernederste, skaftlignende undtages, saa at det ikke har været mig muligt at udfinde, hvor Hovedaxens Stængelende er, og i hvad Forhold de forskjellige Sideaxer staa til den og hverandre indbyrdes. Alle de Skud, som jeg har seet, syntes vegetative; men at der ogsaa, ligesom hos *Sphærothylax*, kan optræde Blomster paa det vegetative Skud, og at der endog kan optræde smaa thalloide Legemer, synes at fremgaa af Tulasnes Ord (Monographia p. 204): «Hunc sterilem confervoidemque innovationum apicem quandoque stipant vel gemmæ immixtæ minutissimæ ac ut videtur

abortientes, vel (extrorsum) gemmæ perfectiores e foliis virentibus ovato-rotundatis exiguis equitantibus et inæqualibus, nonnullis enim in frondium sortes expansis. Præterea in acie caulis ipsius aliquando nascuntur gemmæ aliæ floriferæ quæ e foliis paucissimis item parvulis late ovatis cymbiformibus obtusissimis et æquitantibus constant.»

---

4. *Lawia foliosa* (Wight).

De Candolle Prodromus XVII, p. 47.

Professor Göbel har tilsendt mig Exemplarer af en Podostemacé, som han har samlet i Indien (Dekkans Højland, nær Khandalla), og som han har omtalt og afbildet i «Pflanzenbiologische Schilderungen» (I, p. 167). Han formoder, at den er *Terniola longipes*; jeg er mere tilbøjelig til at betragte den som *Terniola* eller *Lawia foliosa*.

Göbel har sikkert Ret i, at det «Thallus», som forefindes, og som inderligt og nøje lægger sig fast til Stenene, følgende alle deres Ujævnheder, er fremkommet ved Sammenvoxning af et Skudsystems forskjellige Grene.[1])

Skuddene ere her, som han bemærker, dorsiventrale, hvori de altsaa ligne alle andre ægte Podostemaceer; de ere flade og bære to Slags Blade: paa hver af Flankerne en Række bredere, paa Oversiden en Mængde smallere. Omstaaende findes nogle Figurer til Oplysning heraf: Fig. 26, A^1—A^2 og J^1—J^2. De flankestillede staa som sædvanligt alternerende (efter $^1/_2$), og de have en skjæv Insertionslinie, saa at den opadvendte Bladkant er lavere end den nedad vendte; da de staa meget tæt, dække de hverandre saaledes, at naar Skuddene sees fra Oversiden, sees de nederste (bageste) notoskope Kanter af Bladene, medens de forreste ere skjulte [Fig. 26, A^2]. Sees omvendt Skuddene fra Bugsiden, ville de fremad vendende, nedre (gastroskope) Bladrande være synlige [Fig. 26, J^1]. Sammenlign ogsaa Fig. 26, A^1. De øvrige, liniedannede Blade ere i meget større Tal og staa, saa vidt jeg kan finde, uden Orden paa Skuddenes Rygside (se Fig. 26, A^1—A^2 og J^2).

Medens alle de 5 andre Arter af *Terniola*, der hos Weddell (De Candolles Prodr. XVII, p. 46—47) høre til Gruppen: «herbæ pusillæ, caule frondiformi», have nogle Blade «rosulato-fasciculata» og andre «in vaginulam» eller «in tubum connata» (cfr. Lawia zeylanica, Fig. 29), er *T. foliosa* den eneste, der efter Diagnosen har alle Blade helt «frie» («a præcedentibus optime distincta foliis elongatis in vaginam haud connatis» Weddell).

[1]) Göbel udtaler den Formodning, at det «Organ, welches Cario bei Tristicha hypnoides als «Thallus» geschildert und von den Laubsprossen scharf unterschieden hat, wohl ebenfalls von Sprossachsen gebildet sein dürfte». Dette Organ er dog danske sikkert en Rod.

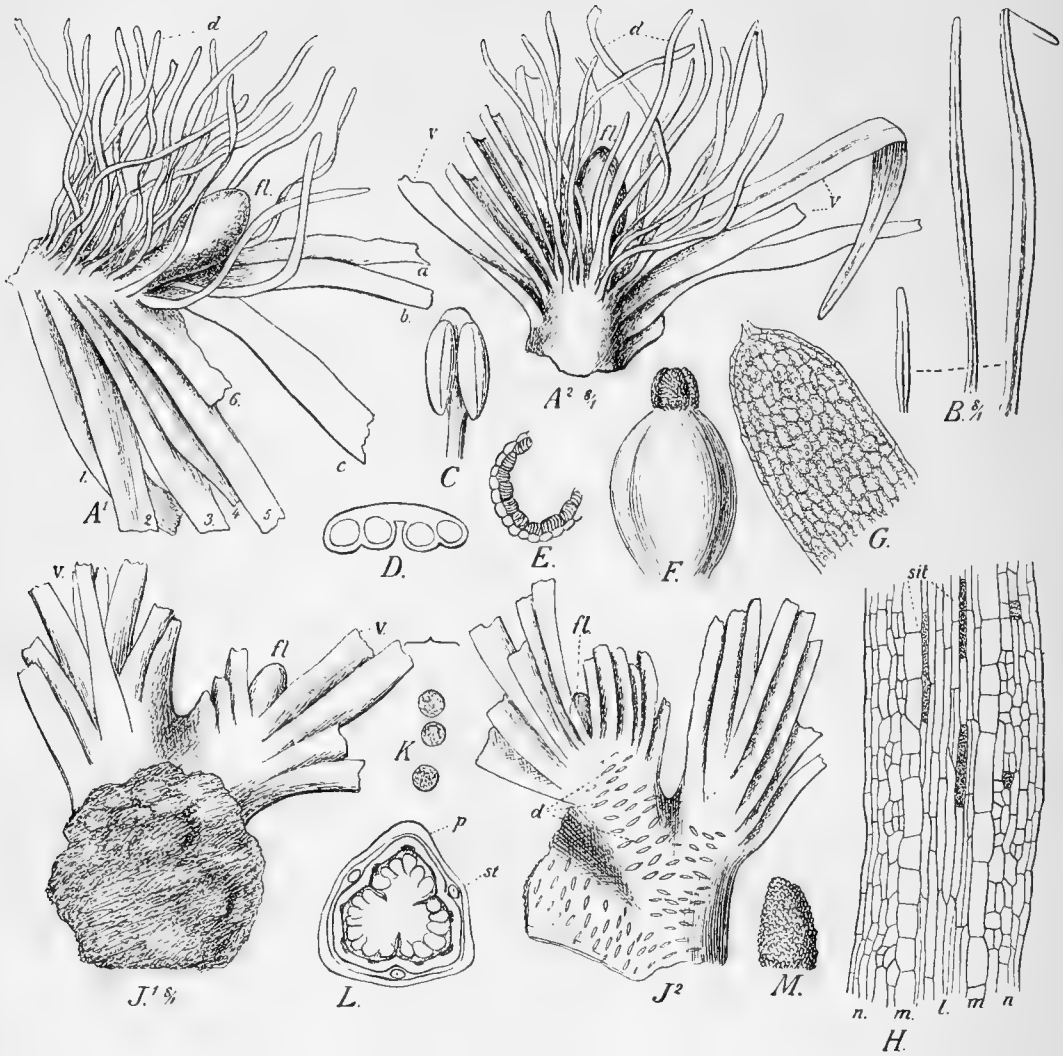


Fig. 26. *Lawia foliosa.*

A^1 og A^2, et Skud seet fra Flanken og fra Ryggen (omtrent $^8/_1$); 1, 2, 3, 4, 5, 6 ere Blade paa Skuddets højre Side; *a*, *b*, *c*, tilsvarende paa venstre Side; *fl*, Blomst; *d*, de rygstillede smalle Blade; *c*, de flankestillede Blade. *B*, tre Blade. *C*, Støvdrager, seet forfra. *D*, Tværsnit af Anther. *E*, et Tværsnit af Anther-Væggen, stærkere forstorret. *F*, Støvvej. *G*, Spidsen af et rygstillet Blad. *H*, et Stykke af samme Blad, længere nede; *sil*, kiselførende Celler. J^1, et Skudkomplex, seet fra Undersiden; Hæfteskiven sees forneden; *v—v*, flankestillede Blade; *fl*, Blomst. J^2, samme Skudkomplex, seet ovenfra; *d*, Arrene efter de fjernede, rygstillede Blade. *K*, Pollenkorn. *L*, Tværsnit af en Blomst; *p*, Perigon; *st*, Støvdragere. *M*, Ar.

Denne Art synes i Virkeligheden meget forskjellig fra de andre, idet den efter min Opfattelse har thalloide Skud, medens de andre have thalloide Rødder. Hvis dette er rigtigt, maa Udviklingsgangen indenfor selv samme Slægt være gaaet i to helt modsatte Retninger.

Skuddene hos den her omhandlede Art brede sig i Virkeligheden ofte meget mere ud end tegnet, blive meget mere thalloide (se ogsaa Göbels, desværre noget utydelige Figurer). Paa deres Underside sees store, brune, matte Hæfteplader, hvor Rhizoider have udviklet sig [Fig. 26, J^1].

Bladene ere fulde af Chlorofylkorn i alle Celler [Fig. 26, *G*]. Hen gjennem deres Midte gaar der en Stræng af langstrakte Celler, hvis Endevægge ere vandrette eller svagt hældende [*l* i Fig. 26, *H*], hvilken Stræng iøvrigt ikke naaer lige ud til Spidsen [Fig. 26, *B* og *G*]. Af Kar har jeg ikke fundet Spor. Paa hver Side af dette Celledrag sees sædvanligt en Række af Celler, der er meget større end de andre (*m*—*m* i Fig. 26, *H*). Kiselførende Celler forekomme [*sil*, Fig. 26, *H*]. Hin mediane Stræng af langstrakte Celler staaer, ialtfald for de smaa Blades Vedkommende, ikke i Forbindelse med nogen af Stængelens Ledningsstrænge; disse Blade ere ogsaa dannede meget overfladisk, af Epidermis og maaske 2det Cellelag.

Stængelen er dannet af et storcellet og tyndvægget Parenchym uden Intercellularrum, men rigt paa Stivelse. Dens Ledningsstrænge vende Hadromet, i hvilket der er mange Skruekar, nedad.

Blomsten. Til Oplysning om Blomstens Dele og dens Bygning tjene Fig. 26, *C*—*F* og *K*—*M*, der ville forstaaes tilstrækkeligt ved Figurforklaringen. (Se ogsaa Wight's Icones Plant. Ind. orient., V, tab. 1919).

---

5. *Lawia zeylanica* (Gardn.) Tul.

Tørrede og spritlagte Exemplarer har jeg modtaget fra Dr. Henry Trimen paa Ceylon.

Denne Art hører ligeledes til dem, der, efter Weddell, have «caules frondiformes»; disse beskrives som «suborbiculari expansi v. irregulariter lobati». Den danner i Virkeligheden, som Fig. 27 viser, tynde, skorpeagtige, aldeles thalloide Overtræk paa Stene; Konturerne ere uregelmæssigt lappede. Paa disse skorpelav-lignende Overtræk sidde talrige smaa Skud, tilsyneladende fuldstændig uden Orden og af to Slags. Den ene Slags Skud sees i Mængde paa Fig. 27, *A*, mærket *gv*; den synes at være rent vegetativ og er dannet af en Mængde roset- eller straaleformet fra et Centrum udgaaende, liniedannede Blade (se ogsaa Fig. 28, *F*). Af den anden Slags sees der paa Fig. 27, *A* kun to (mærkede *fl*), medens de ere i overvejende Antal paa Fig. 27, *B*; de ere florale og sees paa denne

Figur i forskjellige Udviklingsstadier. Falde Skuddene af, efterlade de et lille, fordybet, kredsrundt Ar, som ofte har en lille navleformet Fremragning i Midten, hvor Blomsterstilken har siddet (*cic* i Fig. *A* og *B*).

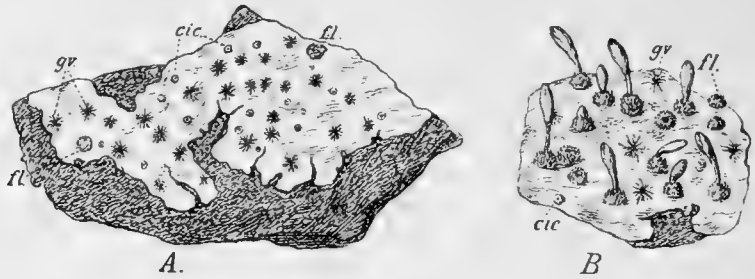


Fig. 27. *Lawia zeylanica* (omtrent $^1/_1$).
gv, vegetative Skud; *fl*, florale Skud; *cic*, Ar efter affaldne Skud.

«Thallus» viser saaledes aldeles ikke Spor af direkte at bære Blade, og i denne Henseende er *L. zeylanica* vidt forskjellig fra *L. foliosa*; dette tyder paa, at «Thallus» her er en skorpeformet udbredt Rod.

Skuddene, der staa paa «Thallus», ere endogene; se Fig. 28, A^1—A^2, hvor *g* betegner det endnu helt indesluttede Skud. De anlægges aabenbart dybere inde i Thallus end f. Ex. hos *Dicræa apicata* og andre Podostemaceer. Lægger man Snit lodret gjennem «Thallus», sees dette dannet af c. 10—12 Lag af Parenchymceller. Fra dets Underside udspringe Rhizoider paa sædvanlig Maade og med sædvanlig Form (*rh* i Fig. 28, A^2 og D^1—D^2 foruden i *B* og *E*). I de 2 til 3 øverste Cellelag af «Thallus» er der talrige Kisellegemer (*sil* i Fig. 28, A^2; isolerede Kisellegemer sees i *M*). De ligge saa tæt ved hverandre, at der dannes et virkeligt Panser, dog med en Mængde «Gjennemgangsceller» (se de lyse Celler i Fig. 28, *L*, medens de mørke skulle forestille kiselfyldte). Svage Karstrænge løbe midt gjennem «Thallus», dannede af en opadvendt Leptom- og en nedadvendt Hadrom-Del, ganske som i de ovenfor omtalte thalloide Rødder. Dybt nede i dette «Thallus» opstaa Skuddene, som derpaa gjennembryde de overliggende Cellelag (se Fig. 28, A^1—A^2, *B*, *C*, *E*). Jeg maa, efter hvad jeg har seet, antage, at disse Skud kunne opstaa aldeles uden Hensyn til Ledningsstrængene, men ialtfald senere synes de at komme til at hvile paa disses Leptomdele (cfr. Fig. 27, A^1). Paa ældre Skud, som det i Fig. 28, *E*, sees

[1]) Mærkeligt nok angiver Tulasne, at «frons» ovenpaa kan være besat med talrige, meget smaa, ovale eller syldannede Blade; Weddell skriver p. 46: «frons lapidi arcte adhærens .....; fronde insuper (teste Tulasnio) interdum foliis aliis minutissimis ovatis subulatisve s. quasi papilliformibus creberrime inspersa.» Jeg har ikke kunnet finde Spor af disse Blade, og Weddell heller ikke, som det synes.

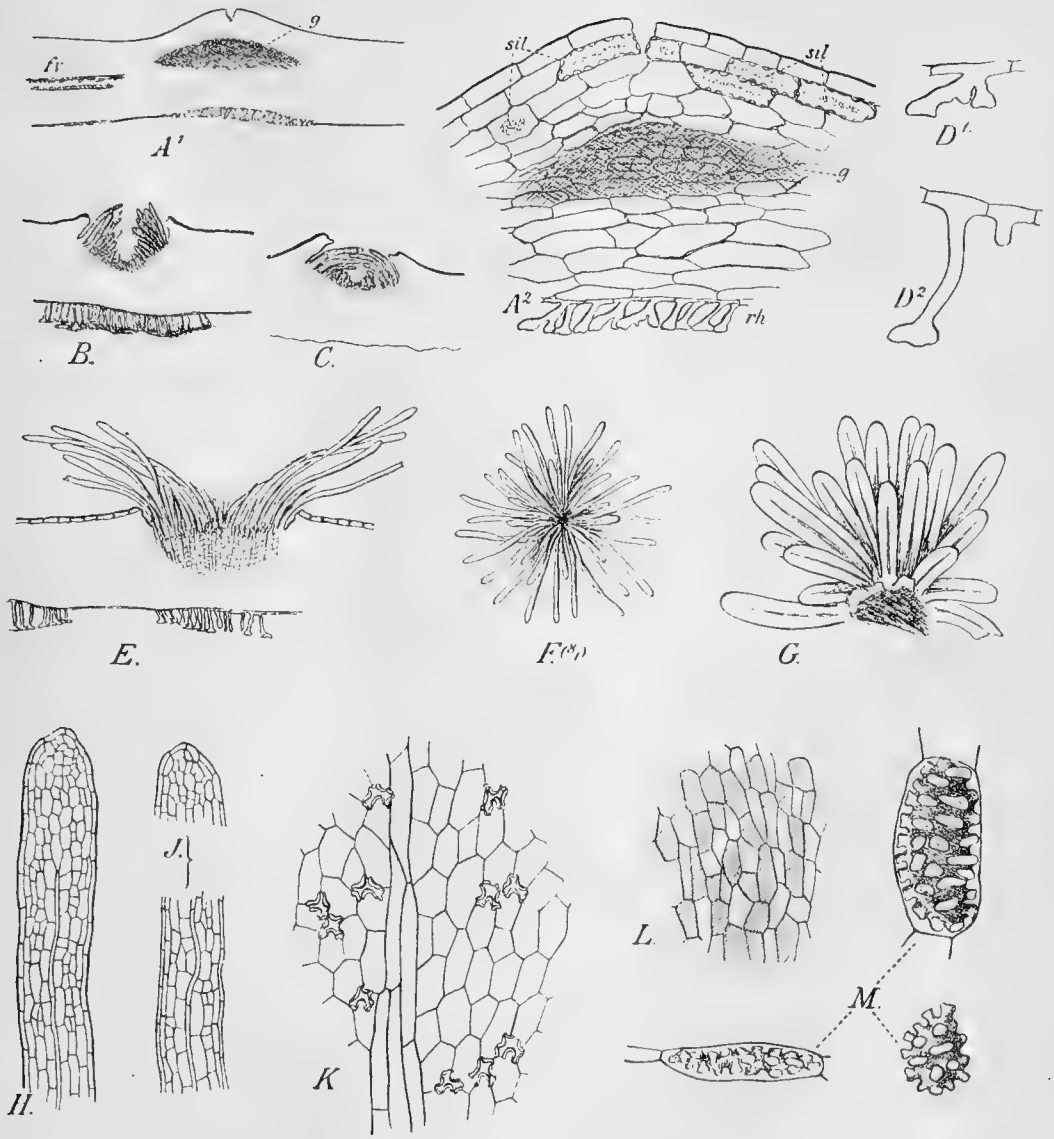


Fig. 28. *Lawia zeylanica.*

A^1—A^2, et Snit gjennem en thalloid Rod; *g*, Skud; *fv*, Ledningsstræng; *sil*, Kisellegemer; *rh*, Rhizoider. *B* og *C*, to Snit gjennem Rodskud. D^1—D^2, Rhizoider. *E*, Snit gjennem et ældre Rodskud. *F*, et vegetativt Rodskud, seet ovenfra. *G*, Del af et vegetativt Skud, seet nedenfra. *H*—*J*, Dele af Blade fra et vegetativt Skud. *K*, Overhud med Kisellegemer. *L*, de skraverede Celler maa tænkes fyldte med Kisel, de klare have ikke saadan. *M*, Kisellegemer.

under Bladrosetten en Mængde lodrette Cellerækker, der ere fremkomne ved talrige, perikline (vandrette) Delinger i Thalli centrale Væv.

Af alt dette, der jo gjenfindes hos de ovenfor omtalte Rødder af *Dicræa apicata*, slutter jeg, at vi her have med thalloide, skorpeformede, til Substratet fast trykte Rødder at gjøre. Rodhætte har jeg ikke kunnet finde paa mit meget sparsomme Materiale af ubeskadigede Thallusrande.

De vegetative Skud have en overordentlig lille og sammentrængt Stængel, ja næsten ingen saadan; Stængelled ere ialtfald ikke udviklede mellem de næsten i een vandret Flade eller paa en hul, skaalformet Flade staaende særdeles talrige Blade [Fig. 28, *E* og *B*, *C*). Jeg har endnu ikke nærmere studeret Bladdannelsen og Væxtpunktets Bygning.

Bladene ere liniedannede, udelte, helrandede, afrundede eller butte i Spidsen [Fig. 28, *F*, *G*, *H*, *J*]. I Bladene findes Kiselegemer af de samme uregelmæssige Former, som Dr. Cario har paavist hos *Tristicha hypnoides*, og sikkert ligeledes indlejrede i egne Celler, hvad jeg nærmere skal undersøge ved en anden Lejlighed. Som Figurerne vise [Fig. 28, *K*], hvile de over Skillevæggene mellem Overhudscellerne, hvortil Grunden sikkert maa være den, at der her er dannet egne, smaa Celler.

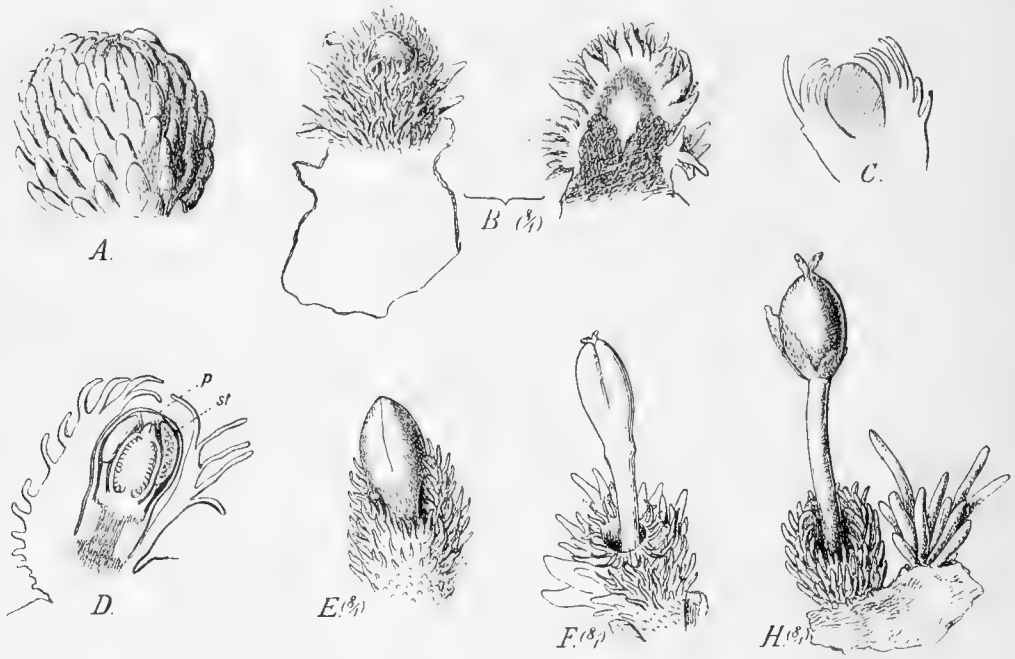


Fig. 29. *Lawia zeylanica.*
Florale Skud i Rækkefølge efter Alderen; *A* yngst, Blomsten helt indesluttet; *H* ældst, Blomsten afblomstret.

De florale Skud ere meget smaa og stærkt dorsiventrale. Om de end ikke ligge saa meget ned og ere saa stærkt dorsiventrale som hos *Dicræa apicata* o. a., ere de dog betydelig skjæve og have en tydelig forskjellig Over- og Underside [Fig. 29, *D*]. Den terminale Blomst sidder omgiven af et højt skaal- eller bægerformet, skjævt Legeme, der er glat paa Indersiden, men paa Ydersiden besat med talrige, smaa, ægdannede eller linieformede Blade [Fig. 29, *A*—*H*]. De nederste af disse Blade ere sædvanlig meget bredere

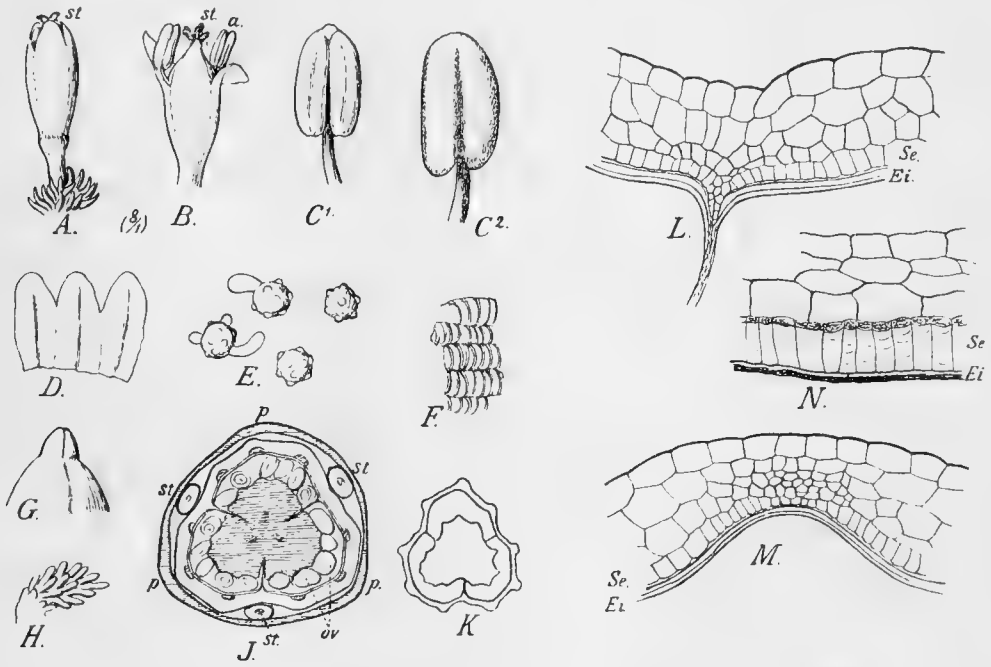


Fig. 30. *Lawia zeylanica.*

A, Blomst lige i Udspring. *B*, udsprungen Blomst; *st*, Ar; *a*, Anther. C^1 og C^2, Antherer forfra og bagfra. *D*, Perigon. *E*, Spirende Pollenkorn. *F*, fibrøse Celler fra Anthervæggen. *G*, Spidsen af ung Pistil. *H*, udviklet Ar. *J*, Diagram; *p*, Perigon; *st*, Støvdragere; *ov*, Æg. *K*, Tværsnit af ung Frugt; Ribberne træde stærkere frem. *L*, Tværsnit af Frugtknudevæg ved en Skillevæg; *Ei*, indre Overhud; *Se*, næstinderste Cellelag. *M*, Tværsnit af Væggene ved et Frugtblads Rygsøm. *N*, moden Frugt, Væg i Tværsnit; *Ei* og *Se* som i Fig. *L*.

end de andre; sammenlign f. Ex. de to Figurer *B* i Fig. 29, af hvilke den tilvenstre viser Skuddet fra Oversiden, den tilhøjre samme fra Undersiden, eller se Fig. 29, *F*. Ligeledes viser det sig af Snittet Fig. 29, *D*, at de til højre staaende Blade ere længere end de til venstre paa Oversiden staaende. Organets stærke Dorsiventralitet viser sig ogsaa deri, at den dorsale Væg er eller kan være meget tykkere end den ventrale [Fig. 29, *D*]. Jeg nærer

ikke Trivl om, at dette bægerlignende Legeme er en hul, bægerformet udviklet Axe, men jeg har desværre ikke haft Materiale til at følge Udviklingshistorien. Det er ligeledes meget tydeligt, at disse bægerformede Legemer tjene til Beskyttelse for Blomsterne, indtil den mest passende Tid for Blomstringen er kommen; Blomsterne ere nemlig helt skjulte af dem, saalænge de ere unge [Fig. 29, *A*, *B*, *C*, *D*]. Hvad andre Arter af Podostemaceer naa ved at nedsænke Blomsterne i sammenvoxende Bladskeder (*Castelnavia*, *Lophogyne*, *Apinagia* o. a.), naaer denne altsaa ved Udvikling af en saadan bægerlignende Dannelse.

Jeg har forgjæves søgt efter Mærker paa, at de vegetative Skud efterhaanden gaa over i florale, og jeg maa derfor antage, at her virkelig er to forskjellige Slags Skud ligesom hos *Dicræa elongata* og *algæformis*. Men medens de vegetative Skud hos disse synes at optræde alene henimod Spidsen af de i Vandet frit bølgende, traad- eller baandformede Rødder, og de florale optræde ved Basis af dem, ere de to Slags Skud uden Orden strøede mellem hverandre omkring paa de thalloide Rødder hos *Lawia zeylanica*.

Blomstens Bygning illustreres af Fig. 29, *D*—*H* og Fig. 30. Diagrammet sees af *J* (Snittet har ramt den sambladede Del af Blosteret, saa at de enkelte Blosterblade ikke træde selvstændigt frem; dog sees Blosteret tydeligt tykkest ud for Frugtbladene, i Mellemrummene mellem Støvbladene). De 3 Bladkranse ere regelmæssigt alternerende.

Pollenkornene have mange Spirehuller, og flere Støvrør kunne komme til Udvikling fra samme Korn [Fig. 30, *E*].

Moden Frugt har jeg ikke seet, men paa nogle Skud vare de unge Frugter stærkt ribbede, som i Fig. 30, *K*. Væggene have de sædvanlige to Cellelag indvendig [*Ei* og *Se* i Fig. 30, *L*—*N*], hvis Celler krydse hverandre under rette Vinkler. De øvrige Bygningsforhold sees med Lethed af Figurerne.

6. *Podostemon (Hydrobryum) olivaceus* (Gardn.).

Materiale er sendt mig i Sprit af Henry Trimen paa Ceylon, samlet nær Peradenyia; for dette som for andre Sendinger takker jeg ham paa det bedste.

Denne Art hører til Gruppen *Zeylanidium* eller *Hydrobryum*, der har «Caulis frondiformis membranaceus», og denne Stængel eller «frons» beskrives som «ambitus irregulariter lobatus, superficie tota superiore crebre gemmifer», «scopulo plus minus apressus,

Fig. 31. *Podostemon (Hydrobryum) olivaceus*; nat. St.
A, Blomsterne endnu i Knop. *B*, Blomsterne udsprungne.

lobis haud raro imbricatis» (Weddell i De Candolles Prodromus XVII, p. 75). [Se Fig. 31]. Jeg opfatter denne «caulis frondiformis» eller «frons» paa samme Maade som det thalloide Legeme hos *Lawia zeylanica*, nemlig som en thalloid Rod.

Den thalloide Rod er her omtrent det eneste Vegetationsorgan, ligesom hos *Lawia zeylanica*, *Dicræa elongata* og *algæformis*. Den er et membranøst, til det stenede Underlag tæt hæftet Legeme, hvis Farve er mørk olivengrøn. Overfladen er aldeles glat, kun besat med de smaa, florale Skud [Fig. 31]. Løsnes Roden fra Underlaget, sees brunlige Pletter af større eller mindre Udstrækning, fra hvilke Hæfte-Rhizoider have udviklet sig, som afbildet Fig. 32. Samme Figur viser Bygningen af Roden, seet i Tværsnit. Den er omtrent en 10—12 Cellelag tyk, dannet af Parenchym, med Karstrænge omtrent i Midten. Det øverste Lag har temmelig smaa Celler og er chlorofylførende; de derpaa følgende to ere storcellede og ret tykvæggede med Spor af Porer (se Fig. 32). Veddet i Ledningsstrængene vender som sædvanlig nedad. Der er Netkar i det. Det er overmaade vanskeligt at faa Snit gjennem Roden formedelst de talrige af Kisel opfyldte Celler.

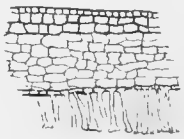


Fig. 32. *Podostemon (Hydrobryum) olivaceus.*
Lodret Snit gjennem den thalloide Rod.

Vegetative Skud har jeg ikke fundet.

De florale Skud ere endogene. Jeg har ikke nøje kunnet følge deres Udvikling, men de synes at dannes ved horisontale Delinger i det Indre, og det er tydeligt, at de sprænge sig en Vej ud gjennem Rodlegemet; om deres Grund sees dette uregelmæssigt gjennembrudt og løftet i Vejret [Fig. 33, *A*], og fjernes et Skud, sees tydelig en

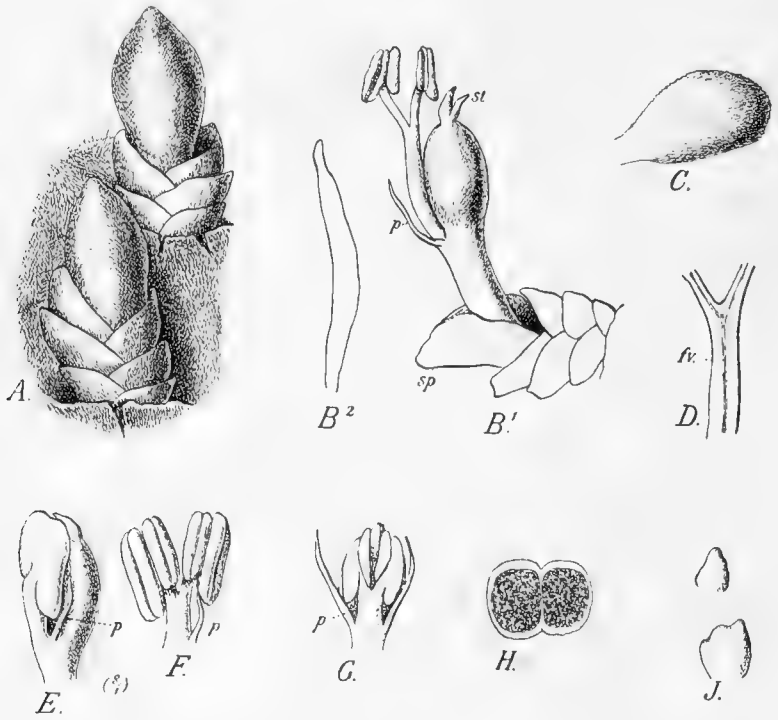


Fig. 33. *Podostemon olivaceus.*
A, florale Skud med Blomsten endnu indesluttet af Hylsteret. *B*¹, et floralt Skud med udsprungen Blomst; *sp*, Hylsteret, der er ensidigt sprængt; *p*, Blosterblad; *st*, Ar. *B*², et stærkere forstørret Blosterblad. *C*, Blomt i Knop, seet fra Siden. *D*, den gaffeldelte Støvtraad med dens Karstræng. *E*, Blomsterknop efter at Hylsteret er fjernet; *p*, Blosterskjæl *F*, Androeceet; *p*, Blosterskjæl. *G*, Blomst, udtagen af sit Hylster, seet fra Bugsiden. *H*, Pollenkorn. *J*, Ar.

Grube, i hvilken det har siddet. Skuddene ligge sædvanlig mere eller mindre nedbøjede og trykte op til Roden, vendte imod Spidsen, alle i samme eller omtrent i samme Retning [Fig. 32, *A*].

De ere i Forbindelse hermed ogsaa dorsiventrale, hvilket udtaler sig allerede i Formen af Knoppen [Fig. 33, *C*]. Spatha sprænges paa Oversiden og er derefter baadformet [*sp* i Fig. 33, *B*¹]. Skuddene have i Regelen 6 skælformede, baadformede Blade i Stilling ½ [Fig. 33, *A*, *B*¹]. Bladplade har jeg ikke bemærket.

Om Blomsterbygningen har jeg lidet at tilføje til det allerede Kjendte. Figurerne vise den med tilstrækkelig Tydelighed. Perigonskjællene ere liniedannede [Fig. 33, B^2]. I den gafleldelte Støvtraad er der en ligeledes gafleldelt Ledningsstræng [Fig. 33, *D*]. Arrene ere korte, tykke, oprette og glatte [Fig. 33, *J*].

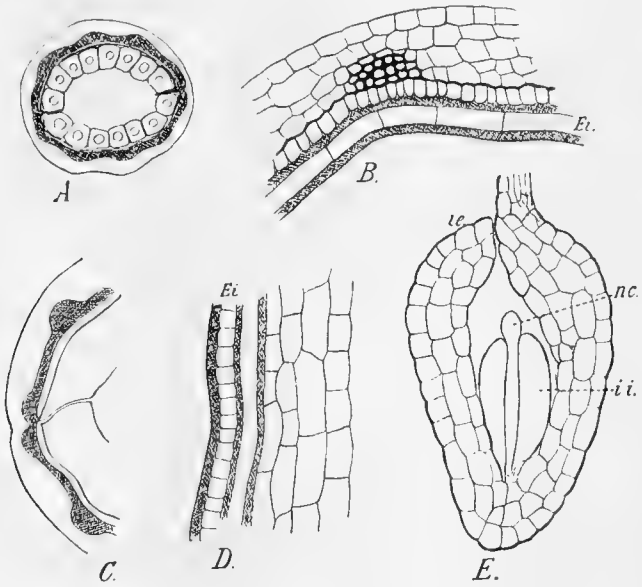


Fig. 34. *Podostemon (Hydrobryum) olivaceus.*
A, Tværsnit af Frugtknude. *B*, Tværsnit af Frugtknudevæg; *Ei*, indre Overhud, hvis Celler ere horisontalt strakte; indenfor dette et Lag med lodret strakte Celler. *C*, et Stykke af Frugtknudens Væg ved Skillevæggen, visende Sklerenkymstrængenes Beliggenhed. *D*, Længdesnit gjennem Frugtknudevæggen. *E*, Æg i Længdesnit; *ie*, ydre Integument; *ii*, indre Integument; *nc*, Ægkjernen.

I Frugtknudevæggen er der de sædvanlige 10 Sklerenkymstrænge, ordnede paa sædvanlig Vis [Fig. 34, *A* og *C*), og inderst i Frugtknude- eller Kapselvæggen er der de samme to korsvis krydsede Cellelag [Fig. 34, *B* og *D*].

Af Ægget har jeg ikke faaet noget tilfredsstillende Præparat; det synes imidlertid ikke væsentligt afvigende fra den tidligere iagttagne Ægbygning, navnlig rager Ægkjærnen ud over det korte indre Integument [Fig. 34, *E*].

Études sur la famille des Podostémacées.

Par

Eug. Warming.

Quatrième mémoire.

1. *Hydrostachys imbricata* A. de Jussieu.

Dans une petite notice «Note sur le genre Hydrostachys»[1]), j'ai mentionné en peu de mots l'*Hydrostachys imbricata*, et émis l'opinion qu'il doit être rangé dans une petite famille à part, qui peut-être n'est pas même très voisine des Podostémacées. Je reproduis aujourd'hui, dans le texte danois, cette note sous une forme plus détaillée et avec des figures. En me référant à la dite note et aux travaux de MM. Tulasne et Delessert (voir p. 135), je crois pouvoir, en ce qui concerne l'*Hydrostachys imbricata*, me contenter de donner dans ce résumé une explication des figures.

Fig. 1. 1, partie d'une pousse, un peu réduite (environ aux 3/4); *f*, feuille; *J*, jeune inflorescence. 2, inflorescence ♂, un peu réduite. 3, fragment de sa hampe, grossi (environ 3 fois) et montrant de nombreuses émergences disposées sans ordre. 4, inflorescence ♀, un peu réduite.

Fig. 2. *A*, extrémité de la racine avec sa coiffe (*ca*). *B*, section transversale de la racine; *c*, cylindre central, dans lequel les faisceaux d'hadrome sont indiqués par des points plus foncés. *C*, partie de la périphérie du cylindre central avec les tissus conducteurs; *h-h*, hadrome; *m*, moelle; *c*, écorce. La flèche indique la périphérie. La racine est polyarque et présente, à la périphérie du cylindre central, outre les faisceaux d'hadrome un faible tissu conducteur essentiellement formé d'éléments ressemblant à du leptome.

Fig. 3. *A*, section transversale de l'émergence d'une feuille; au-dessous de l'épiderme il y a une couche de cellules riches en chlorophylle. *B*, segment d'une jeune feuille, couvert d'émergences, dont une terminale, plus grande.

Fig. 4. *A*, section transversale du pétiole d'une feuille. On y voit disséminés un grand nombre de faisceaux conducteurs fermés, revêtus à leur périphérie de cristaux d'oxalate de chaux. Des faisceaux conducteurs se dirigent vers les émergences. *B*, section transversale d'une émergence (le faisceau conducteur n'est pas indiqué); *C*, section transversale d'un faisceau conducteur; la flèche indique la périphérie. Dans l'hadrome il y a une lacune; le leptome est entouré d'un tissu collenchymateux.

[1]) Bulletin de l'Académie royale danoise des sciences et des lettres. 1891.

Fig. 5. 1, partie d'une feuille, un peu réduite; elle est partout couverte d'émergences. 2, section transversale du rachis d'une feuille. 3 et 4, partie d'un épi ♂, grossie (2 fois); on y voit des verticilles de 7—9 bractées. 5, partie d'une section longitudinale tangentielle d'un épi ♂, qui montre 6 bractées (*B*) et leurs fleurs axillaires. 6, petite pousse, un peu réduite; *f*, feuilles; *J*, inflorescences. 7, section longitudinale radiale d'un épi ♂; du faisceau conducteur *s*, dans l'axe, partent des faisceaux qui se rendent aux fleurs ♂, mais les faisceaux des bractées (*B*) ne sont pas encore visibles. Les vaisseaux sont spiralés, avec des anneaux disposés irrégulièrement.

Fig. 6, (Grossissement de 8 fois). *A—C*, la même bractée d'un épi mâle, vue de derrière (*A*), de côté (*B*) et de face (*C*), après que la fleur mâle a été enlevée; *m*, *n* et *o* sont les trois segments de la bractée; *D* et *E*, une autre bractée d'une fleur mâle, vue de face et de côté.

Fig. 7. *A—E*, série de sections transversales depuis la base jusqu'au sommet d'une bractée, laquelle montre la ramification des faisceaux conducteurs dans la bractée et ses segments.

Fig. 8. Bractées de fleurs femelles du côté dorsal (*A*, *B*) et du bord (*C*).

Fig. 9. *A*, section transversale du rachis d'un épi mâle; d'un anneau de faisceaux conducteurs il en part de plus petits qui se rendent aux fleurs mâles (*st*) et aux bractées; ceux des fleurs mâles sont dichotomiques déjà avant de quitter l'axe. *B*, section transversale de la hampe d'une inflorescence ♂; on y voit un anneau de grands faisceaux conducteurs et un grand nombre d'autres plus petits disséminés sans ordre, et les faisceaux se dirigeant vers les émergences. *C*, faisceau conducteur d'une bractée; il s'est formé des sphérites.

Fig. 10. Section longitudinale d'un faisceau conducteur dans l'axe d'une inflorescence; *v-v*, vaisseau annulaire.

Fig. 11. *A*, fragment d'une inflorescence mâle. Deux fleurs mâles, avec leurs bractées respectives, sont désignées par *a* et *b*; les fleurs mâles (étamines) sont montées au-dessus des bractées. *B* et *C*, fleur mâle, vue d'en bas et d'en haut; la fente de déhiscence est tournée en bas vers la bractée. *D*, pollen (grains composés de 4 cellules).

Fig. 12. Structure de l'anthère; au-dessous de l'épiderme (*e*), il y a une couche de cellules fibreuses (*f*), excepté sur le côté dorsal et à la fente de déhiscence (voir *A*, *C* et *D*). *s*, dans *D*, faisceau conducteur, comme *fv* dans *A*.

Fig. 13. Diagramme d'une fleur femelle avec sa bractée; *B*, bractée, vue du côté interne; *C*, pistil, vu du côte qui regarde la bractée; *D*, le même, vu du côté opposé.

Fig. 14. Structure de la paroi de l'ovaire. *A*, section transversale; *B*, section longitudinale; *C*, épiderme de la face externe de l'ovaire. Sur la face interne de la paroi, ne se trouvent pas les couches de cellules qu'on rencontre ordinairement chez les Podostémacées (voir, p. ex. Fig. 17, 19), mais la couche la plus interne (*Ei*) se compose de cellules disposées verticalement (*c*), et celle qui la précède (*s*), de cellules un peu pallissadiques.

Fig. 15. *A—E*, section longitudinale d'un ovule. *m*, micropyle; *se*, sac embryonnaire; la nucelle est petite, comme chez les plantes sympétales, et l'intégument épais, caractères par lesquels cet ovule diffère de l'ovule dichlamyde des Podostémacées. *F*, épithélium du stigmate, en section longitudinale faite par le style.

2. *Sphærothylax Abyssinica* (Weddell).

Je représente ici (Fig. 16 et 17), d'après des exemplaires secs, cette plante fort singulière, que M. Weddell a décrite dans D. C. Prodr. XVII, 78, sous le nom d'*Anastrophea Abyssinica*. Suivant cette description, elle a deux espèces de tiges, «caules dimorphi», dont l'une est dressée, flottante, à longues feuilles dichotomiques, à l'aisselle desquelles les fleurs semblent être disposées en petites inflorescences cymeuses, tandis que l'autre, à la base de ces pousses, est thalloïde et couverte de petites pousses florales. Je dois supposer, par analogie avec la *Dicræa apicata*, que ces «tiges» sont des racines foliacées

qui assimilent le carbone; elles n'ont pas de feuilles et leurs pousses florales sont évidemment endogènes (voir Fig. 17, 6).

Explication des figures.

Fig. 16. La plante en grandeur naturelle.

Fig. 17. 1, plante faiblement grossie ($1^1/_2$ fois environ). 2, segment de feuille. 3, étamine (grossie 9 fois) fermée. 4, 5, fleur encore en bouton, vue de côté (4) et du dos. 6, une des racines thalloïdes, avec des pousses florales jeunes et vieilles (les fleurs ne sont pas encore écloses). 7, une autre avec de jeunes pousses florales en bouton et fructifères. 8, 9, fleur en bouton après l'enlèvement de la spathelle. 10, grains de pollen. 11, stigmates. 12, fleur dont les anthères sont déjà ouvertes et ont jeté leur pollen, qu'on voit sur les côtés de l'ovaire. 13, fleur éclose. 14, 15, anthères ouvertes. 16, 17, jeunes fruits; le dernier est tout ouvert. 18, section transversale de l'ovaire. 19, les deux couches de cellules les plus internes de la paroi du fruit; de même que chez les autres Podostémacées, la couche la plus interne (*a*) a des cellules disposées horizontalement, et celle qui la précède (*b*), des cellules disposées verticalement.

3. *Dicræa apicata* Tulasne.

Dans sa monographie (Archives du Museum, VI), M. Tulasne mentionne, page 204, sous la rubrique «Corrigenda et addenda», une «species paradoxa» «fortassis forma abnormis» du *Dicræa rigida*, qui me semble être l'espèce dont il est question ici. On trouvera ci-dessus, p. 149, les diagnoses que M. Tulasne et M. Weddell ont données de cette plante.

Je remercie M. le Dr. D. Brandis pour les matériaux, conservés dans l'esprit de vin et recueillis par lui dans le Nilgiris (fleuve Packara), qu'il a bien voulu mettre à ma disposition.

La Fig. 18 représente, 4 et 12, deux exemplaires, le premier presque en grandeur naturelle et le second faiblement grossi, qui nous montrent les trois parties principales de cette espèce: *A*) en bas, un corps foliacé à plis ondulés, sinueux et lobé sur les bords, que j'appellerai provisoirement «Thallus»; il porte *B*) un grand nombre de petites pousses fleuries (*F* dans la Fig. 18, 12), que je désignerai sous le nom de «florales». Enfin, sur les bords du thallus s'élèvent *C*) des corps ressemblant à des hampes et portant une quantité innombrable de feuilles filiformes; je donnerai à ces corps le nom de «pousses végétatives».

A. Le «**Thallus**» est tout mince et foliacé. Sur sa face supérieure se trouvent les pousses florales ci-dessus mentionnées, mais elle est du reste complètement lisse, sans trace de feuilles, de poils ni d'autres formations (Fig. 18, 13), et très riche en cellules renfermant de la silice. Les stomates font complètement défaut.

Sur sa face inférieure on trouve de nombreux poils, dont le développement et la structure ressemblent en tout à ceux des rhizoïdes trouvés chez beaucoup de Podostémacées, et ils ne servent sans doute, comme ces derniers, qu'à fixer la plante (Fig. 19, *A*, *B*). J'ai d'ailleurs trouvé quelquefois des haptères (Fig. 18, 12 *H* et Fig. 19, *C*, *D*), qui sont identiques à ceux d'autres Podostémacées.

Les pousses florales sont endogènes, ce que, par exemple, la Fig. 19, *A* et la Fig. 20, *A*—*C*, montrent bien clairement. Déjà à cause de ces concordances avec les

racines d'autres Podostémacées, je n'hésite pas à regarder comme certain que les «Thalli» sont de vraies racines. Le pas fait par le *Dicræa algæformis* pour transformer sa racine en racine foliacée a donc ici été poussé bien plus loin; nous sommes en présence d'une large racine thalloïde foliacée et irrégulièrement lobée, qui ressemble tout à fait au thallus de quelques Hépathiques.

La coiffe de la racine est ici complètement disparue. Les sections verticales du bord du «thallus» font voir que les cellules situées dans le bord même ont un épaississement un peu collenchymateux (Fig. 20 *B*, *D*). On trouve un épiderme distinct et continu tout autour des faces inférieure et supérieure et du bord, et, en dedans de ce dernier, un parenchyme homogène à parois minces ou un peu collenchymateuses.

Cette racine thalloïde, comme je l'appellerai maintenant, croît évidemment dans son bord; le parenchyme en est formé des cellules les plus jeunes, les plus petites et les plus riches en protoplasme (Fig. 20, *A*). En regardant une jeune racine à la lumière transmise, on aperçoit de faibles nervures qui se dirigent vers la périphérie en formant çà et là des anastomoses. Les sections transversales de la racine font voir un tissu de parenchyme à parois minces et riche en amidon, dans lequel on retrouve ces nervures sous forme de faisceaux vasculaires faiblement développés (Fig. 21). dont l'hadrome est tourné vers la face inférieure de la racine, ce qui constitue une nouvelle concordance avec les racines dorsiventrales des Podostémacées que j'ai étudiées auparavant. L'hadrome ne renferme que des vaisseaux peu nombreux et indistincts.

B. Les pousses florales sont donc des pousses endogènes. Au bord de la racine se trouvent les plus jeunes (Fig. 22); elles s'y forment tout près du bord indépendamment des faisceaux conducteurs (Fig. 20).

Les pousses sont toujours dorsiventrales d'une manière très marquée; elles s'inclinent sur la racine avec le sommet dirigé vers le bord (Fig. 18 et 22), de sorte que les faces supérieure et inférieure deviennent différentes. L'androcée est située sur la face inférieure et les stigmates s'infléchissent vers elle (Fig. 18, 3), comme chez toutes les autres Podostémacées.

Les feuilles sont de deux espèces. Celles qui se développent les premières sont, dans beaucoup de cas, peut-être dans tous, filiformes, très longues et non siliceuses (Fig. 22, *A*, *o*, *p*, *q*, *r* et *s*); on trouve en outre des feuilles courtes naviculaires, riches en silice, qui semblent venir plus tard (Fig. 22, *A*, *m* et *n*). Les premières ont évidemment une fonction assimilatrice, les dernières ont sans doute surtout le rôle de protéger la fleur.

C. Les longues pousses assimilatrices se composent de deux parties, dont une inférieure, ressemblant à une hampe, qui peut atteindre une longueur de 7—8 ctm. et une épaisseur de 4—5 mm. environ, et une supérieure, formée d'une multitude de feuilles filiformes (Fig. 18, 4).

La hampe est à peu près cylindrique et lisse, sans trace de feuilles; elle est formée de grandes cellules de parenchyme à parois minces sans méats intercellulaires, mais avec un faible épaississement collenchymateux des coins des cellules (Fig. 23, *B*). On y trouve une espèce de cylindre central en général excentrique (Fig. 23, *A*), qui, comme le montre la Fig. 23, *B*, est formé de cellules étroites, à épaississement collenchymateux beaucoup plus fort, dont quelques-unes sont divisées par de nombreuses cloisons irrégu-

lièrement disposées, comme dans le leptome. Il n'y a pas d'éléments d'hadrome; en tout cas, ils ne sont pas lignifiés.

Au sommet de chaque hampe, il y a toujours une quantité considérable de corps filiformes, qui sont des feuilles. Je n'ai jamais pu trouver dans quel ordre ils sont disposés, mais les sections longitudinales montrent assez clairement l'existence de plus d'un point végétatif, souvent même de plusieurs, et il est donc évident qu'on a affaire ici à un système complexe de pousses (Fig. 23, *C*).

Tous les points végétatifs sont plus ou moins enfoncés entre les feuilles et reconnaissables à la petitesse et à la teinte foncée des feuilles environantes (Fig. 23, *C*, *D*). Les pousses assimilatrices ne renferment pas de formations siliceuses; elles sont, paraît-il, suffisamment soutenues par le collenchyme de la hampe.

Les feuilles filiformes sont identiques, qu'elles partent de la base d'une pousse florale ou d'une pousse végétative. En section transversale, elles sont à peu près demi-circulaires avec un faible sillon à la face supérieure (Fig. 24, *B*, B^1, B^2, *C*). Les cellules de l'épiderme, vues de face, ont une forme polygonale allongée et des parois minces, excepté dans le sillon, où il s'en détache irrégulièrement de petites cellules avec un contenu plus foncé, qui s'élèvent comme des papilles au-dessus des autres, et semblent pouvoir se développer en longs poils unicellulaires ressemblant à des poils radicaux (*t* dans Fig. 24, *C*, *D*, *H*, *J*).

L'épiderme porte quelquefois de petits corps coniques et cylindriques disposés en rangées irrégulières, surtout sur les parois longitudinales des cellules (Fig. 24, *E* et *mx* dans *C*), mais ils manquent souvent; ce sont des myxophycées.

La paroi interne des cellules de l'épiderme est toujours revêtue d'une couche de gros grains de chlorophylle qui forment de l'amidon (Fig. 24, *C*, *D*, *F*, *G*), et sont disposés tantôt très régulièrement en une série, tantôt sans ordre en plusieurs (Fig. 24, *F*, *G*). Mais, outre ces grains, on en trouve, contre les parois extérieures et latérales, un grand nombre de plus petits qui semblent être aussi des grains de chlorophylle; toutefois, je n'y ai pas trouvé d'amidon (Fig. 24, *C*, *D*, *F*).

Au milieu du mésophylle, court un faisceau conducteur simple formé d'éléments de leptome très allongés et à parois minces, mais sans vaisseaux (Fig. 24, *C* et *D*).

Situation des pousses assimilatrices. J'ai en vain cherché à me rendre compte de leurs rapports avec la racine. Tout ce que je puis dire, c'est que je ne les ai jamais vues naître du milieu de la racine thalloïde ni de sa surface, mais elles étaient toujours fixées au côté de celle-ci (Fig. 18, 12).

Fleurs. La spathelle, comme d'ordinaire chez les Podostémacées, n'a pas de faisceaux conducteurs et est formée d'un petit nombre (ici 5 environ) de couches de cellules parenchymateuses à parois minces; sur sa face externe, elle est couverte de poils serrés, courts et cylindriques (par exemple, Fig. 18, 1 et 3), dont les parois sont relativement épaisses et souvent avec des aspérités à la surface (Fig. 25, *A* et *B*). Elle s'ouvre d'un côté par une fente, comme chez le *Dicræa* (Fig. 18, 3).

L'androcée (Fig. 18, 3, 5, 6, 7) est, comme à l'ordinaire, située sur le côté ventral de la pousse. Les grains de pollen sont réunis par paires, avec des parois minces et lisses (Fig. 18, 8; Fig. 25, *C*).

Gynécée. Les styles sont, dans le bouton, inclinés vers le côté ventral de la pousse et vers l'androcée (Fig. 18, 3, 10). Ils sont foliacés (Fig. 18, 9 et Fig. 25, *D*), formés de cellules allongées à parois minces, et les grains de pollen peuvent germer sur une grande partie de leur surface (Fig. 25, *C*, et *p* dans *D*). L'ovaire est biloculaire, avec le placenta ordinaire très épais rattaché aux parois par des cloisons très minces (Fig. 25, *F*). Les parois ont la structure qu'on trouve habituellement chez les Podostémacées (Fig. 25, *E*). Il y a 6 gros faisceaux de sclérenchyme (nervures dorsales), et, à chaque fente de déhiscence, deux autres moindres très rapprochés (Fig. 25, *F*).

Je n'ai pas pu voir distinctement la structure des ovules; mais, dans les traits principaux, ils sont comme d'habitude, anatropes avec un funicule très court (Fig. 25, *g*).

Après avoir fait connaissance avec le *Dicræa apicata* Tul., nous pouvons mieux comprendre le *Sphærothylax Abyssinica*. Les corps thalloïdes, ressemblant à des Hépatiques, et couverts de pousses florales à la base des pousses dressées, sont évidemment des racines thalloïdes semblables à celles que nous avons trouvées chez le *Dicræa apicata*. La pousse dressée chez le *Sphærothylax* jette du jour sur le *Dicræa*; chez le premier, les pousses sont encore assez typiques, les entre-nœuds allongés et les fleurs disposées en cymes; chez le second, tous les entre-nœuds, si l'on en excepte le plus bas, qui ressemble à une hampe, sont par contre si resserrés qu'il ne m'a pas été possible de découvrir où se termine la tige de l'axe principal, ni dans quels rapports les divers axes latéraux sont entre eux et avec cet axe. Toutes les pousses dressées que j'ai vues semblent être purement végétatives; mais qu'il puisse, comme chez le *Sphærothylax*, s'y trouver aussi des fleurs et même de petits corps thalloïdes, cela paraît résulter de la citation de M. Tulasne (Monographia, p. 204; voir p. 158 du texte danois).

Fig. 18. 1, pousse florale avant l'éclosion de la fleur. 2, une autre avec deux courtes feuilles végétatives. 3, fleurs après l'éclosion; *sp*, spathelle; *ov*, ovaire; *p-p*, écailles du périgone. 4, exemplaire entier de l'espèce. 5 et 6, androcée avec les écailles du périgone (*p*), vues de dedans et de dehors. 7, anthère, vue de face. 8, pollen. 9 et 10, stigmates. 11, ovaire d'une fleur en bouton. 12, fragment d'un exemplaire, faiblement grossi; *H*, haptères, sur la face inférieure de la racine; *V*, pousse végétative; *F*, pousse florale, sur la face supérieure de la racine. 13, racine, vue d'en haut. 14, bord d'une racine, avec 3 pousses qui n'ont pas encore percé le thallus.

Fig. 19. *A*, section verticale d'une racine thalloïde; *p*, rhizoïdes; *fv*, faisceaux conducteurs; à gauche, une pousse qui ne s'est pas encore fait jour. *B*, face inférieure d'une autre racine avec des rhizoïdes. *C*, haptère. *D*, extrémité de cet haptère avec des rhizoïdes, plus fortement grossie.

Fig. 20. *A*, section verticale du bord d'une racine; le tissu extrême est le plus jeune. *B*, même section, plus fortement grossie; *g*, pousse florale. *C*, autre section verticale dont la pousse florale, *g*, est un peu plus développée. *D*, bord d'une racine en section longitudinale, fortement grossi; les cellules extrêmes ont un épaississement collenchymateux; la racine n'a pas de coiffe.

Fig. 21. *A*, partie d'une section verticale d'une racine thalloïde; *Es*, épiderme du côté supérieur; *Ei*, épiderme du côté inférieur; dans le parenchyme riche en chlorophylle, on voit en section transversale un faible faisceau conducteur. *B* et *C*, deux faisceaux conducteurs d'une section semblable. Les flèches indiquent la face supérieure de la racine.

Fig. 22. *A*, fragment d'une racine thalloïde avec des pousses; *m* et *n* sont les plus âgées, *o*, *p*, *q*, *r* et *s*, les plus jeunes; *t-u* sont des pousses détruites. *B*, pousse radicale qui se fait jour; *f*, les deux premières feuilles.

Fig. 23. *A*, Section transversale d'une hampe, faiblement grossie; *c*, tissu conducteur. *B*, section transversale du tissu conducteur, plus fortement grossie, montrant les différents faisceaux conducteurs, qui

sont formés par des cloisons longitudinales et ont la même structure que le leptome. A la périphérie de la figure, on voit quelques-unes des cellules parenchymateuses de la hampe. *C*, section longitudinale de la partie feuillée d'une pousse assimilatrice; on aperçoit 3 points végétatifs enfoncés entre les feuilles. *D*, jeunes feuilles d'un point végétatif.

Fig. 24. *A*, sommet d'une feuille. *B*, B^1, B^2, sections transversales de feuilles. *C*, section transversale d'une feuille, fortement grossie; *fv*, faisceau conducteur; *t-t*, cellules situées dans le sillon de la feuille et dont le contenu est plus foncé. *D*, section longitudinale d'une feuille; *Es*, épiderme supérieur; *Ei*, épiderme inférieur. *F*, cellule épidermique avec les deux sortes de grains, vue de côté. *G*, paroi interne d'une cellule semblable, vue de face. *H*, partie de la surface du sillon d'une feuille; *t*, les mêmes cellules qui, dans *C* et *D*, sont vues en section longitudinale. *J*, le sillon (*m-m*) d'une feuille, près du sommet de celle-ci.

Fig. 25. *A*, section transversale de la spathelle. *B*, poils de la même, plus fortement grossis. *C*, petit fragment d'un stigmate, avec des grains de pollen germants. *D*, stigmates portant des grains de pollen (*p-p*). *E*, section transversale de la paroi de l'ovaire; *m*, la couche la plus interne à cellules horizontales, et *n*, l'avant-dernière couche à cellules verticales. *F*, section transversale de l'ovaire. *G*, ovule en section longitudinale.

4. *Lawia foliosa* (Wight).

M. le professeur Göbel m'a envoyé des exemplaires d'une Podostémacée qu'il a recueillie dans l'Inde, et qu'il a mentionnée et représentée dans «Pflanzenbiologische Schilderungen» (I, p. 167). Il suppose que c'est le *Terniola longipes*; je suis plus porté à la regarder comme le *Terniola* ou le *Lawia foliosa*.

M. Göbel a certainement raison en disant que le thallus qu'on trouve chez cette plante, et qui s'applique si exactement sur les pierres en en suivant toutes les inégalités, est produit par la soudure des divers rameaux d'un système de pousses [1].

Les pousses sont dorsiventrales, aplaties et portent deux espèces de feuilles: sur chacun des flancs, une rangée de feuilles plus larges; sur la face supérieure, une quantité de feuilles plus étroites (Fig. 26, A^1—A^2, J^1—J^2). Les premières sont ordinairement alternantes (suivant $^1/_2$); les secondes, linéaires, sont très nombreuses et, autant que j'ai pu le constater, disposées sans ordre sur le côté dorsal des pousses (Fig. 26, A^1—A^2, J^2).

Le *Lawia foliosa* semble, en réalité, différer beaucoup des autres espèces de Lawia du groupe de M. Weddell: «Herbæ pusillæ caule frondiformi.», car il a, suivant moi, des pousses thalloïdes, tandis que les autres ont des racines thalloïdes.

Les feuilles ont toutes leurs cellules parenchymateuses remplies de grains de chlorophylle (Fig. 26, *G*). La Fig. 26, *B*, *G*, *H*, en montre la structure.

Les faisceaux conducteurs de la tige tournent vers le bas l'hadrome, qui renferme des vaisseaux spiralés.

Pour la fleur et sa structure, je me réfère à la Fig. 26, *C*—*F* et *K*—*M*.

Fig. 26. A^1 et A^2, pousse vue de flanc et du dos (grossissement de 8 fois environ); 1, 2, 3, 4, 5, 6 sont des feuilles du côté droit de la pousse; *a*, *b*, *c*, les feuilles correspondantes du côté gauche; *fl*, fleur; *d*, les feuilles dorsales; *v*, les feuilles des flancs. *B*, trois feuilles. *C*, étamine, vue de face.

---

[1]) M. Göbel suppose que l'organe que M. Cario dépeint comme un thallus chez le *Tristicha hypnoides*, est aussi formé d'axes de pousses. Cependant cet organe est bien certainement une racine.

D, section transversale d'une anthère. *E*, section transversale de la paroi d'une anthère, plus fortement grossie. *F*, pistil. *G*, sommet d'une feuille dorsale. *H*, fragment de la même feuille, pris plus bas; *sil*, cellules renfermant de la silice; *l*, faisceau médian de cellules allongées; *m-m*, grandes cellules au bord de ce faisceau. J^1, complex de pousses, vu de la face inférieure; on voit en bas le disque qui fixe la plante; *v-v*, feuilles des flancs; *fl*, fleur. J^2, même complex de pousses, vu d'en haut; *d*, cicatrices provenant de l'enlèvement des feuilles dorsales. *K*, grains de pollen. *L*, section transversale d'une fleur; *p*, périgone; *st*, étamines. *M*, stigmate.

5. *Lavia zeylanica* (Gardn.) Tul.

Cette espèce appartient également à celles qui, d'après M. Weddell, ont des «caules frondiformes» (voir Fig. 27). De son «thallus», qui ressemble à un thalle crustacé de lichens, naissent un grand nombre de petites pousses, en apparence sans aucun ordre, et de deux espèces. La première espèce, dont la Fig. 27, *A* montre de nombreux exemplaires marqués *gv*, semble être purement végétative, et est formée d'une multitude de feuilles linéaires partant d'un centre en forme de rosette (voir aussi Fig. 28, *F*). La seconde espèce est florale; la Fig. 27, *A* en représente seulement deux marqués *fl*, mais elles sont en grande majorité dans la Fig. 27, *B*.

Le «thallus» ne porte pas directement de feuilles, ce qui indique que c'est une racine étalée en forme de thalle crustacé.

Les pousses du «thallus» sont endogènes (Fig. 28, A^1—A^2, *B*, *C*, *E*). De la face inférieure du «thallus» naissent, comme à l'ordinaire, des rhizoïdes de la forme habituelle (*rh* dans la Fig. 28, A^2 et D^1—D^2, comme aussi dans *B* et *E*). Dans les 2 à 3 couches de cellules supérieures du «thallus», il y a de nombreux corps siliceux (*sil* dans la Fig. 28, A^2; on voit de ces corps plus grossis en *M*). Ils sont si pressés les uns contre les autres qu'ils forment une véritable cuirasse, mais avec un grand nombre de cellules qui peuvent servir à la transsubstantiation (voir les cellules claires, Fig. 28, *L*, tandis que les cellules foncées sont celles qui renferment de la silice). Le «thallus» est traversé par des faisceaux vasculaires dont le leptome est tourné en haut, et l'hadrome, en bas, absolument comme dans les racines thalloïdes mentionnées plus haut.

De tout ce qui précède, je conclus que nous avons également affaire ici à des racines thalloïdes en forme de thalle crustacé, solidement fixées au substratum. Je n'ai pu trouver de coiffe dans les matériaux trés peu abondants dont je disposais en fait de bords intacts du thallus.

Les pousses végétatives ont une tige extrêmement petite, on pourrait presque dire nulle (Fig. 28, *E*, *B* et *C*). Les feuilles sont linéaires, simples et à bord entier, arrondies à leur extrémité (Fig. 28, *F*, *G*, *H*, *J*). On y trouve des corps siliceux ayant les mêmes formes irrégulières que celles qui ont été observées par Mr. le Dr. Cario chez le *Tristicha hypnoides* (Fig. 28, *K*).

Les pousses florales sont fortement dorsiventrales (Fig. 29, *D*). La fleur terminale est entourée d'un corps oblique, assez haut, en forme de cupule, dont la surface intérieure est lisse, tandis que, extérieurement, il est revêtu de nombreuses petites feuilles oviformes ou linéaires (Fig. 29, *A*—*H*). La forte dorsiventralité de cet organe se manifeste

aussi en ceci, que la paroi dorsale est ou peut être beaucoup plus épaisse que la paroi ventrale (Fig. 29, *D*). Je ne doute pas qu'il ne soit un axe qui s'est développé en forme de cupule.

Ces axes en forme de cupule servent à protéger les fleurs jusqu'à l'époque de la floraison, car elles y restent entièrement cachées tant qu'elles sont jeunes (Fig. 29, *A*, *B*, *C*, *D*). Ce qu'obtiennent d'autres espèces de Podostemacées en enfonçant leurs fleurs dans des gaînes de feuilles (*Castelnavia*, *Lophogyne*, *Apinagia*, etc.), celle-ci l'obtient donc à l'aide de cette formation ressemblant à une cupule.

J'ai en vain cherché des marques indiquant que les pousses végétatives se transforment peu à peu en pousses florales, et je dois donc admettre que, comme le *Dicræa elongata* et le *D. algæformis*, il y a réellement ici deux espèces de pousses, mais disséminées sans ordre sur le thallus.

Les Fig. 29, *D*—*H* et 30 montrent la structure de la fleur, et le Fig. 30, *J* en donne le diagramme. Les 3 verticilles de feuilles sont régulièrement alternants. Les grains de pollen ont beaucoup de pores, et il peut se développer plusieurs tubes polliniques (Fig. 34 *E*).

Les parois de la capsule ont intérieurement les deux couches ordinaires de cellules (*Ei* et *Se* dans la Fig. 30, *L*—*N*), dont les cellules se croisent à angle droit.

Fig. 27. Deux exemplaires à peu près en grandeur naturelle. *gv*, pousse végétative; *fl*, pousse florale; *cic*, cicatrices de pousses tombées.

Fig. 28. A^1—A^2, section d'une racine thalloïde; *g*, pousse; *fc*, faisceau conducteur; *sil*, corps siliceux; *rh*, rhizoïdes. *B* et *C*, sections de deux pousses radicales. D^1—D^2, rhizoïdes. *E*, section d'une vieille pousse radicale. *F*, pousse radicale végétative, vue d'en haut. *G*, partie d'une pousse végétative, vue d'en bas. *H*—*J*, parties de feuilles d'une pousse végétative. *K*, épiderme avec des corps siliceux. *L*, les cellules avec des hachures sont remplies de silice, les claires n'en ont pas. *M*, corps siliceux

Fig. 29. Série de pousses florales, rangées suivant leur âge; *A*, la plus jeune, la fleur est complètement renfermée; *H*, la plus vieille, la fleur est flétrie. *B*, pousse vue du côté dorsal et du côté ventral. *C*, jeune pousse en section longitudinale. *D*, pousse en section longitudinale, nettement dorsiventrale. *E*, la fleur est sortie de sa cupule. *F*, la fleur est presque éclose. *H*, elle est flétrie; à droite, une pousse végétative.

Fig. 30. *A*, fleur en en train d'éclore. *B*, fleur éclose; *st*, stigmate; *a*, anthère. C^1 et C^2, anthères vues de face et de derrière. *D*, périgone. *E*, grains de pollen germants. *F*, cellules fibreuses de la paroi de l'anthère. *G*, sommet d'un jeune pistil. *H*, stigmate développé. *J*, diagramme; *p*, périgone; *st*, étamines; *ov*, ovule. *K*, section transversale d'un jeune fruit; les nervures sont fortement marquées. *L*, section transversale de la paroi de l'ovaire près d'une cloison; *Ei*, épiderme intérieur; *Se*, l'avant-dernière couche de cellules. *M*, section transversale de la paroi, montrant la suture dorsale d'un carpelle. *N*, fruit mûr, paroi en section transversale; *Ei* et *Se*, comme dans le Fig. *L*.

6. *Podostemon (Hydrobryum) olivaceus* (Gardn.).

Cette espèce appartient au groupe *Zeylanidium* ou *Hydrobryum*, qui a une «Caulis frondiformis membranaceus», et dont la tige ou «frons» est décrite comme «ambitu irregulariter lobatus, superficie tota superiore crebre gemmifer», «scopulo plus minus apressus, lobis haud raro imbricatis» (Weddell). Je conçois ce «caulis frondiformis» ou «frons» comme étant une racine thalloïde.

La racine thalloïde est à peu près ici le seul organe végétatif. C'est un corps crustacé vert olive fixé par des rhizoïdes au substratum pierreux. La surface

en est tout à fait lisse et seulement revêtue de petites pousses florales (Fig. 31). De sa surface inférieure se développent des rhizoïdes qui sont représentés Fig. 32. La même figure montre la structure de la racine, vue en section transversale. L'hadrome, dans les faisceaux conducteurs, est, comme à l'ordinaire, tourné vers le bas. Il renferme des vaisseaux réticulés.

Je n'ai pas trouvé de pousses végétatives.

Les pousses florales sont endogènes. Elles sont ordinairement plus ou moins inclinées et pressées contre la racine, et ont toutes la même ou à peu près la même direction (Fig. 31 et 32, *A*).

Elles sont par suite dorsiventrales, ce qui se voit déjà dans la forme du bouton (Fig. 33, *C*).

Quant à la structure de la fleur, les figures la montrent avec une clarté suffisante (Fig. 33 et 34).

La paroi de l'ovaire renferme les 10 faisceaux ordinaires de sclérenchyme, et, dans la partie la plus interne de cette paroi, on trouve également les deux couches de cellules qui se coupent à angle droit (Fig. 34, *B*, *D*).

L'ovule ne semble pas, dans sa structure, différer essentiellement des autres ovules déjà observés (Fig. 34, *E*).

Fig. 31. Exemplaires en grandeur naturelle. *A*, fleurs encore en bouton. *B*, fleurs écloses.

Fig. 32. Section verticale d'une racine thalloïde.

Fig. 33. *A*, pousses florales avec les fleurs encore renfermées dans la spathelle. B^1, pousse florale avec une fleur éclose; *sp*, spathelle, ouverte d'un côté; *p*, feuille périgonéale; *st*, stigmate. B^2, feuille périgonéale plus fortement grossie. *C*, fleur en bouton, vue de côté. *D*, filet staminal bifurqué avec son vaisseau vasculaire. *E*, bouton de fleur après l'enlèvement de la spathelle; *p*, feuille périgonéale. *F*, androcée; *p*, feuille périgonéale. *G*, fleur retirée de sa spathelle, vue du côté ventral. *H*, grains de pollen. *J*, stigmate.

Fig. 34. *A*, section transversale de l'ovaire. *B*, section transversale de la paroi de l'ovaire; *Ei*, épiderme intérieur, dont les cellules sont disposées horizontalement; en dedans de l'épiderme se trouve une couche à cellules verticales. *C*, fragment de la paroi de l'ovaire, près de la cloison, montrant la situation des faisceaux de sclérenchyme. *D*, section longitudinale de la paroi de l'ovaire. *E*, ovule en section longitudinale; *ie*, intégument externe; *ii*, intégument interne; *nc*, nucelle.

En terminant, j'adresse mes sincères remerciments à MM. Thiselton Dyer, directeur du jardin botanique de Kew, Henry Trimen, directeur du jardin botanique de Ceylan, le Dr. D. Brandis, à Bonn, et le professeur Göbel, à Munich, pour les excellents matériaux qu'ils ont eu l'obligeance de me procurer.

Rhodanchromammoniakforbindelser.

(Bidrag til Chromammoniakforbindelsernes Kemi. III.)

Af

Odin T. Christensen.

Vidensk. Selsk. Skr., 6. Række, naturvidenskabelig og mathematisk Afd. VII. 5.

Kjøbenhavn.

Bianco Lunos Kgl. Hof-Bogtrykkeri (F. Dreyer).

1891.

De Forbindelser, der skulle beskrives i nærværende Afhandling, slutte sig til Chromammoniakforbindelserne, af hvilke jeg tidligere har undersøgt to Rækker, Roseochromforbindelserne og Xanthochromforbindelserne[1]), medens de øvrige Rækker ere blevne undersøgte paa særlig omfattende og indgaaende Maade af Professor S. M. Jørgensen, ved hvis Arbejder der er vundet ganske særlig Klarhed med Hensyn til Metalammoniakforbindelsernes Konstitution.

I Modsætning til de øvrige Chromammoniakforbindelser ere Rhodanchromammoniakforbindelserne kun lidet undersøgte, skjøndt de, efter det Kjendskab, man hidtil har havt til dem, at dømme, i flere Henseender besidde mærkelige Egenskaber og bl. a. have ikke lidet tilfælles med Dobbeltcyaniderne, hvis Konstitution, som Blomstrand[2]) har vist, maa antages at frembyde visse Analogier med Metalammoniakforbindelsernes; da Dobbeltcyanidernes Konstitution tillige maa antages at være analog med mange andre Dobbeltsaltes, frembød det særlig Interesse at anstille en Række Undersøgelser over Rhodanchromammoniakforbindelserne som Mellemled mellem Metalammoniakforbindelserne og Dobbeltcyaniderne for mulig derved senere at komme ind paa Spørgsmaalet om Dobbeltsaltenes Konstitution. Førend dette imidlertid kunde ske, maatte der først anstilles en nærmere Undersøgelse over selve Rhodanchromammoniakforbindelserne, for at udvide Kjendskabet til disse Forbindelsers Egenskaber og for derved at faa et tilstrækkeligt Grundlag at bygge paa ved de senere sammenlignende Undersøgelser.

Det er det første Afsnit af et saadant Arbejde, der her foreligger, og det omhandler særligt den i sin Tid af Reinecke[3]) fremstillede Rhodanchromammoniakfor-

---

[1]) Oversigt over det kgl. danske Vidensk. Selskabs Forhandlinger 1880, S. 1 og 1881, S. 85.

[2]) Chemie der Jetztzeit, S. 323 ff.

[3]) Ann. der Chemie u. Pharmacie. Bd. 126, S. 113.

bindelse, der i det følgende skal benævnes Ammonium-Diaminchromrhodanid, medens dog ogsaa den endnu tidligere af Morland[1]) fremstillede Rhodanchromammoniakforbindelse vil finde foreløbig Omtale.

Hvad der hidtil har været bekjendt om Rhodanchromammoniakforbindelserne er snart sagt, da det kun er forholdsvis lidt.

Den første, der har fremstillet en herhen hørende Forbindelse, er J. Morland, der i 1861 har givet en kort Beskrivelse af «en ny Chromammoniakforbindelse». Han fremstillede denne ved Smeltning af Rhodanammonium og Tilsætning af pulveriseret tvechromsurt Kali til den smeltede Masse; det bedste Resultat angiver han at have opnaaet ved Anvendelse af 2 Dele tvechromsurt Kali paa 5 Dele Rhodanammonium. Produktet blev udvasket med koldt Vand, hvori det kun var i ringe Grad opløseligt, og blev derpaa omkrystalliseret af Alkohol, hvori det opløstes temmelig let, eller af Æther, hvori Morland finder det nogenlunde opløseligt, en Angivelse der dog maa bero paa, at Morland har anvendt vinaandholdig Æther, eftersom Forbindelsen, som det senere skal vise sig, er aldeles uopløselig i absolut Æther. Efter Tørring ved 120° havde Forbindelsen Sammensætningen $Cr2NH_3(SCN)_3 . H_2O$, ved Ophedning efterlod den Svovlchrom og dens Opløsning gav med Sølvnitrat Bundfald af ubestemt Sammensætning. Nogen nærmere Undersøgelse af denne Rhodanchromammoniakforbindelses øvrige Forhold har Morland ikke anstillet.

Den eneste Undersøgelse, der, saavidt jeg kar kunnet finde, senere er udført over Rhodanchromammoniakforbindelserne skyldes A. Reinecke, der paa Wöhlers Opfordring i 1863 søgte at fremstille den ovenomtalte af Morland beskrevne Forbindelse. Den af Reinecke fremstillede Forbindelse havde dog ikke den Sammensætning, som Morland havde angivet, men svarede til Formlen $Cr2NH_3(SCN)_3 . NH_4SCN$; det afvigende Resultat kunde dog muligvis skyldes den Omstændighed, at Reinecke ikke behandlede Reaktionsproduktet paa samme Maade som Morland; medens nemlig den sidstnævnte kun udvaskede det med koldt Vand og derpaa omkrystalliserede det af Vinaand, behandlede Reinecke det med varmt Vand, indtil det meste var opløst, og filtrerede derpaa Opløsningen; af den mørke rubinrøde Opløsning udskilte der sig ved Afkjøling foruden smaa Krystaller en amorf Masse, der blev frafiltreret; af Filtratet herfra udskilte Reinecke det af ham undersøgte Salt ved Hjælp af hele Stykker Salmiak, der bleve anbragte paa Bunden af det Kar, hvori Opløsningen befandt sig. Saltet fældedes da som

---

[1]) Journ. chem. soc. Bd. 13, S. 252.

smaa røde glindsende Skjæl, der bleve pressede mellem Papir og tørrede i Luften. Iøvrigt angiver Reinecke, at Saltet ogsaa kan faaes, idet man udtrækker det smeltede Reaktionsprodukt med en mindre Mængde varmt Vand; det udskilles da af Opløsningen ved Afkjøling, men er vanskeligt at befri for andre Stoffer; ved langsom Udkrystallisation af Vand har Reinecke faaet det i Form af smaa Rhombedodekaedre, paa Størrelse med Knappenaalshoveder, der i Form og Farve ganske lignede smaa Granater; Formlen for det saaledes fremstillede Salt var den ovennævnte, og det var altsaa vandfrit; Reinecke angiver, at det var temmelig letopløseligt i Vand.

En Sammenligning mellem Morlands og Reineckes Undersøgelser viser tydeligt, at de to Forskere have havt med to forskjellige Forbindelser at gjøre, skjøndt de til Udgangspunkt have benyttet de samme Stoffer og udført den første Del af Processen paa samme Maade; alt tydede paa Forhaand paa, at der ved Ophedningen af tvechromsurt Kali med Rhodanammonium dannes forskjellige Rhodanchromammoniakforbindelser, af hvilke Morland ved videre Behandling af Reaktionsproduktet har isoleret een, Reinecke en anden, hvad ogsaa de anførte Analyser vise. Meget tyder paa, at det af Morland undersøgte Produkt har været en Blanding, og at den af ham angivne Formel ikke svarer til nogen ren Forbindelse; jeg skal i Løbet af dette Arbejde fremføre, hvad der tyder herpaa, idet jeg dog først i et senere Arbejde, der særligt omhandler Morlands Salt, skal søge at bringe bestemt Klarhed til Veje i dette Spørgsmaal.

Sammenligner man efter Reineckes Angivelser Rhodanchromammoniakforbindelsernes Egenskaber med de øvrige Kobolt- og Chromammoniakderivaters, vil man finde en væsentlig Forskjel. Medens der til de fleste af de hidtil kjendte Chromammoniakforbindelser svare bekjendte Koboltammoniakforbindelser, er dette ikke Tilfældet for Ammonium-Diaminchromrhodanidets Vedkommende. Dog kan det ikke undgaa Opmærksomheden, at den sidstnævnte Forbindelse i sin Sammensætning er analog med Erdmanns «salpetersyrlige Diaminkoboltilte med salpetersyrligt Ammoniak» [1]), der ogsaa benævnes «Ammonium-Diaminkoboltnitrit»:

$Cr\,2NH_3(SCN)_3 . NH_4SCN$ . . . . . Reineckes Salt.
$Co\,2NH_3(NO_2)_3 . NH_4NO_2$ . . . . . Erdmanns Salt.

Chrom svarer til Kobolt og Gruppen SCN til ONO, hvoraf atter følger, at Cyangruppen CN i Reineckes Salt svarer til Salpetersyrlingens Radikal NO i Erdmanns Salt, eller at Svovlatomerne i det første svarer til Iltatomerne i det sidste. I «Chemie der Jetztzeit» S. 355 antager Blomstrand følgende Konstitutionsformel for Erdmanns Salt (Kaliumsaltet):

---

[1]) Journ. f. pr. Chem Bd. 97, S. 385 ff.

$$\begin{array}{ccc} & & O.n \\ K.O.n.n.O & \overset{\text{VI}}{Co_2} & a.a.O.n \\ K.O.n.n.O & & a.a.O.n \\ & & O.n \end{array}$$

hvor n er Salpetersyrlingens Radikal NO, og a er NH_3. Saafremt de nævnte Salte ere analoge, skulde herefter Ammonium-Diaminchromrhodanid faa Konstitutionsformlen:

$$\begin{array}{ccc} & & S.c \\ NH_4.S.c.c.S & \overset{\text{VI}}{Cr_2} & a.a.S.c \\ NH_4.S.c.c.S & & a.a.S.c \\ & & S.c \end{array}$$

hvor $a = NH_3$ og $c = CN$, og hvor Formlen er fordoblet.

Analogien mellem Gruppen NO_2 og Gruppen SCN i disse Salte vender Tanken hen paa Analogierne mellem salpetersyrlige Dobbeltsalte og Dobbeltcyanider. Kalium-Diaminkoboltnitrit kan paa sin Side sammenlignes med Kaliumkoboltnitrit:

$Co(NO_2)_3.3KNO_2$ . . . . . Kaliumkoboltnitrit
$Co(NO_2)_3.2NH_3.KNO_2$ . . . Kalium-Diaminkoboltnitrit

i Stedet for $2KNO_2$ i Kaliumkoboltnitrit findes der $2NH_3$ i Erdmanns Salt; paa lignende Maade vilde Reineckes Salt ɔ: Ammonium-Diaminchromrhodanid kunne sammenlignes med Jernforbindelsen $Fe(SCN)_3.3KSCN$; idet Chrom træder i Stedet for Jern, $2NH_3$ i Stedet for $2KSCN$ og Ammonium for Kalium fremkommer $Cr(SCN)_3.2NH_3.NH_4(SCN)$ ɔ: Reineckes Salt. Da det paa den anden Side ikke mangler paa Tilknytningspunkter mellem Erdmanns og Reineckes Salte og de almindelige Metalammoniakforbindelser, vil det ikke være urimeligt at antage, at en nøjere Undersøgelse netop af de nævnte Salte og deres chemiske Forhold vilde kunne bidrage til at kaste Lys over Dobbeltcyanidernes og Dobbeltsaltenes Konstitution og maaske vilde kunne bringe mere Enhed til Veje i den Maade, hvorpaa adskillige mere complicerede Forbindelsers Bygning kan opfattes.

At saadanne Radikaler som NH_3 i Metalammoniakforbindelserne skulde kunne erstattes af Saltmolekuler, der i saa Tilfælde maatte optræde som Radikaler, eller omvendt, kan maaske i Øjeblikket synes noget fremmed; det maa dog erindres, at saadanne Forhold ikke ere saa enestaaende, som de ved første Øjekast synes at være; naar Muller har fremstillet Dobbeltcyanider, der afledes af de almindelige derved, at de i Stedet for KNC indeholde Radikalet CO, f. Eks. Forbindelsen Carbonylferrocyankalium $K_3FeCy_5(CO) + 7H_2O$, der afledes paa nævnte Maade af Ferrocyankalium K_4FeCy_6, da er dette et til de ovenomtalte svarende Tilfælde. Nærmere angaaende disse Forhold vil blive anført i Slutningen af nærværende Afhandling.

Foreløbige Undersøgelser over Morlands Salt.

Tilsætter man, som af Morland angivet, pulveriseret tvechromsurt Kali til smeltende Rhodanammonium under Omrøring, idet man til 50 Dele af sidstnævnte Salt anvender 20 Dele tvechromsurt Kali, der tilsættes i Portioner paa 1—2 Gram, bemærker man tydeligt, at den smeltede Masse ved Tilsætningen af de sidste Portioner af Bichromatet temmelig pludselig bliver tyk og grødet, hvorved den stærke Reaktion ophører; den sidste Del af det tilsatte Bichromat unddrager sig tildels Reaktionen, naar man ikke anvender yderligere Tilførsel af Varme, hvilket ikke bør ske, da der i saa Fald dannes andre Produkter. Ved Udludning af det afkjølede Reaktionsprodukt gjentagne Gange med smaa Mængder koldt Vand ad Gangen, bliver et rødt Pulver tilbage, der er blandet med noget upaavirket tvechromsurt Kali; heldes saa vel Opløsning som Bundfald, efterhaanden som de vindes, over i et Cylinderglas af passende Størrelse, sætter en Del af sidstnævnte Salt sig først til Bunds, og ovenpaa dette samler det røde Pulver sig. Efter nogle Timers Henstand fraheldes den mørke Vædske, der staar over Bundfaldet; derpaa bringes den største Del af dette paa Filter, idet man dog lader den nederste, stærkt gullige Del af Bundfaldet blive tilbage i Glasset, da den som nævnt indeholder rigeligt tvechromsurt Kali; man udvasker det røde Bundfald paa Filtret med koldt Vand for Sugeren nogle Gange, suger det nogenlunde tørt og opløser det derpaa i den tilstrækkelige Mængde kogende 95 % holdig Alkohol; Opløsningen filtreres, medens den endnu er varm, og Filtratet afsætter da under Afkjølingen Morlands Salt som et rødt finkrystallinsk Pulver; dette frafiltreres og udvaskes for Sugeapparatet med lidt kold, stærk Vinaand, hvorefter det lufttørres.

Det paa denne Maade fremstillede Salt er, ganske som Morland angiver, tungt opløseligt i Vand og lettere opløseligt i Vinaand; derimod er det, i Modsætning til hvad Morland angiver, ganske uopløseligt i absolut Æther, og først naar der er Vinaand tilstede, opløses det heri.

Saltets Farve svarer nærmest til Raddes internationale Farveskala Carmin 28*n*; det mister ved Opvarmning til 100° kun lidt hygroskopisk Fugtighed og viser iøvrigt de af Morland angivne Egenskaber; dog er Sammensætningen aldeles ikke den af Morland angivne. Medens f. Eks. M. angiver, at Forbindelsen indeholder 18,71 Procent Chrom, har jeg kun fundet 14,07 Procent; derimod har jeg fundet samme Indhold af Svovl som Morland, nemlig 34,04 Proc. (M. fandt 34,27).

0,6975 Gram af det ved 108° tørrede Salt blev sønderdelt ved Opvarmning paa Vandbad med ammoniakholdigt Vand, hvorved det efterhaanden spaltes fuldstændigt under Udskillelse af Chromtveiltehydrat; efter Filtrering, Udvaskning og Glødning gav dette 0,143 Gram Cr_2O_3 svarende til 0,09816 Gram Chrom eller 14,07 Procent.

0,500 Gram af samme Salt gav efter Iltning med Kongevand og videre Behandling af Opløsningen 1,238 Gr. $BaSO_4$ svarende til 0,1702 Gr. Svovl eller 34,04 Procent.

Hvilken Methode Morland har anvendt ved Analysen af Saltet findes ikke angivet. Den Formel han har opstillet stemmer ikke med min Analyse, og dertil kommer, at Saltets Forhold overfor Metalsalte og organiske Baser, som nedenfor beskrives, aldeles ikke taler for, at Morlands Formel er rigtig. Det er langt sandsynligere, at Saltet er en med Reineckes Salt beslægtet Forbindelse, og de af mig foreløbigt udforte Bestemmelser, saavelsom en senere udfort Kvælstofbestemmelse, tale for at Formlen er

$$Cr.4NH_3(SCN)_3.NH_4SCN.$$

Gruppen NH_4 kan heri erstattes af Metaller eller organiske Ammoniumderivater. Jeg opstiller derfor indtil videre denne Formel som den sandsynligste under Forudsætning af, at det undersøgte Salt har været en ensartet Forbindelse; hvorvidt dette har været Tilfældet, maa det være mig forbeholdt at afgjore nærmere i et senere Arbejde. Sikkert er det, at jeg endnu ikke ved mange af mig udforte Forsøg har kunnet fremstille nogen Forbindelse, der havde den af Morland angivne Sammensætning. Det ovenomtalte efter Morlands Methode fremstillede Salt er sikkert det samme, som jeg paa en noget ændret Maade har fremstillet af Reaktionsproduktet fra Behandlingen af smeltende Rhodanammonium med Kaliumbichromat, og som kan vindes samtidigt med Reineckes Salt og omdannes til dette, saaledes som det senere skal vises.

Det fremgaar heraf, at Morlands Rhodanchromammoniakforbindelse er ganske forskjellig fra Reineckes, og at der ved Indvirkningen af tvechromsurt Kali paa Rhodanammonium kan dannes forskjellige Forbindelser, der dog ere indbyrdes beslægtede. Ved Dannelsesprocessen finder der en Ammoniakudvikling Sted, og Chromet gaar over fra en Iltningsgrad til en anden — fra $\overset{VI}{Cr}$ til $\overset{III}{Cr}$ —; der er saaledes en vis Lighed mellem de Betingelser, hvorunder disse Forbindelser dannes og dem, hvorunder flere af de almindelige Chromammoniakforbindelser fremkomme; ved de sidstnævntes Dannelse gaar Chromet nemlig i flere Tilfælde over fra en lavere Iltningsgrad til en højere, $\overset{II}{Cr}$ til $\overset{III}{Cr}$, i Nærværelse af Ammoniak, og ligesom der under denne Proces samtidigt kan dannes flere Ammoniakforbindelser, er det ogsaa rimeligt, at noget lignende kan finde Sted ved Indvirkninger af tvechromsurt Kali paa smeltende Rhodanammonium under Udvikling af Ammoniak; man vil kunne vente Dannelsen af Forbindelser, der svare til Chrompentamin- og Chromtetraminforbindelserne.

Først kunde denne samtidige Dannelse af Forbindelser svarende til Chlorochrompentamin (Purpureo-) og Chlorochromtetraminforbindelserne give sig tilkjende ved Produkternes storre eller ringere Opløselighed, idet de Forbindelser, der svarede til Purpureopentaminforbindelserne, maatte ventes at være meget tungtopløselige i Vand, medens de,

der svarede til Chlorochromtetraminforbindelserne, maatte ventes at gaa lettere i Opløsning. Ved Behandling af Reaktionsproduktet med koldt Vand kunde man derfor vente at opnaa en foreløbig Adskillelse af de dannede Produkter. Da Morlands Salt er særdeles tungtopløseligt i koldt Vand, maatte det nærmest antages at svare til Purpureochrompentaminforbindelserne, medens Reineckes Salt, der er lettere opløseligt, maatte svare til en anden Række.

I det følgende skal jeg angive et Par Forsøg, ved hvilke man ved Indvirkning af tvechromsurt Kali paa smeltende Rhodanammonium og videre Behandling af Reaktionsproduktet kan faa to tildels forskjellige Raaprodukter, der tjene til Udgangspunkt for Fremstillingen af Morlands og Reineckes Salte.

1) Man smelter i en rummelig Porcellænsdigel eller i en Porcellænsskaal 50 Gram Rhodanammonium; naar fuldstændig Smeltning er indtraadt, tilsættes under stadig Omrøring 12 Gram fintpulveriseret, tvechromsurt Kali i smaa Portioner paa 1—2 Gram ad Gangen; der indtræder straks livlig Indvirkning og heftig Opbrusning, samtidigt med at Blandingen antager en violetrød Farve; naar Opbrusningen er bleven særlig heftig, fjernes Lampen, og de senere Portioner af Bichromatet tilsættes under vedvarende Omrøring, hvorved Massen bliver grødagtig; hvis det er nødvendigt, understøttes Processen igjen tilsidst ved Tilførsel af ikke for stærk Varme, hvilken dog snart afbrydes.

Man maa ikke tilsætte saa meget Bichromat, at Massen bliver fast, medens den endnu er ophedet, og Varmetilførselen maa ikke fortsættes, naar Reaktionen er aftaget betydeligt; ved fortsat Varmetilførsel bliver det endelige Udbytte ringere, idet der dannes andre Produkter. Som Varmekilde er en enkelt kraftig Bunsensk Lampe tilstrækkelig. Det afkjølede Reaktionsprodukt, der lettest bringes af Skaalen, naar man fortsætter Omrøringen under Afkjølingen, saa længe som Massens Consistens tillader det, har en mere rødlig Farve; det bringes ned i ca. 500 Gr. næsten kogende Vand, hvorefter den dannede Opløsning filtreres varm gjennem hurtig filtrerende Papir; Filtratet, der er meget mørkerødt, afsætter under Afkjølingen i Løbet af 24 Timer et rigeligt, smukt rødt, krystallinsk Pulver; Moderluden, der er meget stærkt farvet, fraheldes, og Bundfaldet bringes paa Filter og udvaskes, tilsidst for Sugeapparatet, med koldt Vand, hvori det er forholdsvis tungtopløseligt, indtil Filtratet har en lys rød Farve. Det udvaskede og godt afsugede Salt lufttørres ved almindelig Temperatur. Udbyttet er 11—12 Gram.

Med smaa Portioner lader ovennævnte Forsøg sig vise i et rummeligt Reagensglas i Løbet af ganske kort Tid.

Det saaledes fremstillede Produkt er efter dets Egenskaber at dømme fuldstændig identisk med Morlands Salt; det taber intet i Vægt ved Opvarmning til 120°, er særdeles tungtopløseligt i koldt Vand (S. 192), lettere opløseligt i Vinaand og uopløseligt i absolut Æther; i varmt Vand og i varm Vinaand opløses det med dyb karmesinrød Farve. Sammenligner man ovennævnte Forsøg med det af Reinecke l. c. S. 114 anførte, vil det ses, at Methoden er den samme; Reinecke anfører dog, at det ved Afkjølingen af den filtrerede Opløsning udskilte Bundfald foruden smaa Krystaller indeholder en amorf Masse, og man faar Indtrykket af, at den sidstnævnte Masse har været til Stede i størst Mængde; ved enkelte af mine Forsøg har jeg ogsaa faaet en saadan amorf Masse, men kun naar Ophedningen af det tvechromsure Kali med Rhodanammonium har været for vedholdende eller for heftig, eller naar Behandlingen af Reaktionsproduktet med varmt Vand har været fortsat for længe, hvorved de dannede Forbindelser sønderdeles; derfor skal Reaktionsproduktet bringes ned i Vandet, efter at dette i Forvejen er opvarmet næsten til Kogning, og maa ikke opvarmes sammen med Vandet.

Det paa ovennævnte Maade fremstillede Produkt kan omkrystalliseres af 10 Gange saa meget varmt Vand, naar man arbejder paa følgende Maade: Vandet opvarmes i en Skaal næsten til Kogning, derpaa tilsættes det røde Salt under Omrøring, hvorved det hurtigt gaar i Opløsning; Opløsningen filtreres straks gjennem et hurtigt virkende Filter, og Filtratet afsætter da det rensede Salt som et rødt Pulver, der udvaskes med koldt Vand for Sugeapparatet og lufttørres.

Ogsaa af varm Vinaand kan Saltet omkrystalliseres som omtalt S. 187.

Da Morlands Salt er uopløseligt i absolut Æther, kan det ogsaa renses ved Fældning af den filtrerede, i Varmen fremstillede vinaandige Opløsning med Æther; dog medgaar der betydelige Mængder af sidstnævnte Fældningsmiddel hertil.

0,5652 Gram af ovennævnte Salt gav efter Opvarmning med ammoniakholdigt Vand (se S. 187) og Glødning af det dannede Chromtveilte 0,1159 Gr. Cr_2O_3 svarende til 0,079553 Gr. Chrom eller 14,07 Procent, altsaa ganske samme Resultat, som blev opnaaet ved Morlands Salt.

Skjøndt jeg forbeholder mig i en senere Afhandling nærmere at komme tilbage til Undersøgelsen af det omtalte Salt, der sikkert er identisk med det af Morland fremstillede og derfor maa antages at være Ammonium-Tetraminchromrhodanid, skal jeg dog i det følgende omtale nogle af dets karakteristiske Reaktioner, idet disse have nogen Betydning for nærværende Afhandlings egentlige Æmne: Beskrivelsen af Reineckes Salt.

Som ovenfor berørt, sønderdeles Morlands Salt ved fortsat Kogning med Vand; Opløsningens Farve forandres herved efterhaanden og bliver svag graaviolet; paa dette Punkt fældes den af Ammoniakvand, idet der udskilles Chromtveiltehydrat. Fuldstændig

Sønderdeling af Saltet indtræder hurtigere ved Kogning med natron- eller ammoniakholdigt Vand.

Sætter man til den med varmt Vand tilberedte og endnu usønderdelte Opløsning af Saltet en Chlorammoniumopløsning og derpaa noget concentreret Ammoniakvand, udkrystalliserer efter et Par Timers Forløb et rødt Salt i smukke lange Naale. Naar de anvendte Blandingsforhold have været heldige, og Temperaturen passende, er efter længere Tids Henstand næsten alt udkrystalliseret; have Temperaturforholdene været mindre gunstige, indtræder der hyppigt samtidigt en delvis Sønderdeling.

Opløser man Morlands Salt i fortyndet Ammoniakvand (0,96) under Opvarmning, og tilsætter man derpaa en kold, stærk Salmiakopløsning til den endnu varme ammoniakalske Opløsning, fældes ved Omrøring et smukt, silkeglindsende, rødt, bladet krystallinsk Bundfald, der sikkert er identisk med Reineckes Salt. Det udskilte Bundfald opløses atter ved Opvarmning med den Vædske, hvori det er fældet; efter Afkjøling udkrystallisere da ofte de ovenfor nævnte smukke røde Naale, der saaledes blot er en anden Form af Reineckes Salt. Ifølge det anførte lader altsaa Morlands Salt sig let overføre til Ammonium-Diaminchromrhodanid.

En ved almindelig Temperatur tilberedt vandig Opløsning af det paa ovennævnte Maade (S. 189) tilberedte Morlandske Salt giver følgende Reaktioner:

Brint-Platinchlorid frembringer ikke straks noget Bundfald, men efter kort Tids Forløb bliver Blandingen blakket, og der udskilles efterhaanden et gult Bundfald, der ikke er tydelig krystallinsk for det ubevæbnede Øje.

Guldchlorid-Chlornatrium frembringer et sortebrunt, næsten sort Bundfald, der efterhaanden ved Henstand bliver lysere brunt.

Salpetersurt Sølvilte giver et rigeligt, svagt blegrødt Bundfald.

Kvægsølvchlorid forholder sig paa lignende Maade.

Svovlsurt Kobberilte frembringer efter Tilsætning af Svovlsyrlingvand et gult Bundfald, hvis Farve minder om xanthogensurt Kobberforilte.

Den ved almindelig Temperatur tilberedte vandige Opløsning af Morlands Salt fælder de fleste kvælstofholdige, organiske Baser, særligt Opløsninger af Alkaloider.

I en Opløsning af salpetersurt Strychnin frembringer en Opløsning af Morlands Salt straks et rigeligt blegrødt Bundfald, der ved Opvarmning med Vædsken, hvori det er fældet, kun vanskeligt opløses igjen, og efter Filtrering af Opløsningen atter udskilles i krystallinsk Tilstand; det viser sig da under Mikroskopet som fine Naale.

I en Opløsning af saltsur Morfin fremkommer straks et lyserødt Bundfald, der atter opløses ved Opvarmning med Vædsken under samtidig Omrøring. Efter Afkjøling af

Opløsningen udskiller Morfinforbindelsen sig i krystallinsk Tilstand; den viser sig da under Mikroskopet som Bundter af fine Naale, der ofte ere halvkugleformigt grupperede.

I en Opløsning af sur svovlsur Chinin fremkommer et Bundfald, der ved Opvarmning kun vanskeligt bringes i Opløsning i den Vædske, hvori det er fældet; ved Afkjøling af Opløsningen udskiller det sig igjen i krystallinsk Tilstand; det viser sig da under Mikroskopet som stjerneformigt grupperede Naale blandede med afrundede Krystaller, der hidrøre fra Nærværelsen af Cinchonidin i det anvendte Chininsalt.

I svovlsurt Cinchonin fremkommer et rigeligt Bundfald, der ved Opvarmning med Vædsken opløser sig temmelig langsomt; ved Afkjøling af Opløsningen udkrystalliserer det i mikroskopiske, helt afrundede Krystaller; maaske er det concentrisk ordnede Grupper af Krystaller.

Cinchonidin- og Chinidinsalte forholde sig paa en lignende Maade.

Svovlsurt Atropin giver et Bundfald, der efter Opvarmning med Vædsken, hvori det er fældet, gaar i Opløsning og senere udskiller sig igjen tydelig krystallinsk. Under Mikroskopet vise Krystallerne sig som temmelig store savtakkede Blade.

Ogsaa i Opløsninger af Pilocarpin-, Pyridin-, Æthylendiaminsalte og fl. frembringer en Opløsning af Morlands Salt røde Bundfald af tilsvarende Forbindelser.

Ved Kogning med fortyndet Saltsyre sønderdeles Morlands Salt fuldstændigt.

I concentreret Ammoniakvand af Vf. 0,91 opløses Morlands Salt ved almindelig Temperatur med temmelig stor Lethed; overheldes ca. 1 Gram af Saltet med ca. 15 *Cc* Ammoniakvand af nævnte Styrke, dannes ved Omrystning snart en mørkerød Opløsning; denne giver, som tidligere nævnt, ved Tildrypning af en concentreret Chlorammoniumopløsning et glindsende krystallinsk Bundfald af Reineckes Salt. Af den concentrerede ammoniakalske Opløsning udskilles ved Henstand ofte et rødt Bundfald, ogsaa naar der ikke tilsættes Salmiak; dette Bundfald har jeg endnu ikke undersøgt.

Behandler man Morlands Salt med svagere Ammoniakvand, f. Eks. med en Blanding af lige Rumfang Ammoniakvand af Vf. 0,91 og Vand, gaar det langt vanskeligere i Opløsning.

Hvad Opløseligheden af dette efter Morlands Methode fremstillede Salt angaar, skal følgende anføres:

Efter Rystning af ca. 100 Cc. Vand med Overskud af Morlands Salt i $1^1/_2$ Time ved almindelig Temperatur (ved Hjælp af Rabes Turbine) fandtes i 50 Cc. af den filtrerede Opløsning efter Sønderdeling med ammoniakholdigt Vand 0,021 Gr. Cr_2O_3 svarende til 0,102 Gram Morlands Salt. Der var altsaa opløst 0,204 Gr. Salt i 100 Ccm. eller ca. 1 : 500.

2) Efter ovenfor at have anført nogle af de for Morlands Salt karakteristiske Egenskaber, skal jeg i det følgende beskrive Reineckes Salt og angive Methoder til samtidig Fremstilling af begge de nævnte Salte.

Ammonium-Diaminchromrhodanid.

(Reineckes Salt.)

$$Cr\,2NH_3(SCN)_3 . NH_4SCN,\ H_2O.$$

Fremstillingen af dette Salt og den samtidige Fremstilling af Morlands Salt foretages paa følgende Maade:

200 Gram Rhodanammonium smeltes i en Porcellænsskaal over en kraftig Bunsensk Lampe under stadig Omrøring; naar fuldstændig Smeltning er indtraadt, tilsættes i smaa Portioner ad Gangen fintpulveriseret tvechromsurt Kali under vedholdende Omrøring; naar den heftige Reaktion er tilendebragt, lader man Blandingen afkjøles fuldstændigt, idet man under Afkjølingen omrører, saa længe Massens Consistens paa nogen Maade tillader det. Naar Afkjølingen er fuldstændig, behandles derpaa den røde, faste Masse med koldt Vand, der i smaa Mængder ad Gangen bringes i Berøring med Massen under stadig Omrystning og Omrøring; med hver Portion, der fraheldes over i et Cylinderglas, følger da en betydelig Mængde af de uopløste røde Salte, der ere dannede ved Processen; naar tilsidst hele Reaktionsproduktet er behandlet paa denne Maade, og alt er bragt over i Cylinderglasset, lader man det røde Pulver sætte sig fuldstændigt; det danner et rigeligt Lag paa Glassets Bund; den ovenover staaende Vædske afheldes saa skarpt som muligt, og Bundfaldet bringes derpaa paa Filter og udvaskes for Sugeapparatet faa Gange med lidt koldt Vand ad Gangen. Skulde den nederste Del af Bundfaldet i Cylinderglasset være tydeligt gul, da hidrører dette fra usønderdelt tvechromsurt Kali; i saa Fald bringes denne Del af Bundfaldet ikke med paa Filtret. Efter den nævnte Udvaskning, der helst maa fortsættes indtil Filtratet er rødt (og ikke gult af Kaliumbichromat), selv om der kun anvendes lidt Vand ad Gangen, suges Bundfaldet saa tørt som muligt og lufttørres derpaa. Udbyttet er meget rigeligt.

Det saaledes vundne Produkt er en Blanding af Morlands og Reineckes Salte; disse adskilles derefter paa følgende Maade:

Den foreliggende Blanding af begge behandles paa Filter med koldt Vand; herved gaar fortrinsvis Reineckes Salt i Opløsning, medens Morlands Salt bliver tilbage i uren Tilstand; af Filtratet, der altsaa væsentligst bestaar af en mættet Opløsning af det førstnævnte Salt, fældes dette ved en langsom Tilsætning af en stærk Salmiakopløsning (Styrke 1 : 3) under Omrøring, indtil der ikke fældes mere. Det fældede Salt vil være smukt glindsende krystallinsk. Hvis man omvendt filtrerer den mættede, røde Opløsning ned i Overskud af

Salmiakopløsningen, bliver Bundfaldet oftest mat og pulverformigt snart efter Fældningen. Man frafiltrerer snarest muligt det glindsende krystallinske røde Bundfald for Sugeapparatet, hvorefter den vedhængende salmiakholdige Vædske frasuges saa godt som muligt; derpaa udvaskes for Sugeren med smaa Mængder koldt Vand ad Gangen, hvorved temmelig meget af Saltet samtidigt gaar i Opløsning. Efter at Saltet er suget saa tørt som muligt, lufttørres det, og man har da Ammonium-Diaminchromrhodanid.

Af det ved Behandlingen af Raaproduktet med koldt Vand tilbageblevne, i koldt Vand tungtopløselige Produkt vindes Morlands Salt ved Opløsning i næsten kogende Vand og Filtrering af den varme Opløsning; Filtratet afsætter da Morlands Salt, der yderligere kan renses ved Omkrystallisation af varm Vinaand.

Ønsker man kun at fremstille Reineckes Salt, kan man opløse det samtidigt vundne Morlandske Salt i Ammoniakvand, som anført S. 191 og 192, og fælde den dannede Opløsning ved en Salmiakopløsning, hvorved Reineckes Salt fældes.

Det paa ovennævnte Maader fremstillede Ammonium-Diaminchromrhodanid er i den glindsende krystallinske Tilstand ikke vandfrit, saaledes som Reinecke har faaet det ved langsom Udkrystallisation af vandig Opløsning, men indeholder 1 Mol. Vand, der rimeligvis er til Stede paa samme Maade som Vandmolekulet i Chlorochromtetraminsaltene og i Roseochromsaltene, altsaa som Radikal $\overset{IV}{O}H_2$. Dette Vand bortgaar ved 100°, men optages atter, naar det ved 100° tørrede Salt henlægges i Luften.

Betragte vi Opløselighedsforholdene for Morlands og Reineckes Salte, da er der meget, der tyder paa, at det førstnævnte svarer til Purpureochrompentaminrækken, meden det sidstnævnte snarere svarer til Chlorochromtetraminrækken. Morlands Salt er som tidligere nævnt fuldkomment saa tungtopløseligt som Chloropurpureochromchlorid, medens Reineckes Salt er langt lettere opløseligt i Vand.

Ogsaa Opløsningernes Farve tyde i den omtalte Retning.

Under Mikroskopet viser Ammonium-Diaminchromrhodanid sig som rektangulære Tavler, der dog hyppigt ere sonderrevne eller have afskaarne Hjørner; det opløses ikke i absolut Æther; naar Reinecke angiver, at det er opløseligt i Æther, maa det bero paa, at den anvendte Æther har indeholdt Vinaand; derimod er det, som ovenfor nævnt, forholdsvis let opløseligt i Vand med mørk rubinrød Farve; ligeledes opløses det i Vinaand.

Dets Farve svarer i tør og glindsende krystallinsk Tilstand nærmest til Purpur 26 i Raddes internationale Farveskala.

En ved almindelig Temperatur tilberedt vandig Opløsning af Reineckes Salt giver følgende Reaktioner:

Kvægsølvchlorid frembringer et rosenrødt Bundfald; dette er tidligere undersøgt af Reinecke.

Svovlsurt Kobberilte giver efter Tilsætning af Svovlsyrlingvand et gult Bundfald af Cupro-Diaminchromrhodanid, der er undersøgt af Reinecke.

Samme Bundfald fremkommer iøvrigt ogsaa, naar der ikke er tilsat Svovlsyrlingvand, men det dannes da først efterhaanden, idet der indtræder en langsom Reduktion.

Eddikesurt Blyilte giver det af Reinecke omtalte Bundfald.

Salpetersurt Sølvilte ligeledes.

Chlorvismut forholder sig paa følgende Maade:

Sætter man til en Chlorvismutopløsning, der ikke indeholder mere fri Saltsyre, end at Opløsningen vil give Bundfald med lidt Vand, en ved almindelig Temperatur mættet Opløsning af Ammonium-Diaminchromrhodanid, fremkommer et rigeligt gult Bundfald af et basisk Vismutsalt, der ved Udvaskning med Vand efterhaanden spaltes mere og mere, idet Filtratet vedblivende farves rødt, medens Bundfaldet tilsidst bliver hvidt.

Chlorcadmium frembringer et rødt krystallinsk Bundfald, der er noget opløseligt i varmt Vand.

Antimontrichlorid i svag saltsur Opløsning giver ved Tilsætning af Ammoniumsaltet et lyserødt Bundfald; ogsaa Tinforchlor fældes af Reineckes Salt.

Saltene af Svovlbrintebundfaldets Metaller fældes saaledes alle af Ammonium-Diaminchromrhodanid og, naar undtages Cadmiumbundfaldet, der dog er særdeles tungtopløseligt, ere alle Bundfaldene uopløselige i Vand.

Med Hensyn til Forholdet overfor Svovlammoniumbundfaldets Metaller skal følgende anføres:

I en concentreret Opløsning af Koboltchlorid frembringer en mættet Opløsning af Reineckes Salt et glindsende, rødt, krystallinsk Bundfald, der let opløses ved Tilsætning af Vand, og som derfor ikke fremkommer i fortyndede Opløsninger. Under Mikroskopet viser det sig at bestaa af sønderrevne Tavler.

I en concentreret Opløsning af Nikkelchlorid fremkommer paa lignende Maade et glindsende krystallinsk Bundfald, der, saa længe det svæver i Overskud af den grønne Nikkelopløsning, tilsyneladende er staalgraat og metalglindsende, men som i Virkeligheden er rødt og silkeglindsende, hvilket viser sig, naar Fældningsmidlet tilsættes i Overskud, eller naar Bundfaldet frafiltreres.

Saavel i Jernforchlor- som i Jerntvechlor- og Manganforchloropløsninger fremkomme, naar Opløsningerne ere concentrerede, lignende krystallinske Bundfald, der ere opløselige i Vand; i en stærk Chlorzinkopløsning fremkommer et Bundfald, der er tungere opløseligt.

Saltene af Svovlammoniumbundfaldets Metaller fældes altsaa kun i concentrerede Opløsninger, og de fremkomne Bundfald ere opløselige i Vand.

I en mættet Chlorbariumopløsning fremkommer et rødt, glindsende, finkrystallinsk Bundfald.

I en mættet Chlorcalciumopløsning udskilles et meget rigeligt, men mat rødt Bundfald.

I concentrerede Opløsninger af Chlorkalium, Chlornatrium og Chlorrubidium frembringer Ammonium-Diaminchromrhodanid i mættet Opløsning røde, glindsende krystallinske Bundfald; i concentrerede Opløsninger af Cæsiumchlorid fremkommer et mat krystallinsk Bundfald; de tre forstnævnte Chlorider fældes ikke i fortyndede Opløsninger, hvorimod en fortyndet Opløsning af Cæsiumchlorid efter Omrystning med en Opløsning af Reineckes Salt giver et mat, rødt, krystallinsk Bundfald. Det er sikkert Alkalimetalforbindelserne af Brint-Diaminchromrhodanid, der paa denne Maade fældes; af disse har Reinecke undersøgt Kalium- og Natriumforbindelsen, som han dog fremstillede paa anden Maade.

I en Opløsning af saltsurt Hydroxylamin frembringer en mættet Opløsning af Ammonium-Diaminchromrhodanid efter Omrystning intet blivende Bundfald; der viser sig dog, naar man anvender en fuldt mættet Opløsning af Hydroxylaminforbindelsen og lader Opløsningen af Reineckes Salt flyde ned langs Glassets Sider, saaledes at den lægger sig ovenpaa Hydroxylaminopløsningen, et glindsende krystallinsk Bundfald paa Grændsen mellem de to Opløsninger. Dette Bundfald opløses ved Omrystning.

I Opløsninger af de fleste almindelige kvælstofholdige, organiske Baser frembringer Ammonium-Diaminchromrhodanid Bundfald af tilsvarende Forbindelser, idet Ammoniumgruppens NH_3 erstattes af vedkommende organiske Base; særligt danne Alkaloiderne saadanne Forbindelser, der ere i høj Grad tungtopløselige, hvorfor Alkaloidopløsninger fældes temmelig fuldstændigt af den nævnte Forbindelse.

Flere af disse Forbindelser har jeg nærmere undersøgt, og de ville blive beskrevne i det følgende; eksempelvis anføres her enkelte Reaktioner:

I en concentreret Opløsning af saltsurt Æthylamin giver en Opløsning af Reineckes Salt et rosenrødt krystallinsk Bundfald, der under Mikroskopet viser sig som indfiltrede Naale.

Ogsaa Saltene af de andre Monaminer fældes af Reineckes Salt.

I en Opløsning af saltsurt Æthylendiamin fremkommer et rødt glindsende, krystallinsk Bundfald.

Ogsaa Chlorhydraterne af Anilin, Fenylhydrazin, Toluidin, Pyridin, Chinolin o. fl. give, selv i mere fortyndede Opløsninger, smukke røde, krystallinske Bundfald med en Opløsning af Reineckes Salt.

I en Opløsning af saltsurt Morfin fremkommer et rigeligt rødt Bundfald, der efterhaanden ved Opvarmning til Kogning kan opløses i den Vædske, hvori det er fældet.

Ligeledes fremkommer i en Opløsning af sur svovlsur Chinin et rigeligt rødt Bundfald, der ved Opvarmning med den Vædske, hvori det er fældet, viser sig at være meget tungtopløseligt.

I en Opløsning af salpetersurt Strychnin fremkommer et rødt Bundfald, der kan opløses ved Kogning med den fortyndede Vædske, hvori det er fældet, og som derefter straks udskiller sig krystallinsk ved langsom Afkjøling af Opløsningen.

Alle andre virkelige Alkaloider fældes ogsaa af Ammonium-Diaminchromrhodanid; blandt disse Reaktioner skal her kun nævnes Pilocarpinprøven:

I en Opløsning af saltsurt Pilocarpin frembringer en mættet Opløsning af Reineckes Salt et rødt Bundfald, der kan opløses ved Opvarmning i et Reagensglas med den Vædske, hvori det er fældet (i hvert Fald efter Tilsætning af mere Vand), og som derefter ved Opløsningens langsomme Afkjøling udskiller sig smukt krystallinsk, idet der dannes fine, ofte lange Naale, der er let kjendelige fra de med andre Alkaloidsalte dannede krystallinske Forbindelser.

Ogsaa adskillige Metalammoniakforbindelser fældes af Reineckes Salt, der ogsaa i denne Henseende minder om Erdmanns Ammonium-Diaminkoboltnitrit.

Saaledes giver en ikke for stærk og i Kulden tilberedt Opløsning af Luteokoboltnitrat med Ammonium-Diaminchromrhodanid et chamoisfarvet, finkrystallinsk Bundfald, medens Chloropurpureochromchlorid og Chloropurpureokoboltchlorid give røde krystallinske Bundfald. Chlorochromtetraminchlorid giver i mættet Opløsning et glindsende krystallinsk Bundfald.

Som Reineckes Salt saaledes i disse Henseender minder om Erdmanns Salt, saa viser det sidstnævnte overfor enkelte kvælstofholdige organiske Baser et Forhold, der minder om Reineckes Salt; en ved 30° tilberedt stærk Opløsning af Erdmanns Salt giver saaledes gule krystallinske Bundfald saavel med Trimethylaminchlorhydrat (efter Blandingens Afkjøling og Henstand), som med salpetersurt Strychnin.

En Sammenligning mellem de ovenomtalte for Reineckes Salt gjældende Reaktioner og de tidligere S. 191 ff. for Morlands Salt angivne viser en saa stor Lighed i Saltenes Forhold, at det er berettiget at antage, at de ere af beslægtet Natur og Konstitution, og at derfor den af Morland angivne Formel ikke kan være sandsynlig.

Ammonium-Diaminchromrhodanid saavelsom dets Derivater sønderdeles ved fortsat Kogning med Vand og endnu hurtigere, naar der tillige er tilsat lidt Natron eller Ammoniak. Ligeledes sønderdeles det ved Kogning med fortyndet Saltsyre.

En mættet vandig Opløsning af Saltet absorberer i et $1^1/_2$ Ctm. tykt Lag alt Lys i Spektret undtagen det røde fra lidt før C til henimod D; efter Fortynding med lige Rumfang Vand lader Opløsningen ogsaa gult Lys trænge igjennem; ved yderligere Fortynding viser ogsaa den violette Del af Spektret sig; længst holder Absorptionen af den grønne og de derved nærmere liggende blaa Dele af Spektret sig, saaledes at en stærkt fortyndet Opløsning viser svag Absorption omkring E, tildels indenfor samme Omraade som en fortyndet Opløsning af Kaliumpermanganat. En stærk Opløsning af Chlorochromtetraminchlorid viser næsten samme Absorptionsforhold som en stærk Opløsning af Reineckes Salt.

Ved Ophedning til højere Temperaturer forholder Ammonium-Diaminchromrhodanid sig paa den af Reinecke angivne Maade.

Det glindsende krystallinske Produkt, der er fremstillet ved Fældning af det vandige Udtræk af Raaproduktet med en Salmiakopløsning, gav ved Analysen følgende Resultater:

0,4901 Gram blev sønderdelt ved fortsat Opvarmning paa Vandbad med ammoniakholdigt Vand; det herved udfældede Chromtveiltehydrat gav ved Udvaskning og Glødning 0,1045 Gr. Cr_2O_3 svarende til 0,07171 Gram Chrom eller 14,63 Procent.

0,4759 Gram tabte ved Tørring ved 100°—110° 0,025 Gram Vand eller 5,25 Proc. Denne Vandbestemmelse blev udført med det af ammoniakalsk og salmiakholdig Opløsning udkrystalliserede naaleformede Salt (S. 191). Det bladet krystallinske Salt er vanskeligere at befri for hygroskopisk Fugtighed, men giver iøvrigt næsten samme Resultat, dog i Reglen 0,1 Proc. højere.

0,6718 Gram gav efter Smeltning med Salpeter og Overskud af kulsurt Natron og videre Behandling af Produktet paa sædvanlig Maade 1,771 Gr. $BaSO_4$ svarende til 0,4408 Gr. SCN eller 65,61 Procent.

0,1783 Gr. behandledes til Bestemmelse af Kvælstof efter Kjeldahls Methode, der lader sig anvende, naar Behandlingen med Svovlsyre fortsættes længe og foretages i samme Kolbe som den, hvori den paafølgende Destillation med Natron foretages; der blev dannet saa meget Ammoniak, som svarer til 34,8 Cc $^1/_{10}$ normal Svovlsyre ɔ: til 0,04872 Gr. Kvælstof; dette giver 27,32 Proc. Kvælstof.

Den Omstændighed, at baade Chrom- og Kvælstofbestemmelsen er lidt for lav, hidrører fra at Saltet i Reglen holder lidt Fugtighed tilbage.

En Vandbestemmelse og en Chrombestemmelse i det af Morlands Salt ved Opløsning i Ammoniak og Fældning med Chlorammonium fremstillede Ammoniumsalt gav følgende Resultat:

0,8255 Gr. tabte 0,0430 Gr. Vand eller 5,21 Procent og gav efter Sønderdeling paa Vandbad med Ammoniakvand og Glødning af det udskilte Chromtveiltehydrat 0,1785 Gr. Cr_2O_3 svarende til 0,12253 Gr. Chrom eller 14,84 Proc.

	Fundet.	Beregnet.
Cr	14,63, 14,84	14,80
N (samlet)	27,32	27,6
SCN	65,61	64,44
H_2O	5,21, 5,25	5,08

Forbindelser af Brint-Diaminchromrhodanid med kvælstofholdige organiske Baser.

1. Methylamin-Brint-Diaminchromrhodanid.

$$CH_3NH_2 . HSCN . CrNH_3(SNC)_3 , H_2O.$$

Ved Tilsætning af en ved almindelig Temperatur tilberedt, mættet vandig Opløsning af Ammonium-Diaminchromrhodanid til en concentreret Opløsning af Methylaminchlorhydrat, fremkommer et rødt, krystallinsk Bundfald, der i frisk fældet Tilstand er forholdsvis letopløseligt i Vand, hvorfor Fældningen ikke er fuldstændig. Saltet er dog tungere opløseligt end Ammoniumsaltet; er det ikke fuldstændigt udvasket for Methylaminchlorhydrat, da er Opløseligheden ringere, eftersom en Opløsning af Methylamin-Brint-Diaminchromrhodanid fældes igjen af Chlorhydratet. Det fældede Bundfald bringes, efter at det har sat sig, og den ovenover staaende Vædske er decantheret, paa Filter og udvaskes faa Gange med lidt koldt Vand ad Gangen, hvorved en Del deraf gaar i Opløsning. Efter Frasugning af vedhængende Vand henlægges det til Tørring i Luften.

Det tørrede Salt viser sig under Mikroskopet som fine naaleformede Krystaller; dets Farve svarer nærmest til «Purpur 26 o, 1ste Overgang til Carmin» i Raddes internationale Farveskala.

I Vinaand opløses det let, navnlig ved Opvarmning; af den i Varmen mættede vinaandige Opløsning udskilles det ved Henstand tydeligt krystallinsk; det saaledes udskilte Salt viser sig under Mikroskopet som smaa, korte, afskaarne Prismer, der undertiden i visse Stillinger ligne Oktaedre.

I concentreret Ammoniakvand opløses Saltet efterhaanden; sandsynligvis foregaar herved en Sønderdeling, idet Ammoniak træder ind i Stedet for Methylamin.

0,1830 Gr. tabte ved 100°—110° 0,0087 Gr. eller 4,75 Procent Vand.

0,8625 Gr. gav ved Sønderdeling med ammoniakholdigt Vand under vedholdende Opvarmning paa Vandbad og derpaa følgende Udvaskning og Glødning af det udfældede Chromtveiltehydrat 0,180 Gr. Cr_2O_3 svarende til 0,12355 Gr. Chrom eller 14,32 Procent.

	Fundet.	Beregnet.
Cr	14,32	14,26
H_2O	4,75	4,88

2. Dimethylamin-Brint-Diaminchromrhodanid.

$(CH_3)_2NH.HSCN.Cr2NH_3(CSN)_3$.

Dette Salt fremstilles ganske analogt med det foregaaende, idet man fælder en nogenlunde stærk Opløsning af Dimethylaminchlorhydrat med en ved almindelig Temperatur mættet Opløsning af Reineckes Salt, hvorved der straks fremkommer et rigeligt krystallinsk Bundfald. Det udfældede Salt bringes, efter Decanthering af den ovenover staaende Vædske, paa Filtret, hvor det udvaskes med koldt Vand, hvori det er ikke lidt tungere opløseligt end den tilsvarende Methylaminforbindelse. Efter Udvaskning for Sugeapparatet lufttørres det. Det tørrede Salts Farve svarer til «Purpur 25 o» i Raddes Skala.

Under Mikroskopet viser Saltet sig som smaa, væsentligst prismatiske Krystaller. I kold Vinaand er det, ligesom i Vand, langt tungere opløseligt end Methylaminsaltet; af varm Vinaand kan det omkrystalliseres og giver da smukke røde Krystaller, der under Mikroskopet vise sig som længere eller kortere Prismer af forskjellig Tykkelse og god Udvikling.

Af concentreret Ammoniakvand paavirkes Dimethylaminforbindelsen paa samme Maade som Methylaminforbindelsen.

Ved Ophedning til 100—110° taber den kun lidt hygroskopisk Fugtighed.

0,9165 Gr. af det ved 105° tørrede Salt gav efter Sønderdeling med ammoniakholdigt Vand paa Vandbad og videre Behandling af det udskilte Chromtveiltehydrat 0,193 Gr. Cr_2O_3 svarende til 0,13248 Gr. Chrom eller 14,45 Proc.

0,749 Gram af det tørrede Salt gav efter Iltning med Salpetersyre og chlorsurt Kali og derefter følgende sædvanlige Behandling 1,9018 Gr. $BaSO_4$ svarende til 0,26149 Gr. Svovl eller 34,91 Proc.

	Fundet.	Beregnet.
Cr	14,45	14,43
S	34,91	35,11

3. Trimethylamin-Brint-Diaminchromrhodanid.

$$(CH_3)_3N . HSCN . Cr2NH_3(SCN)_3 .$$

Dette Salt faas af Trimethylaminchlorhydrat og Ammonium-Diaminchromrhodanid paa tilsvarende Maade som de to foregaaende Forbindelser; dog kan man for Trimethylaminforbindelsens Vedkommende foretage Fældningen i en meget fortyndet Opløsning af Chlorhydratet, eftersom den dannede Forbindelse er meget tungtopløselig i Vand. Det dannede Bundfald har en lys rødlig Farve og viser sig glindsende krystallinsk, naar Fældningen foretages i tilstrækkelig fortyndet Vædske. Det udvaskes for Sugeapparatet med koldt Vand eller omkrystalliseres af kogende Vinaand, hvorefter det lufttørres. Ogsaa af kogende Vand kan det omkrystalliseres, idet man opvarmer det med Vand netop til Kogning og derpaa straks filtrerer Opløsningen; Filtratet afsætter da Forbindelsen i krystallinsk Tilstand.

Det saaledes af varmt Vand omkrystalliserede Salt faaes som mikroskopiske, prismatiske Krystaller eller hyppigere som sekssidede Tavler.

Saavel i koldt Vand som i kold Vinaand er Saltet i højeste Grad tungtopløseligt; Opløsningsmidlerne antage kun en meget svag rødlig Farve ved Rystning dermed. Ved Kogning med Vinaand opløses Saltet, om end ikke særlig let, og udskilles atter ved Opløsningens Afkjøling i krystallinsk Tilstand; det saaledes udskilte Salt viser sig under Mikroskopet som røde, hyppigt augitlignende Krystaller.

I concentreret Ammoniakvand opløses Saltet lettere end i Vand; der bemærkes herved tydelig Lugt af Trimethylamin, saa at der altsaa indtræder Sønderdeling under Dannelse af Ammonium-Diaminchromrhodanid.

Det omkrystalliserede, bladet krystallinske Salts Farve svarer nogenlunde til «Purpur 25 o» i Raddes Skala.

0,5579 Gram blev sønderdelt ved Opløsning i concentreret Ammoniakvand, Opvarmning paa Vandbad, Fortynding med Vand og fortsat Opvarmning, indtil alt Chrom var udskilt som Chromtveiltehydrat; der fandtes 0,113 Gr. Cr_2O_3 svarende til 0,07756 Gr. Chrom eller 13,90 Procent.

	Fundet.	Beregnet.
Cr	13,91	13,87

4. Æthylamin-Brint-Diaminchromrhodanid.

$$C_2H_5NH_2 . HSCN . Cr2NH_3(SCN)_3 .$$

Dette Salt faas ved Fældning af en temmelig concentreret Opløsning af Æthylaminchlorhydrat med en mættet Opløsning af Ammonium-Diaminchromrhodanid; man

opnaar ikke fuldstændig Fældning; bedst er det at anvende Overskud af Chlorhydratet. Det fældede røde, ofte glindsende krystallinske Bundfald udvaskes straks for Sugeapparatet med lidt koldt Vand og tørres derpaa over Svovlsyre.

Det paa ovennævnte Maade tørrede Salt opløses vanskeligere i koldt Vand, derimod let i varmt Vand; ogsaa kold Vinaand opløser det med Lethed, og varm Vinaand optager betydelige Mængder deraf; ved langsom Afkjøling af den i Varmen mættede vinaandige Opløsning af Saltet udkrystalliserer det i fine, dybt røde, prismatiske Krystaller; af den varme, vandige Opløsning udskilles Saltet ved Afkjøling i fine Naale. Det er uopløseligt i absolut Æther.

Det tørrede Salts Farve svarer nærmest, men dog ikke helt nær, til «Purpur 26 o, 1ste Overgang til Carmin» i Raddes Skala.

0,5654 Gram gav efter Opvarmning med ammoniakholdigt Vand paa Vandbad og videre Behandling af det derved udfældede Chromtveiltehydrat 0,119 Gr. Cr_2O_3 svarende til 0,0817 Gr. Chrom eller 14,45 Proc.

0,6338 Gram gav efter Sønderdeling ved Smeltning med Salpeter og kulsurt Natron og sædvanlig videre Behandling 1,6105 Gr. $BaSO_4$ svarende til 0,4026 Gr. SCN eller 63,52 Procent.

	Fundet.	Beregnet.
Cr	14,45	14,43
SCN	63,52	63,64

5. Amylamin-Brint-Diaminchromrhodanid.

$$C_5H_{11}NH_2 . HSCN . Cr2NH_3(SCN)_3 .$$

Ved Fældning af en stærk Opløsning af Amylaminchlorhydrat med en mættet Opløsning af Ammonium-Diaminchromrhodanid, fremkommer straks et rødt krystallinsk Bundfald, der i Fældningsøjeblikket undertiden viser sig som glindsende Blade, men hurtigt bliver mat. Det udvaskes for Sugeapparatet med koldt Vand og lufttørres; efter Tørringen danner det et mat rødt krystallinsk Pulver, hvis Farve nærmest svarer til «Purpur 25 p» i Raddes Skala.

I koldt Vand er det nogenlunde opløseligt; varmt Vand opløser det let og saavel kold som varm Vinaand virker særdeles let opløsende derpaa.

Af den varme vandige Opløsning udkrystalliserer det ved Afkjøling i Krystaller, der under Mikroskopet vise sig naaleformede, sjældnere tavleformede.

0,4730 Gram gav efter Sønderdeling med ammoniakholdigt Vand paa Vandbad og videre Behandling af det udskilte Chromtveiltehydrat 0,0888 Gr. Cr_2O_3 svarende til 0,06108 Gr. Chrom eller 12,91 Proc.

	Fundet.	Beregnet.
Cr	12,91	12,91

Som det viser sig af Analyseresultaterne hos de fem sidste Forbindelser give Chrombestemmelserne ganske overordentlig nøjagtige Resultater; det samme gjælder om de tilsvarende Bestemmelser i de fleste af de i det følgende omtalte Salte. Resultaterne af Chrombestemmelserne ere, naar Sønderdelingen af Saltene er ført fuldstændig til Ende, saa præcise, at man ved Hjælp af dem er i Stand til at beregne den i Forbindelsen indgaaende organiske Bases Mölekultal med temmelig stor Nøjagtighed; dette gjælder ogsaa for flere Alkaloiders Vedkommende, f. Eks. for Pilocarpin, hvis Formel har været omstridt.

De i det foregaaende omtalte Eksempler paa Forbindelser af primære, sekundære og tertiære Monaminer med Brint-Diaminchromrhodanid kunde selvfølgelig suppleres med mange flere. Jeg har dog ikke villet føre Undersøgelsen videre overfor Aminer af den fede Række, da der allerede af de fornævnte Forbindelser kan drages visse Slutninger, der synes at bekræftes i det følgende.

Det er særligt de undersøgte Forbindelsers Opløselighedsforhold, der tiltrækker sig Opmærksomheden, idet en Sammenligning mellem dem viser, at de primære Aminers Forbindelser med Brint-Diaminchromrhodanid gjennemgaaende ere letopløselige i kold Vinaand; det undersøgte sekundære Amins Forbindelse er tungere opløselig og endelig den tertiære Amins Forbindelse meget tungtopløselig, et Forhold, der har Krav paa Opmærksomhed bl. a. ogsaa, fordi det maaske kan have praktisk Betydning ved Adskillelsen af de primære, sekundære og tertiære Monaminer.

Ogsaa overfor Vand er Forholdet et lignende, men Forskjellen mellem Aminernes Opløselighed er dog her næppe saa fremtrædende.

Det kan ikke forbavse, at en enkelt Forbindelse er vandholdig, medens de øvrige ere vandfrie, naar det erindres, at Vandmolekulet i Reineckes Salt er temmelig løst bundet. Det maa være forbeholdt senere Undersøgelser med Sikkerhed at godtgjøre, hvilken Stilling Vandmolekulerne indtage i disse Forbindelser.

6. Anilin-Brint-Diaminchromrhodanid.

$$C_6H_5NH_2 . HSCN . Cr2NH_3(SCN)_3 .$$

Denne Forbindelse faas ved Fældning af en fortyndet Opløsning af rent saltsurt Anilin med en ved almindelig Temperatur tilberedt Opløsning af Reineckes Salt og

danner et rødt glindsende krystallinsk Bundfald, der udvaskes for Sugeapparatet med koldt Vand og lufttørres. Fremstillet paa denne Maade danner Forbindelsen efter Tørring et mat krystallinsk Pulver, der kun i ringe Grad opløses i koldt Vand, men er letopløseligt i varmt Vand.

Af den concentrerede, varme Opløsning udskilles ved Afkjøling et gulrødt Pulver. I kold 95 Procent holdig Alkohol opløses Anilinforbindelsen med Lethed, varm Vinaand optager betydelige Mængder deraf, idet der dannes en meget mørkerød Opløsning, af hvilken Saltet efter Afkjøling udskilles smukt krystallinsk; de saaledes udskilte Krystaller vise sig under Mikroskopet som rhombiske Tavler.

I concentreret Ammoniakvand opløses Anilinforbindelsen lettere end i koldt Vand.

0,6859 Gram gav ved Sønderdeling paa Vandbad med ammoniakholdigt Vand og videre Behandling af det derved fældede Chromtveiltehydrat 0,1278 Gram Cr_2O_3 svarende til 0,08786 Gram Chrom eller 12,80 Procent.

0,654 Gram gav efter Smeltning med Salpeter og kulsurt Natron og videre Behandling af Produktet paa sædvanlig Maade 1,4831 Gram $BaSO_4$ svarende til 0,20388 Gram Svovl eller 31,17 Procent.

	Fundet.	Beregnet.
Cr	12,80	12,73
S	31,17	31,03

7. Orthotoluidin-Brint-Diaminchromrhodanid.

$C_6H_4(CH_3)NH_2 . HSCN . Cr2NH_3(CNS)_3$.

(Tørret ved 100°.)

Ved Fældning af en Opløsning af saltsurt Orthotoluidin med en Opløsning af Ammonium-Diaminchromrhodanid fremkommer et smukt rødt glindsende, krystallinsk Bundfald af ovennævnte Salt. Bundfaldet udvaskes for Sugeapparatet med koldt Vand, hvori det dog er noget opløseligt; det lufttørres derpaa og tørres til Analyse slutteligt ved 100°.

Under Mikroskopet viser det sig som yderst tynde, firsidede, rektangulære Lameller. Det er ligesom Anilinforbindelsen letopløseligt i varmt, næsten kogende Vand; af den mættede, varme, vandige Opløsning udskilles det ved langsom Afkjøling i smukke, glindsende, bladede Krystaller, saaledes at Opløsningen tilsidst stivner krystallinsk.

I kold Vinaand opløses Saltet med stor Lethed, og varm Vinaand opløser betydelige Mængder deraf, idet der dannes en meget mørkerød Opløsning.

Det fældede og lufttørrede Salts Farve svarer nærmest til «Purpur 25 o» i Raddes Skala.

0,729 Gram af det ved 100° tørrede Salt gav efter Sønderdeling med ammoniakholdigt Vand paa Vandbad og videre Behandling 0,131 Gr. Cr_2O_3 svarende til 0,08992 Gr. Chrom eller 12,33 Procent.

	Fundet.	Beregnet.
Cr	12,33	12,28

8. Paratoluidin-Brint-Diaminchromrhodanid.

$$C_6H_4(\overset{1}{C}H_3)\overset{4}{N}H_2 . HSCN . Cr2NH_3(SCN)_3 .$$

Dette med det foregaaende isomere Salt fremstilles paa tilsvarende Maade ved Fældning af en Opløsning af saltsurt Paratoluidin med Reineckes Salt. I Fældningsøjeblikket er det glindsende, bladet krystallinsk, men i Modsætning til Orthotoluidinforbindelsen bliver det, saasnart Fældningsmidlet er tilsat i Overskud, ved Omrøring mere mat og tilsyneladende kornet krystallinsk, idet det samtidigt sætter sig hurtigere til Bunds og antager en smukkere rød Farve, men bliver mindre glindsende. Det udvaskes for Sugeapparatet med koldt Vand, hvorved næsten intet opløses, og lufttørres derpaa. Under Mikroskopet viser det sig som smaa rhombiske Tavler.

I koldt Vand er det langt vanskeligere opløseligt end det tilsvarende Orthotoluidinsalt; ved Opvarmning med Vand opløses det derimod forholdsvis let og giver en karmesinrød Opløsning, der ved Afkjøling, endnu medens den er varm, udskiller Saltet smukt glindsende krystallinsk i rhombiske Tavler. I kold Vinaand opløses det let og i varm Vinaand særdeles rigeligt.

Det fældede og lufttørrede Salts Farve svarer nærmest til «Purpur 26 n, 1ste Overgang til Carmin» i Raddes Skala, men er dog noget livligere i Farven.

0,733 Gram gav efter Sønderdeling med ammoniakholdigt Vand paa Vandbad og videre Behandling af det udfældede Chromtveiltehydrat 0,1308 Gram Cr_2O_3 svarende til 0,0899 Gram Chrom eller 12,26 Procent.

	Fundet.	Beregnet.
Cr	12,26	12,28

9. Fenylhydrazin-Brint-Diaminchromrhodanid.

$$C_6H_5NH . NH_2 . HSNC . Cr2NH_3(SNC)_3 ,\ 2H_2O(?).$$

Sætter man en Opløsning af Ammonium-Diaminchromrhodanid til en fortyndet Opløsning af saltsurt Fenylhydrazin, saaledes at den sidstnævnte Opløsning er til Stede i Overskud, fremkommer et rødt, silkeglindsende Bundfald, der er bladet krystallinsk; det lufttørres ved 20°—30° efter Udvaskning med koldt Vand.

Det lufttørrede Salt er kun i meget ringe Grad opløseligt i koldt Vand, der kun antager svag rød Farvning ved Rystning dermed; i kogende Vand opløses det temmelig let.

Kold Vinaand opløser Saltet nogenlunde, medens varm Vinaand optager meget deraf. Opløselighedsforholdene minde saaledes om Anilinsaltets, dog er Opløseligheden i kold Vinaand ringere.

Under Mikroskopet viser det fældede Salt sig som tavleformede Krystaller, i Reglen rhombiske Tavler.

Det fældede og tørrede Salts Farve svarer nærmest til «Purpur 27 k, 2den Overgang til Carmin» i Raddes Skala, men er paa Grund af Glandsen livligere i Tonen.

0,8703 Gram gav efter Sønderdeling paa Vandbad med ammoniakholdigt Vand, Udvaskning af det udskilte Chromtveiltehydrat først med Vand og derpaa med Vinaand, og paafølgende Glødning 0,1448 Gr. Cr_2O_3 svarende til 0,09953 Gr. Chrom eller 11,43 Procent.

Vandbestemmelsen lod sig ikke udføre med Sikkerhed ved Ophedning af Saltet til 100°—110°, idet det ikke herved naaede konstant Vægt.

	Fundet.	Beregnet.
Cr	11,43	11,32

10. Pyridin-Brint-Diaminchromrhodanid.

$C_5H_5N.HSCN.Cr2NH_3(SCN)_3$.

Fældes en Opløsning af saltsurt Pyridin med en ved almindelig Temperatur mættet Opløsning af Ammonium-Diaminchromrhodanid, saaledes at sidstnævnte Opløsning tilsættes efterhaanden, medens Pyridinsaltet er til Stede i Overskud, faas et rigeligt blegrødt Bundfald. Udvaskes dette for Sugeapparatet med koldt Vand, og koges det derpaa med 90 Procent holdig Vinaand, gaar det i Opløsning; efter Filtrering af den varme, vinaandige Opløsning udskilles Saltet ved dennes Afkjøling som et rødt krystallinsk Pulver; allerede under Filtreringen udskilles en Del af dette Pulver paa Filtret, men gjenvindes ved Opløsning i varm Vinaand og Krystallisation. Efter Tørring danner det af Vinaand omkrystalliserede Salt et smukt rødt krystallinsk Pulver, der under Mikroskopet viser sig at bestaa af firsidede Prismer med skraa Endeflader.

Saltet er næsten uopløseligt i koldt Vand og tungt opløseligt i kogende Vand; af den kogende vandige Opløsning udkrystalliserer det hurtigt igjen som et glindsende krystallinsk Pulver; dette viser sig under Mikroskopet som glindsende Lameller af firsidet eller sekssidet Form.

I kold Vinaand opløses Pyridinsaltet kun i ringe Grad; dets Forhold overfor varm Vinaand er omtalt ovenfor. Der er saaledes ikke stor Forskjel paa dets

Forhold overfor Vinaand og overfor Vand, og det afviger i denne Henseendn fra Anilinsaltet, der er langt lettere opløseligt i Vinaand end i Vand.

Det fældede og tørrede Salts Farve svarer nærmest til «Purpur 27 n, 2den Overgang til Carmin» i Raddes Skala.

0,9681 Gram gav efter Sønderdeling med ammoniakholdigt Vand og Glødning af det udskilte Chromtveiltehydrat 0,185 Gram Cr_2O_3, svarende til 0,12698 Gram Chrom eller 13,12 Procent.

0,6915 Gram blev iltet med chlorsurt Kali og Salpetersyre; efter Inddampning med Saltsyre, Fældning med Chlorbarium o. s. v. fandtes 1,6078 Gram $BaSO_4$ svarende til 0,22107 Gram Svovl eller 31,97 Procent.

	Fundet.	Beregnet.
Cr	13,12	13,18
S	31,97	32,16

11. Picolin-Brint-Diaminchromrhodanid.

$C_5H_4(CH_3)N.HSCN.Cr2NH_3(SCN)_3$.

Da Picolin er isomert med Anilin, men indeholder Kvælstofatomet i selve Kjærnen, havde det sin Interesse at fremstille ovennævnte Picolinsalt og at sammenligne det med Anilinsaltet.

Picolin-Brint-Diaminchromrhodanid fremstilles analogt med de foregaaende Salte, idet man fælder en Opløsning af saltsurt Picolin med en Opløsning af Reineckes Salt; det fremkomne røde Bundfald udvaskes som sædvanligt med koldt Vand og opløses derpaa i kogende 95 Proc. holdig Vinaand; ved langsom Afkjøling af den, i koghed Tilstand filtrerede vinaandige Opløsning udkrystalliserer Saltet i smukke, bladede Krystaller.

Disse ere kun i yderst ringe Grad opløselige i Vand, der ved Rystning med Saltet kun antager en svag rødlig Farve; ved Kogning med Vand opløses Saltet, men ikke særlig let, og der bemærkes herved Lugt af Picolin; efter Afkjøling af Opløsningen udkrystalliserer det delvis igjen i bladede Krystaller.

I koldt, concentreret Ammoniakvand opløses Picolinsaltet langt lettere end i Vand; der indtræder herved en Omdannelse til Ammoniumsalt, idet Opløsningen lugter af Picolin.

Som det var at vente efter det S. 203 anførte, er altsaa Picolinsaltet ifølge det ovenfor anførte gjennemgaaende langt tungere opløseligt i de neutrale Opløsningsmidler end det dermed isomere Anilinsalt.

Det bladet krystallinske Picolinsalts Farve svarer nærmest til «Purpur 25 m» i Raddes Skala; paa Grund af Saltets stærke Glands er Sammenligningen dog vanskelig.

0,4035 Gram gav efter Sønderdeling paa Vandbad med ammoniakholdigt Vand og Glødning af det derved udskilte Chromtveiltehydrat 0,0738 Gr. Cr_2O_3 svarende til 0,050656 Gr. Chrom eller 12,55 Procent.

0,4791 Gram gav efter Iltning med chlorsurt Kali og Salpetersyre, Afdampning med Saltsyre, Fældning med Chlorbarium o. s. v. 1,0835 Gr. $BaSO_4$ svarende til 0,14896 Gr. Svovl eller 31,09 Procent.

	Fundet.	Beregnet.
Cr	12,55	12,72
S	31,09	31,03

12. Chinolin-Brint-Diaminchromrhodanid.

$C_9H_7N.HSCN.Cr2NH_3(SCN)_3$.

En vandig Opløsning af Chinolinchlorhydrat giver ved Tilsætning af en Opløsning af Reineckes Salt et rigeligt rødt Bundfald. Er Opløsningen af Chinolinsaltet i høj Grad fortyndet, viser Bundfaldet sig ved Omrystning med Vædsken silkeglindsende og finkrystallinsk. Det udvaskes for Sugeapparatet med koldt Vand og omkrystalliseres derpaa af kogende 95 Proc. holdig Vinaand; ved Afkjøling af den dannede Opløsning udskilles det som et rødt krystallinsk Pulver eller som glindsende Blade; under Mikroskopet viser Krystallerne sig som rhombiske Lameller.

Chinolinsaltet er saa godt som uopløseligt i koldt Vand; i kogende Vand er det tungtopløseligt, og af den filtrerede, kogende, vandige Opløsning udkrystalliserer det hurtigt ved Afkjøling som et glindsende krystallinsk Pulver.

Kold Vinaand opløser kun Saltet i ringe Grad; ved Kogning med Vinaand opløses det, men dog ikke særlig let.

Det fældede Salts Farve svarer nærmest til «Purpur 26 o, 1ste Overgang til Carmin» i Raddes Skala, Farven er dog livligere.

0,6367 Gram gav efter Sønderdeling med ammoniakholdigt Vand paa Vandbad og Glødning af det udskilte Chromtveiltehydrat 0,108 Gr. Cr_2O_3 svarende til 0,07413 Gram Chrom eller 11,64 Procent.

0,3645 Gr. gav efter Iltning med chlorsurt Kali og Salpetersyre, Inddampning med Saltsyre, Fældning med Chlorbarium o. s. v. 0,7577 Gr. $BaSO_4$ svarende til 0,10420 Gram Svovl eller 28,58 Procent.

	Fundet.	Beregnet.
Cr	11,64	11,70
S	28,58	28,53

Alkaloidsalte af Brint-Diaminchromrhodanid.

13. Morfin-Brint-Diaminchromrhodanid.

$C_{17}H_{19}NO_3 . HSCN . Cr2NH_3(SCN)_3$.

Ved Fældning af en temmelig fortyndet Opløsning af saltsurt Morfin med en Opløsning af Reineckes Salt fremkommer et lyst rødt Bundfald; dette udvaskes for Sugeapparatet med koldt Vand, suges saa tørt som muligt og lufttørres derpaa. Det danner da et krystallinsk Pulver, hvis Farve nærmest svarer til «Purpur 25 p» i Raddes Skala.

Morfinsaltet er saa godt som uopløseligt i koldt Vand; ved hurtig Ophedning med rigeligt Vand til Kogning opløser det nogenlunde, i kold Vinaand er det temmelig letopløseligt; kogende Vinaand opløser rigeligt deraf; den dannede Opløsning afsætter ved Afkjøling en Del af Saltet i krystallinsk Tilstand. Af den varme vandige Opløsning udskiller Saltet sig ved Afkjøling i smaa vorteformede Krystalgrupper.

0,577 Gram (tørret ved 98°) blev sønderdelt med ammoniakholdigt Vand paa Vandbad; det udskilte Chromtveiltehydrat gav efter Udvaskning med Vand og derefter med Vinaand samt Tørring og Glødning 0,0715 Gr. Cr_2O_3 svarende til 0,04908 Gr. Chrom eller 8,51 Procent. Beregnet 8,68.

	Fundet.	Beregnet.
Cr	8,51	8,68

14. Chinin-Brint-Diaminchromrhodanid,

$C_{20}H_{24}N_2O_2 . [HSCN . Cr2NH_3(SCN)_3]_2 , 2H_2O$,

fremstilles ved Fældning af en Opløsning af sur svovlsur Chinin med en Opløsning af Reineckes Salt; herved fremkommer et blegrødt Bundfald, der udvaskes med koldt Vand og lufttørres. I tør Tilstand danner det et blegrødt Pulver.

Saltet er saa godt som uopløseligt i koldt Vand; i kogende Vand er det meget tungtopløseligt (Forskjel fra Morfinsaltet) men dog meget lettere opløseligt end det nedenfor nævnte Strychninsalt. Filtreres den kogende, mættede, vandige Opløsning af Saltet, bliver Filtratet straks uklart; Uklarheden forsvinder ved Opvarmning af Filtratet, og dette udskiller derpaa Saltet ved Afkjøling i rød krystallinsk Tilstand.

Med Hensyn til alle de omtalte Chromforbindelser gjælder det, at Opvarmningen med Vand til Kogning altid maa foretages hurtigt og kun fortsættes kort Tid, da der ellers indtræder Sønderdeling.

I kold Vinaand er Chininsaltet tungere opløseligt end Morfinsaltet; kogende Vinaand opløser det nogenlunde let.

0,8228 Gram blev opvarmet med Vand paa Vandbad; derpaa blev tilsat lidt Natron og Opvarmningen fortsat; herved indtraadte fuldstændig Sønderdeling under Udskillelse af Chromtveiltehydrat og Chinin; Bundfaldet blev bragt paa Filter og udvasket først med varmt Vand, derpaa med Vinaand og endelig med Æther for at fjerne Chinin. Det tilbageblevne Chromtveiltehydrat gav ved Glødning 0,126 Gr. Cr_2O_3, svarende til 0,08649 Gr. Chrom eller 10,51 Procent.

Saltet gav ved Sønderdeling med kulsurt Natron og Natronhydrat og Udrystning med Æther [1]) en Chininmængde, der nogenlunde svarede til den theoretisk beregnede.

	Fundet.	Beregnet.
Cr	10,51	10,51

15. Strychnin-Brint-Diaminchromrhodanid.

$C_{21}H_{22}N_2O_2 . HSCN . Cr2NH_3(CSN)_3$.

Man fælder en Opløsning af salpetersurt Strychnin med en Opløsning af Reineckes Salt; Strychninopløsningen kan være meget fortyndet; det fremkomne røde Bundfald udvaskes med koldt Vand, hvorefter det paa Filtret behandles med kogende Vand; heri er det i høj Grad tungtopløseligt, saa at der medgaar betydelige Mængder Vand til at bringe det i Opløsning. Af det varme Filtrat udskilles Saltet som et finkrystallinsk Bundfald, der udvaskes med koldt Vand og derefter med Vinaand, hvori det ogsaa er meget tungtopløseligt; i varm Vinaand opløses det, men ikke med Lethed.

0,4919 Grám gav ved Opvarmning med ammoniakholdigt Vand paa Vandbad, Udvaskning af det udfældede Chromtveiltehydrat og Strychnin med Vand og derefter med Vinaand og sluttelig Glødning 0,0573 Procent Cr_2O_3, svarende til 0,039352 Gram Chrom eller 8,0 Procent.

	Fundet.	Beregnet.
Cr	8,0	8,04

16. Pilocarpin-Brint-Diaminchromrhodanid.

$C_{11}H_{16}N_2O_2 . HSCN . Cr2NH_3(SCN)_3$

fremstilles ved Fældning af en Opløsning af 1 Del saltsurt Pilocarpin i ca. 50 Dele Vand med en Opløsning af Reineckes Salt; det derved fældede røde Bundfald udvaskes for Sugeapparatet med koldt Vand, suges derpaa saa tørt som muligt, hvorefter det opløses i

[1]) Ifølge en af A. Christensen angiven Methode, der snart vil blive offentliggjort.

varm 95 Proc. holdig Vinaand, af hvilken der ikke anvendes stort mere end nødvendigt. Ved langsom Afkjøling af Opløsningen udskilles Pilocarpinforbindelsen i smukke, temmelig lange, rødt silkeglindsende, ofte sammenfiltrede Naale, der befries for Moderluden ved Sugning og derpaa lufttørres. Paa Grund af Krystallernes Form og det sammenfiltrede Udseende er Saltet meget let at kjende fra de øvrige tilsvarende Alkaloidforbindelser.

0,7327 Gram tabte ved Opvarmning til 100°—110° kun 0,002 Gram. Efter Sønderdeling paa Vandbad med ammoniakholdigt Vand og Glødning af det udskilte Chromtveiltehydrat vandtes 0,1065 Gram Cr_2O_3 svarende til 0,0731 Gram Chrom eller 9,98 Procent.

	Fundet.	Beregnet
Cr	9,98	9,95

17. Cocaïn-Brint-Diaminchromrhodanid.

$C_{17}H_{21}NO_4 . HSCN . Cr2NH_3(SCN)_3$.

En Opløsning af saltsurt Cocaïn fældes øjeblikkelig af en Opløsning af Reineckes Salt.

Til Fremstilling af det krystalliuske Cocaïnsalt har jeg fældet en svag Opløsning af Cocaïnchlorhydrat (ca. 4 Gr. af Chlorhydratet i 1 Liter Vand), med en mættet Opløsning af Reineckes Salt. Det fremkomne røde Bundfald blev efter Decanthering af den ovenover staaende Vædske opvarmet med en rigelig Mængde Vand over en kraftig Lampe under Omrøring; der blev anvendt saa meget Vand, at Bundfaldet ved hurtig Opvarmning af Vædsken til Kogning fuldstændigt gik i Opløsning. Den dannede Opløsning blev filtreret varm gjennem hurtigt filtrerende Papir; Filtratet afsætter da ved rolig Henstand Cocaïnforbindelsen i Form af glindsende røde Blade. Efter 12 Timers Forløb bleve disse frafiltrerede, udvaskede for Sugeapparatet med koldt Vand og lufttørrede.

Af varm Vinaand, hvori Forbindelsen let opløses, udkrystalliserer den i glindsende Blade.

0,5675 Gram af det ved 100° tørrede Salt gav efter Sønderdeling med ammoniakholdigt Vand paa Vandbad og videre Behandling af det udskilte Chromtveiltehydrat 0,0686 Gram Cr_2O_3 svarende til 0,04709 Gram Chrom eller 8,29 Procent.

0,500 Gram gav efter Iltning med conc. Kongevand og videre Behandling paa sædvanlig Maade 0,7455 Gr. $BaSO_4$ svarende til 0,10235 Gr. Svovl eller 20,47 Procent.

	Fundet.	Beregnet.
Cr	8,29	8,4
S	20,47	20,6

Foruden de i det foregaaende omtalte Alkaloidsalte danner Brint-Diaminchromrhodanid, som tidligere berørt, Salte med mangfoldige andre Alkaloider; alle virkelige Alkaloider med nogenlunde udpræget basisk Karakter synes at fældes af Reineckes Salt.

Det vilde føre for vidt at gjennemgaa alle disse Forbindelser, hvis Formler sikkert ere fuldstændigt analoge med de i det foregaaende omtalte Alkaloidforbindelsers; jeg skal her kun i Korthed omtale et Par af dem.

18. Atropin-Brint-Diaminchromrhodanid

fremstilles ved Fældning af en fortyndet Opløsning af svovlsurt Atropin med Reineckes Salt; det røde Bundfald frafiltreres og opløses paa Filtret ved Behandling med rigeligt kogende Vand; af Filtratet udskilles det da krystallinsk; det saaledes udskilte Salt viser sig under Mikroskopet som savtakkede Lameller, sjældnere som rhombiske Tavler.

19. Hyoscyamin-Brint-Diaminchromrhodanid.

En Opløsning af Hyoscyamin (Merck) i $^1/_{10}$ normal Svovlsyre giver med en Opløsning af Ammonium-Diaminchromrhodanid øjeblikkeligt et rødt Bundfald, der efter Frafiltrering opløses paa Filtret i kogende Vand; af den filtrerede varme Opløsning udskilles det straks krystallinsk. Under Mikroskopet vise Krystallerne sig som rhombiske Tavler, undertiden som Prismer.

Da det kunde have sin Interesse at undersøge, hvorvidt en Opløsning af Reineckes Salt vilde fælde saadanne Baser, som dannes ved Forraadnelsen, blev der anstillet et Forsøg med Pentamethylendiamin (Cadaverin). Der dannes herved:

20. Pentamethylendiamin-Brint-Diaminchromrhodanid.

$$C_5H_{10}(NH_2)_2 . [HSCN . Cr\,2NH_3(SCN)_3]_2 , \; 2H_2O .$$

Man anvender til Fremstillingen af denne Forbindelse en fortyndet Opløsning af saltsurt Pentamethylendiamin; denne giver med en mættet Opløsning af Reineckes Salt ligesom Alkaloiderne straks et rigeligt rødt Bundfald, der som sædvanligt udvaskes for Sugeapparatet med koldt Vand og derpaa lufttørres. I koldt Vand er det meget tungtopløseligt; ved Opvarmning med Vand opløses det; dog indtræder der herved lettere og hurtigere delvis Sønderdeling end for de andre Forbindelsers Vedkommende. Kold Vinaand virker kun svagt opløsende derpaa; ved Kogning med Vinaand opløses det, omend ikke

særlig let. Af den varme vandige Opløsning udskilles det ved Afkjøling i fine, glindsende Lameller.

0,5780 Gram gav efter Sønderdeling med ammoniakholdigt Vand og videre Behandling af det udskilte Chromtveiltehydrat 0,1145 Gr. Cr_2O_3 svarende til 0,07860 Gr. Chrom eller 13,61 Procent.

	Fundet.	Beregnet.
Cr	13,61	13,51

Metalammoniakforbindelser af Brint-Diaminchromrhodanid.

Ligesom de kvælstofholdige organiske Baser fældes ogsaa flere Metalammoniaksalte af Ammonium-Diaminchromrhodanid.

I det følgende anføres foreløbigt et Par af de herved dannede Forbindelser; senere Undersøgelser maa udvide Kjendskabet til dem nøjere.

21. Luteokobolt-Diaminchromrhodanid.

$$Co\,6NH_3(SCN)_3 \,.\, [Cr\,2NH_3(SCN)_3]_3 \,.$$

En ved almindelig Temperatur mættet Opløsning af Luteokoboltnitrat fortyndes med 1—2 Rumfang Vand, hvorefter der tilsættes en ved almindelig Temperatur mættet Opløsning af Reineckes Salt. Derved udfældes ligesom hos Alkaloidsaltene et lyserødt Bundfald; dette udvaskes for Sugeapparatet med koldt Vand, suges saa tørt som muligt og opløses derpaa under Opvarmning i en Blanding af $1^1/_2$ Rumfang 95 Proc. holdig Vinaand og 1 Rumfang Vand. Den klare Opløsning henstilles til Afkjøling, hvorved Saltet udskilles smukt krystallinsk. Efter 24 Timers Forløb filtreres for Sugeapparatet, udvaskes med 90 Procent holdig Vinaand og lufttørres. Under Mikroskopet viser Saltet sig dels som tynde rectangulære Tavler, hvis korteste Sider undertiden ere indskaarne, dels, for de tykkere Krystallers Vedkommende, som prismatiske Krystaller.

Saltet er saa godt som uopløseligt i koldt Vand; dette antager ikke nogen Farve ved Rystning med Saltet i et Reagensglas. Ved Kogning med rigeligt Vand opløses det derimod; har man kun opvarmet lige til Kogning og derpaa filtreret, udskilles Saltet af Filtratet smukt krystallinsk; opvarmes vedholdende, indtræder der Sønderdeling. Kold stærk Vinaand virker kun i ringe Grad opløsende, idet Vædsken antager en rødlig Farve; kogende 90 Proc. holdig Vinaand virker heller ikke stærkt opløsende, men dog stærkere end kold Vinaand.

Luteokoboltforbindelsen sønderdeles ved Opvarmning med fortyndet Salpetersyre under Udvikling af Kvælstofilter; af den dannede Opløsning udskilles efter Afkjøling Luteokoboltnitrat, medens Opløsningen indeholder Chromtveiltesalt. Denne Spaltning med Salpetersyre kan anvendes ved Analysen af Saltet, idet der kun bliver Spor af Kobolt tilbage i den afkjølede salpetersure Opløsning:

1,0915 Gram blev i en lille Erlenmeyersk Kolbe sønderdelt ved Ophedning med fortyndet Salpetersyre. Efter Sønderdeling blev Opløsningen henstillet i 24 Timer, hvorefter det udskilte Luteokoboltnitrat blev frafiltreret og udvasket med fortyndet Salpetersyre; af Filtratet blev Salpetersyren afdampet paa Vandbad, Resten blev opløst i Vand og Opløsningen fældet med Ammoniak; det fældede Chromtveiltehydrat gav ved Glødning 0,2270 Gr. Cr_2O_3, svarende til 0,15581 Gr. Chrom eller 14,27 Procent.

	Fundet.	Beregnet.
Cr	14,27	14,11

22. Chloropurpureochrom-Diaminchromrhodanid (?).

Til en ved almindelig Temperatur mættet Opløsning af Chloropurpureochromchlorid sættes paa een Gang en ligeledes ved almindelig Temperatur mættet Opløsning af Reineckes Salt. Herved fremkommer et smukt rødt glindsende krystallinsk Bundfald. Allerede medens dette sætter sig til Bunds og i hvert Fald i Løbet af nogle Timer, synes der at foregaa en Forandring i dets Struktur; det frafiltreres derpaa for Sugeapparatet og udvaskes nogle Gange med koldt Vand; efter fuldstændig Afsugning lufttørres det uden Adgang af direkte Sollys. Under Mikroskopet viser Saltet sig som sammenhobede Krystalblade eller stjerneformigt eller knippeformigt grupperede Naale.

I koldt Vand er Saltet yderst tungtopløseligt; Vandet antager en svag rødviolet Farve; kogende Vand opløser Forbindelsen temmelig let. I Ammoniakvand opløses den ved almindelig Temperatur under Omrystning; den herved dannede Opløsning kan koges i nogen Tid inden der indtræder Sønderdeling.

Kold, 90 Proc. holdig Vinaand opløser Saltet ved nogen Tids Omrystning; ved Opvarmning med Vinaand opløses større Mængder deraf.

Ved Kogning med fortyndet Saltsyre opløses Forbindelsen; efter Henstand og Afkjøling udskilles Chloropurpureochromchlorid.

Jeg formoder, at den ovenfor omtalte Forandring i Saltets Struktur har været fremkaldt ved en Forandring i Sammensætning, og at Saltet maaske ikke længere end i selve Fældningsøjeblikket er nogen Chloropurpureoforbindelse; det synes undertiden at være en fortsat Forandring underkastet, thi selv det lufttørre Salt blev ved Henstand under Lysets Adgang efterhaanden klumpet og hængte fast ved Glassets Sider.

Analysen gav ikke noget Resultat, der svarede til en ren Purpureoforbindelse.

Ogsaa en ved almindelig Temperatur tilberedt Opløsning af Chloropurpureokoboltchlorid fældes af en Opløsning af Reineckes Salt.

Metalsalte af Brint-Diaminchromrhodanid.

Reinecke har allerede undersøgt og beskrevet en Del af disse Salte; i det følgende skal jeg kun omtale Cadmiumsaltet.

23. Cadmium-Diaminchromrhodanid.

$$Cd(SCN)_2 . [Cr\,2NH_3(SCN)_3]_2 + H_2O.$$

Til en Opløsning af krystallinsk svovlsurt Cadmium (1 : 10) blev efterhaanden under Omrøring føjet en mættet vandig Opløsning af Reineckes Salt; mellem hver Portion, der blev tilsat, hengik nogle Minutter. I Fældningsøjeblikket har Bundfaldet et blegrødt Udseende, men efter nogle Minutters Forløb bliver Farven livligere og Udseendet mere krystallinsk. Efter Filtrering og Udvaskning med koldt Vand blev Saltet lufttørret; det var derefter et rødt krystallinsk Pulver. Det er næsten uopløseligt i koldt Vand og tungtopløseligt i kogende Vand; den varme vandige Opløsning afsætter hurtigt Saltet i krystallinsk Tilstand. I kogende Vinaand er det kun i ringe Grad opløseligt, og Opløsningen antager kun en svag rød Farve. Saltet afgiver Vand over Svovlsyre og optager det atter i Luften.

1,2053 Gram tabte over Svovlsyre 0,0278 Gram svarende til 2,31 Procent Vand.

Det afvandede Produkt blev sønderdelt ved Opvarmning med fortyndet Svovlsyre under Tilsætning af lidt Saltsyre; efter fuldstændig Sønderdeling og Fortynding af Opløsningen blev Cadmium fældet med Svovlbrintevand, og det udskilte Svovlcadmium vejet paa et Filter; der fandtes 0,2235 Gram CdS svarende til 0,1738 Gram Cadmium eller 14,42 Proc.

Filtratet gav ved videre Behandling 0,2370 Gr. Cr_2O_3 svarende til 0,16268 Gram Chrom eller 13,50 Procent.

	Fundet.	Beregnet.
Cr	13,50	13,68
Cd	14,42	14,60
H_2O	2,31	2,34

De øvrige Metalderivater af Reineckes Salt har jeg ikke undersøgt, men deres Sammensætning er utvivlsomt analog med de omtalte Derivaters.

Den til alle de omtalte Forbindelser svarende Syre, Brint-Diaminchromrhodanid, er fremstillet af Reinecke ved Sønderdeling af det i Vand fordelte Kvægsølvsalt med Svovlbrinte; Reinecke angiver enkelte af dens Egenskaber; jeg agter at undersøge den nærmere og skal meddele Undersøgelsesresultaterne i et følgende Arbejde.

De i nærværende Arbejde udførte Undersøgelser have vist, at der ved Indvirkningen af tvechromsurt Kali paa smeltende Rhodanammonium dannes forskjellige — mindst to — Chromammoniakforbindelser, og at Morland og Reinecke have arbejdet med forskjellige Produkter. Det fremgaar endvidere af Resultaterne, at de ved den nævnte Proces dannede Forbindelser ere nær beslægtede, og at Morlands Salt lader sig overføre til Reineckes, saa at man kan lede hele Processen saaledes, at man sluttelig kun vinder det sidstnævnte.

Medens Opløselighedsforholdene overfor Vand for Morlands Salt minde om Chloropentaminchromchloridets (Purpureochlorid), ere de for Reineckes Salt mere lig Chlortetraminchromchloridets Opløselighedsforhold; ogsaa Opløsningernes Farve viser i denne Retning; et 1—2 Centimeter tykt Lag af en ved almindelig Temperatur mættet Opløsning af Morlands Salt viser tydelig Skyggeabsorption fra D—F; samme Absorptionsspektrum giver en fortyndet Opløsning af Chloropurpureochromchlorid. Anvender man en mættet vinaandig Opløsning af Morlands Salt i samme Lagtykkelse som nævnt, absorberes alt Lys fra D gjennem grønt, blaat og violet; fortyndes denne Opløsning med sit lige Rumfang Vinaand, fremtræder samme Absorption som i den vandige Opløsning, men i stærkere Grad. Absorptionsforholdene for Reineckes Salt ere omtalte S. 198.

Som tidligere antydet, tør jeg foreløbigt ikke udtale nogen aldeles bestemt Anskuelse med Hensyn til Constitutionen af Morlands og Reineckes Salte; jeg vil dog ikke undlade i Fortsættelse af det S. 186 anførte at fremsætte, hvad der synes mig at være det sandsynligste, selv om de Anskuelser, jeg derved kommer til at fremføre, kunde synes noget fremmedartede.

Jørgensen har som bekjendt tidligere vist, at H_2O kan optræde som Radikal i Metalammoniakforbindelserne og indtræde i Stedet for NH_3 i disse, i det Iltatomet i saa Tilfælde maa optræde tetravalent; ligeledes har Blomstrand[1]) vist, at der til Metalam-

---

[1]) Oversigt over d. kgl. danske Vidensk. Selsk. Forh. 1882, S. 251.

moniakforbindelserne svare Sulfin-Forbindelser, i hvilke Svovlatomerne binde hinanden ligesom Kvælstofatomerne i Metalammoniakforbindelserne; Svovlatomet maa altsaa i de nævnte Sulfinforbindelser optræde tetravalent. Da nu ifølge Klasons[1]) Undersøgelser Rhodanbrinten i mange Tilfælde gaar over fra Formen $HNCS$ til Formen $HSCN$, vilde man med høj Grad af Sandsynlighed kunne tænke sig, at Svovlatomet i sidstnævnte Molekul i visse Tilfælde kunde optræde tetravalent eller med andre Ord, at Rhodanbrintens Molekul i saa Tilfælde ligesom $\overset{V}{N}H_3$, $H\overset{IV}{O}H$ og $C_2H_5-\overset{IV}{S}-C_2H_5$ kunde optræde som divalent Radikal $H\overset{IV}{S}CN$ og som saadant indtræde i Metalammoniakforbindelserne i Stedet for NH_3; Brinten i $H\overset{IV}{S}CN$ vilde fremdeles kunde erstattes af positive Radikaler.

I saa Tilfælde vilde den til Morlands Salt svarende Syre, Brint-Tetraminchromrhodanid, $Cr4NH_3(SCN)_3HSCN$, der efter ovenstaaende maatte skrives $[Cr4NH_3(HSCN)](SCN)_3$, være afledet af en Pentaminforbindelse ved Erstatning af et NH_3 med $HSCN$ og saaledes svare til Chloropurpureochromchlorid $Cr5NH_3Cl_6$. Den til Reineckes Salt svarende Syre, Brint-Diaminchromrhodanid vil, hvis den ligesom det tilsvarende Ammoniumsalt indeholder 1 Mol. H_2O og altsaa har Formlen $Cr2NH_3(SCN)_3.HSCN.H_2O$, kunne afledes af et Tetraminsalt, idet et NH_3 erstattes af $HSCN$ og et andet NH_3 af H_2O; den skulde derefter skrives $[Cr2NH_3, (HSCN), OH_2](SCN)_3$.

Alle de i nærværende Afhandling undersøgte Forbindelser skulde altsaa være Derivater af sidstnævnte Forbindelse, idet Brinten i $HSCN$ erstattes af positive Radikaler, hvorved dog hyppigt H_2O udtræder.

Erdmanns Salt, $Co2NH_3(NO_2)_3.KNO_2$, vilde da paa tilsvarende Maade kunne afledes af en Forbindelse $Co3NH_3(NO_2)_3$, idet det amphogene Iltatom i $KONO$ optræder tetravalent, og kunne skrives $[Co2\overline{NH_3(KO}NO)](NO_2)_3$. Paa lignende Maade vilde maaske Constitutionen af de fornylig af Jørgensen[2]) undersøgte salpetersure Salte kunne forklares, idet det amphogene Iltatom i Salpetersyren bliver firegyldigt, hvorved Syremolekulet indtræder som Radikal ligesom H_2O i Roseosaltene.

Jeg nærer i hvert Tilfælde ingen Tvivl om, at de til Morlands og Reineckes Salte svarende Syrer ere Forbindelser, der svare til de af Jørgensen undersøgte sure salpetersure Salte, hvordan end Constitutionen af disse Forbindelser maa opfattes.

Adskillige Dobbeltsaltes Constitution vil maaske kunne forklares paa en med den ovenfor omtalte analog Maade; ogsaa den Omstændighed, at Udtrædelseu at 1 Mol. Salt

---

[1]) J. pr. Chem. [2] **33**, 129; **36**, 64.
[2]) J. pr. Chem. [2] **44**, 63.

i mange Dobbeltsalte ledsages af Indtrædelsen af 1 Mol. Vand, har maaske sin Grund i, at Vandmolekulet optræder som Radikal og indtager Saltmolekulets Plads i Dobbeltsaltet[1]).

Af væsentlig Betydning er det Forhold, som Reineckes (og tillige Morlands) Salt viser overfor kvælstofholdige organiske Baser, idet disse, saaledes som i nærværende Arbejde paavist, fældes af vandige Opløsninger af de nævnte Salte og derved danne Forbindelser af constant Sammensætning, der ofte krystallisere godt. Da Reineckes Salt er lettere opløseligt end Morlands, lader det sig med største Fordel anvende til Fældning af saadanne og andre Baser.

Jeg nærer ingen Tvivl om, at det saaledes paaviste Forhold vil kunne faa en ikke ringe Betydning, idet man er i Stand til atter at frigjøre de kvælstofholdige Baser af de dannede Forbindelser, og man saaledes vil kunne benytte Reineckes Salt til Fremstillingen og Isoleringen af Baserne.

Jeg har ved Hjælp af Reineckes Salt med Lethed kunnet udfælde Baserne af saadanne Planteudtræk, hvori de forekomme; saavel Chinabark som Jaborandi-Blade og Coca-Blade give med svagt syreholdigt Vand Udtræk, der efter passende Viderebehandling fældes af en Opløsning af Reineckes Salt. Nærmere Undersøgelser med Hensyn til de bedste Methoder til Frigjørelse af Baserne af de omtalte Forbindelser ville senere blive udførte. Til Fældningen vil man kunne benytte det vandige Udtræk af det S. 193 omtalte Raaprodukt, der baade indeholder Morlands og Reineckes Salte, da det sidste fortrinsvis gaar i Opløsning, og da det med Hensyn til Frigjørelsen af Baserne har mindre at sige, om de fældede Forbindelser ere en Blanding af Derivater af Reineckes og Morlands Salte, da begge disse Forbindelser lade sig sønderdele ved samme Midler.

Af særlig Interesse er det ogsaa at sammenligne de undersøgte Forbindelser af organiske kvælstofholdige Baser og Brint-Diaminchromrhodanid med Hensyn til deres Opløselighedsforhold, idet der her viser sig et Afhængighedsforhold mellem den i Forbindelsen indgaaede kvælstofholdige Bases Constitution og Forbindelsens Opløselighed; det er særligt Opløseligheden i kold Vinaand, der tildrager sig Opmærksomheden.

Jeg har allerede S. 203 paapeget, hvorledes det for de undersøgte Aminforbindelser af den fede Række fremgaar, at de primære Aminers Forbindelser med Brint-Diaminchromrhodanid ere letopløselige i kold Vinaand, medens den undersøgte secundære Amins tilsvarende Forbindelse er tungere opløselig og den tertiæres meget tungtopløselig; betragter man de aromatiske Aminers Forbindelser finder man en Gjentagelse heraf; saavel Anilin- som Orthotoluidin- og Paratoluidinforbindelserne ere letopløselige i kold Vinaand; den Forskjel,

---

[1]) Smlgn. Mangandobbeltfluoriderne, Bidrag til Manganets og Fluorets Kemi, Kjøbenhavn 1886, og de af E. Petersen undersøgte Vanadindobbeltfluorider.

som den forskjellige Stilling af Methylgruppen i Toluidinet bevirker, viste sig mere i Saltenes Ydre, dog var Paraforbindelsen noget tungere opløselig end Orthoforbindelsen.

Gaa vi derimod til de heterocycliske Forbindelser, i hvilke Kvælstofatomet indgaar i Kjærnen og med 3 Valenser er bundet til Kulstof, da vise de herhen hørende Forbindelser af Pyridin-, Picolin- og Chinolin med Brint-Diaminchromrhodanid et Opløselighedsforhold overfor kold Vinaand, der minder om Trimethylaminsaltets, idet de nævnte Forbindelser ere meget tungtopløselige i kold Vinaand. De undersøgte Forbindelser af organiske Baser ere altsaa tungtopløselige i kold Vinaand, naar det i Baserne indeholdte Kvælstofatom er bundet til tre Kulstofatomer eller med alle tre Valenser til Kulstof; er det kun bundet til et Kulstofatom, da er Forbindelsen i Reglen letopløselig i Vinaand.

Overfor en Opløsning af Hønseæggehvide forholder en Opløsning af Ammoniumdiaminchromrhodanid sig paa følgende Maade: den fremkalder i neutral Opløsning intet Bundfald, men tilsættes der tillige Eddikesyre fældes der et rigeligt rødt Bundfald. Sandsynligvis vil altsaa det frie Brint-Diaminchromrhodanid fælde Æggehvidestoffer. Denne Syre er jeg i Begreb med at undersøge og skal senere meddele Resultaterne i Forbindelse med Fortsættelsen af nærværende Arbejde, der tillige vil omfatte Afledningsprodukterne af Morlands Salt samt Koboltammoniakforbindelser, der indeholde Radikalet *SNC*.

Til Undersøgelsen af Rhodanchromammoniakforbindelserne har jeg modtaget Understøttelse af Carlsbergfondet; jeg bringer herved Fondets Bestyrelse min Tak, fordi det har sat mig i Stand til at ofre en Del af min Tid til dette Arbejde.

Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles Laboratorium i September 1891.

Spolia Atlantica.

Scopelini
Musei Zoologici Universitatis Hauniensis.

Bidrag til Kundskab om

det aabne Havs Laxesild eller Scopeliner.

Med et Tillæg om en anden pelagisk Fiskeslægt.

Af

Dr. **Chr. Fr. Lütken,**

Professor i Zoologi ved Kjøbenhavns Universitet.

Med 3 stentrykte Tavler.

Avec résumé en français.

Vidensk. Selsk. Skr., 6. Række, naturvidenskabelig og mathematisk Afd. VII. 6.

Kjøbenhavn.

Bianco Lunos Kgl. Hof-Bogtrykkeri (F. Dreyer).

1892.

Forord.

Den lille Afhandling, for hvilken jeg har udbedt mig Plads i Selskabets Skrifter, yder Bidrag til Kundskab om den Fiskefamilie, som Joh. Müller sondrede ud fra Laxefiskene (Salmoniderne), til hvilke de tidligere henregnedes ligesom Characinerne eller «Karpelaxene», under Navn af Scopelinerne, efter Hovedslægten, den artrige *Scopelus*-Slægt. Som dansk Benævnelse kan man efter Krøyers Forslag benytte «Laxesild» — dermed er deres omtrentlige Plads i det ichthyologiske System antydet. Og jeg beholder, som det nedenfor nærmere udvikles, denne Familie-Benævnelse i dens oprindelige Omfang, uanseet at man i en senere Tid har delt den i flere — tre — som dog synes mig ikke at være godt afgrænsede. Skulde jeg gaa ind paa en Deling, maatte jeg enten erklære mig for en Tvedeling eller følge de nordamerikanske Ichthyologer og dele den i mange. Den ichthyologiske Systematik har jo endnu ikke fundet sit sikre Udgangspunkt, sin faste Grundvold, og de ichthyologiske Systemers Antal er derfor stort. Dette gjælder jo for øvrigt ogsaa om andre Grene af Zoologien, f. Ex. Fuglene eller Molluskerne, hvor man heller ikke, trods mange Forskeres energiske Fordybelser i den anatomiske Undersøgelse, som skulde tilvejebringe dette Grundlag, er naaet videre end til højst at skimte den Ledetraad, som skulde føre til Maalet. Thi det er indirekte Maalet for al zoologisk og botanisk Forskning, i Systemet samles som i et Brændpunkt al vor zoologiske eller botaniske Viden. Det ligger nærmest for Fiskeklassens Vedkommende at søge Grundlaget i et fint gjennemført komparativt Studium af Benbygningen, men derpaa er man egentlig først for nylig begyndt, der mangler i denne Henseende mange Gange mere end der er præsteret, uagtet dette Studium vil have en overordentlig Betydning ogsaa for Palæ-Ichthyologien, hvis Bestemmelser af de i Jordlagene opbevarede Skeletter eller Skeletdele vistnok paa mange Punkter endnu er yderst mangelfuld. At man ikke er kommet videre end man er, i denne Gren af Zoologien, har naturligvis sine gode Grunde. Den beskrivende Ichthyologi — Ichthyografien — maa først bane Vejen, ordne Materialet, skaffe Overblikket tilveje o. s. v.

Det foreliggende Arbejde er en Frugt af Bearbejdelsen af en Del af de Indsamlinger af pelagiske Organismer, der, som det vil være Selskabet og den zoologiske Verden bekjendt

fra tidligere Lejligheder, i en Aarrække udførtes af Søfarende, Læger og Naturforskere paa Foranledning og under Ledelse af det daværende Universitetsmuseums Bestyrer, Prof. Steenstrup, selvfølgelig med Medhjælp af mig, den daværende Assistent. Der foreligger jo alt i Selskabets Skrifter, dels under Fællesbenævnelsen «*Spolia atlantica*», dels uden denne, en Række Bearbejdelser af det paa denne Maade tilvejebragte pelagiske Materiale, hvortil der ikke noget andet Sted turde være tilvejebragt noget i Righoldighed svarende. Hvad det ichthyologiske Udbytte angaar, da har jeg allerede for en Aarrække siden — foruden mindre Bidrag i vore «Oversigter» og i den naturhistoriske Forenings «Videnskabelige Meddelelser», ved hvilke jeg her ikke skal dvæle, da jeg faar Lejlighed til at nævne dem i det følgende — i en større Afhandling, som Selskabet har givet Plads i sine Skrifter, behandlet hvad jeg vilde kalde en Tredjedel af dette Udbytte, nemlig de Suiter af Fiske-Unger, der kastede Lys over de Forandringer, som mange, især pelagiske Fiske undergaa under deres Væxt og Udvikling, og om hvilke man tidligere vidste forholdsvis lidt — og det er da heller ikke meget nyt, som man har faaet at vide siden. Resultaterne forelaa saa at sige færdige i Indsamlingerne, det galdt kun om at faa dem frem ved taalmodig Sammenstilling og Sammenligning. Og en væsentlig Del af Udbyttet var Systemets Befrielse for en ikke saa ganske kort Række af nominelle Slægter, der vare opstillede paa midlertidige Ungdomsformer. En anden Tredjedel af Materialet — bortseet fra forskjellige Smaa-Æmner — er den store Mængde, der er indsamlet af de saakaldte Leptocephaler eller Helmichthyider — «Ormefiske» — en Type, der er erkjendt at maatte være Larver, der endnu staa paa et lavt Uddannelses-Standpunkt, tildels i det mindste af Aalenes Type, men om hvilken der er opstillet den Legende, at de skulde være monstrøse, udskejende Larver af visse Aaleslægter, der vare komne paa Afveje ved af Havstrømmene at føres bort fra Littoralbæltet og ud i det aabne Hav, hvor de ikke kunne trives rigtigt, ikke udvikle sig til det de skulde, men maa gaa til Grunde i den store Verden efter et forspildt Ungdomsliv — en Theori, som i den allersidste Tid er bleven udvidet til andre kjønsløse pelagiske Larveformer, af Krebsdyrklassen især, hvis Sammenhæng med Søknælere, Bjørnekrebs og Languster man dog meget godt kjender. Jeg haaber, at disse altfor dristige Theorier snart ville forsvinde igjen, efter at man for én Leptocephal-Forms Vedkommende umiddelbart, i Akvariet, har iagttaget dens Omdannnelse til en almindelig Hav-Aal (*Conger vulgaris*)[1]. Hvorvidt det vil lykkes mig at yde et Bidrag til dette Spørgsmaals yderligere Løsning ved Studiet af vor store Leptocephal-Samling, tør jeg endnu ikke udtale mig om; maaske sker det forinden ved Andre. — Den tredje Hovedpart af vor pelagiske Fiskesamling er nu netop Scopelinerne (s. l.). Af denne Gruppe er der indsamlet flere hundrede Individer, mest Smaaformer eller Unger; thi denne Gruppe bestaar

[1]) Yves Delage, Comptes rendus de l'académie des sciences, etc. CIII (1886) p. 698.

jo kun for en Del af Former, der som udvoxne komme op til Overfladen fornemmelig om Natten, for en meget stor Del er det Dybhavsformer, om der end synes at være en Del af disse, hvis Yngel holder sig mere til højere Vandlag og derfor kan fanges i Slæbenettet; at undersøge Dybhavs-Dyrelivet er man først senere kommet rigtig ind paa, og vor Stat har endnu ikke ydet sit Bidrag dertil. Paalidelige — tildels kunstige og kostbare — Indretninger til at indfange de Dyr, som opholde sig i Mellemlagene mellem Overfladen og Havbunden har man jo endog først opfundet i den allerseneste Tid. — Undersøgelsen af dette Materiale har krævet megen Tid og megen Taalmodighed, og jeg har maattet spørge mig selv, om jeg ogsaa anvendte min sparsomt tilmaalte Arbejdstid forsvarligt paa denne Maade. Men det stod for mig som et Pligtarbejde, der skulde gjennemføres. Mit Materiale har jeg dog maattet søge supleret, dels ved gjennem venskabelige Fagfæller i Italien at skaffe mig saa meget som muligt af de middelhavske Scopeliner — Middelhavet er jo en Hovedkilde til Kundskab om det pelagiske Dyreliv, som dèr ofte og paa visse Steder sammentrænges af Havstrømmene, saa at det bliver mere tilgængeligt — dels ved Laan fra enkelte Museer (Stuttgart, Berlin), naar det galdt om at konstatere, hvad det var, der var bleven beskrevet. Museet i Kristiania har velvilligt tilsendt mig til Benyttelse, hvad det besad af pelagiske Scopeliner; var det end ikke forholdsvis meget, saa var det godt og suplerede paa flere Punkter mit Materiale paa en meget ønskelig Maade. Men nogen større Anstrængelse for at samle Materiale efter den størst mulige Maalestok fra de flest mulige Museer har jeg ikke gjort, dels fordi det hele da let kunde blive uoverkommeligt for mig, dels fordi det dog ikke kunde blive noget tilnærmelsesvis udtømmende. Nye Dybhavs-Expeditioner ville upaatvivlelig endnu bringe meget nyt frem i denne Retning, saa at mit Arbejde kun vil faa en forbigaaende Betydning; men dette gælder om mangt og meget, for ikke at sige om alle lignende Bestræbelser.

Den største Vanskelighed har jeg mødt ved Udredelsen af de talrige Arter, der forelaa mig — mest i ungdommelige Exemplarer, men heldigvis dog i mange Tilfælde af mere udviklede — af den artrige *Scopelus*-Slægt, hvis Arter i det hele synes mig at være mangelfuldt definerede. Nøglen til Artsbegrænsningen fandt jeg i et strængere Studium af Fordelingen af Lysorganerne — Lyspletterne eller Lyskirtlerne — som man mærkeligt nok ikke har skænket den Opmærksomhed, som de dog aabenbart fortjente. En italiensk Zoolog, Dr. Raffaële, har her brudt Isen, men ikke gjennemført det helt af Mangel paa en fast Terminologi; at indføre en saadan blev da det, jeg først maatte foretage mig. Det gik her som saa ofte, hvor man kunde være tilbøjelig til at opgive Ævret ligeoverfor Formernes Mangfoldighed og mistvivle om, at Artsbegrebet tilfulde kunde hævdes, indtil man har havt det Held at finde, hvad det var, det egentlig kom an paa. Hvad der her voldte Vanskeligheden, var paa den ene Side det, at visse Ordninger og visse Talforhold vare i høj Grad konstante indenfor Slægten, kom igjen hos alle Former, medens andre

viste sig temmelig variable indenfor det, som dog umiskjendelig var samme Art, og under denne tilsyneladende Forvirring fik man ikke Øje paa, hvad der i Ordningen og Fordelingen var det konstante indenfor Arten, men variabelt indenfor Slægten. For at udtrykke disse Forskjelligheder paa en simpel, let overskuelig Maade har jeg ladet udføre en Række skematiske Figurer, der med nogenlunde Bibeholdelse af Artens Omrids og almindelige Habitus gjengive det specifike i Lyskirtlernes Fordeling, saaledes at det er muligt straks at skjønne, om denne stemmer med et foreliggende Objekt.

Med Hensyn til disse Lysredskabers Bygning maa det være mig tilladt at henvise til Dr. Lendenfelds fortræffelige Undersøgelser paa det ved Challenger-Expeditionen tilvejebragte Materiale — Undersøgelser, som ville blive gjenoptagne paa det af Alexander Agassiz i det Stille Hav indsamlede Materiale. Jeg skal kun erindre om, at en af de første positive Iagttagelser over en lysende Fisk af denne Gruppe skyldes vort Medlem, afdøde J. Reinhardt. Da denne Iagttagelse imidlertid ikke har tildraget sig den Opmærksomhed, som den fortjente, har jeg i det følgende aftrykt det væsentligste af den. Med Hensyn til det Spørgsmaal, om Scopelinernes Lysning ikke muligvis skulde have Betydning for Kjønslivet, skal jeg henvise til det følgende.

I et Tillæg afhandler jeg en formentlig ny Fiskeslægt, hvis eneste foreliggende Art og Exemplar af Kapt. Andréa er taget i Maven af en stor pelagisk Makrelfisk, som uden Tvivl stiger ned til ret betydelige Dybder, i Mundingen af «Gamle Bahama-Kanalen». Det er gaaet mig med den, som det er gaaet et Par fremragende Ichthyologer med andre Former, at vi vildledede af det habituelle have ved en flygtig Betragtning henført til Scopelinerne, eller været tilbøjelige til at henføre til disse, hvad der i Virkeligheden hørte ganske andetsteds hen. Ved Modtagelsen havde jeg, uden nærmere Undersøgelse, som forbeholdtes den Fremtid, som nu er kommen, sat den i Magasinet blandt Scopelinerne. Léon Vaillant forelaa der ogsaa en Dybhavsfisk, som han, slaaet af dens habituelle Lighed, benævnede *Scopelogadus* og mente at kunne sætte blandt Scopelinerne, uagtet den i ichthyografiske Kardinalpunkter afveg fra dem paa den mest afgjorte Maade. Senere har han erkjendt, at det er en Berycide — en *Melamphaës*. Værre gik det Ichthyologiens Stormester Dr. Günther, som beskrev i sin foreløbige Oversigt over Challenger-Expeditionens Dybhavs-Udbytte af Fiske 4 «*Scopelus*»-Arter, som han senere i den endelige Bearbejdelse har rigtig henført til den nysnævnte Berycide-Slægt. Og i Nærheden af denne Familie vil vel min *Pseudoscopelus* ogsaa faa sin Plads. Jeg tager deraf Anledning til at beskrive den i det Arbejde, som herved forelægges til velvillig Modtagelse.

«Rari apparent in gurgite nantes»
Virg. Æneid.

Det af vore talrige Søfarende, der i Aarevis have arbejdet i den zoologiske Videnskabs og vore zoologiske Samlingers Interesse, tilvejebragte ichthyologiske Materiale falder, som i «Forordet» antydet, fornemmelig i 3 Retninger: talrige Leptocephalider; talrige Scopeliner; forskjellig Fiskeyngel og Udviklingsformer af pelagiske Fiske. For den tredje af disse Kategorier har jeg gjort rede i «*Spolia atlantica*, Bidrag til Kundskab om Formforandringer hos Fiske under deres Væxt og Udvikling, særligt hos nogle af Atlanterhavets Højsøfiske» (1880) med 5 Tavler. (K. D. Vid. Selsk. Skr. (5) XII, 9). Mine mindre Afhandlinger om Lodfiske, Flyvefiske, Sugefiske og Sværdfiske [1]) samt om nogle nye Berycider [2]) bør maaske ogsaa nævnes i denne Sammenhæng ligesom nogle lejlighedsvis fremsatte Bemærkninger om pelagiske Larver af Dybhavs-Tudsefiske i min Afhandling om *Ceratias* og *Himantolophus* [3]). Bearbejdelsen af Scopelinerne følger her. Vore pelagiske Indsamlinger have tilvejebragt et Materiale, der — om det end ikke i kvalitativ Henseende er særdeles betydeligt — dog er en saa væsentlig Del af det Bidrag til Oceanernes Dyreliv, som er repræsenteret i vort Museum, at dets nærmere Bearbejdelse længe har ligget mig paa Sinde. Den her foreliggende Bearbejdelses Mangler turde vel tildels undskyldes med Materialets Beskaffenhed; det bestaar nemlig især af smaa Former, i Regelen meget unge Exemplarer: sjældnere Arter ere ofte kun repræsenterede af faa Individer — medens der af en almindeligere Art (*Scopelus Coccoi*) er faldet et overflødig stort Antal Exemplarer — og Exemplarerne have ofte lidt meget ved at fanges i Slæbenettet. Imidlertid har jeg søgt at bringe ud af Materialet, hvad jeg formaaede. Først skal jeg dog oplyse, hvad jeg forstaar ved Scopeliner — dansk «Laxesild»!

[1]) Ichthyographiske Bidrag. IV. Om rundnæbede Sværdfiske, særligt om *Histiophorus orientalis* (1 T.). V. Museets Sugefiske (*Echeneidæ*) (Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening 1875). VI. Bidrag til Flyvefiskenes (Exocoeternes) Diagnostik (ib. 1876) (1 T.). Ichthyologiske Noticer. I. Om Slægten *Nauclerus* og dens Identitet med *Naucrates*. (Smstds. 1865.)

[2]) To sjældnere pelagiske Berycider (Overs. K. D. Vid. Selsk. Forh. 1877) (1 T.).

[3]) K. D. V. Selsk. Skrifter (5) XI. 5.

Sammenligner man Karaktererne for de 3 «Familier» *Sternoptychidæ*, *Scopelidæ* og *Stomiatidæ*, saaledes som de gives af Dr. A. Günther («Catalogue of Fishes», Vol. V; «Introduction to the study of Fishes» p. 582 og 627—29), vil man ikke standse ved andre væsentlige Forskjelligheder end, at Munden begrænses oventil af Mellemkjævebenene alene hos *Scopelidæ*, af Mellem- og Overkjævebenene i Forening hos *Stomiatidæ* og *Sternoptychidæ*, samt at «*Pseudobranchiæ*» ere tilstede hos *Scopelidæ*, hvorimod de mangle hos *Stomiatidæ* og kunne mangle eller være tilstede hos *Sternoptychidæ*. Det sidstnævnte Forhold synes man altsaa ikke at kunne tillægge stor Betydning. Imidlertid vil man for den samlede Gruppe kunne opstille følgende Schema:

†) Munden begrænses oventil af Mellem- og Overkjævebenene i Forening.
- *) «*Pseudobranchiæ*» ere tilstede:
  - a) *Argyropelecus*, *Sternoptyx* etc.
  - b) *Coccia*, *Maurolicus* etc.
- **) «*Pseudobranchiæ*» mangle:
  - a) *Gonostoma*, *Chauliodus* etc.
  - b) *Astronesthes*, *Stomias*, *Echiostoma*, *Malacosteus* etc.

††) Munden begrænses oventil af Mellemkjævebenene alene:
- ***) «*Pseudobranchiæ*» findes: *Scopelus*, *Scopelosaurus*, *Odontostomus*, *Paralepis*, *Plagyodus* etc.

Hos Jordan og Gilbert («Synopsis of the Fishes of Northamerica», 1882) ere disse 3 «Familier» blevne til 6 — eller til 7, naar man medtager *Astronesthina*, som opføres som Underfamilie af *Stomiatidæ*. Af disse 7 Grupper kunde der opstilles følgende *Synopsis* — uden at jeg dog vil udgive denne Opstilling for videre naturlig.

a. To Rygfinner, den første blødstraalet, den anden en Hudfinne;
- †) Legemet er nøgent;
  - *) Rygfinnen er lang, Tænderne stærke: *Alepidosauridæ (Plagyodus)* (1).
  - **) Rygfinnen er kort:
    - †) Tænderne fine: *Sternoptychidæ* (2) *(Maurolicus, Coccia, Sternoptyx, Argyropelecus)*.
    - ††) Tænderne stærke: *Astronesthina (Astronesthes)* (3).
- †) Legemet er skælklædt;
  - *) Overkjævens Rand dannes af Mellemkjævebenene alene.
    - †) Rygfinnen sidder omtrent midt paa Ryggen: *Scopelidæ* (4) *(Scopelus* etc.*)*
    - ††) Rygfinnen er rykket langt tilbage: *Paralepidæ* (5) *(Paralepis)*.
  - **) Overkjævens Rand er bagtil dannet af Overkjævebenet: *Chauliodontidæ* (6) *(Chauliodus, Gonostoma)*.

b. En enkelt Rygfinne; ingen Hudfinne:
- Legemet er nøgent: *Stomiatidæ* (7) *(Stomias, Echiostoma, Malacosteus* etc.*)*.

Herved er bl. a. at bemærke, at der ikke synes at kunne drages nogen skarp Grænse mellem nøgne og skælklædte Former, og at der indenfor samme Slægt synes at kunne være Former med og uden Hudfinne.

Uden at ville indlade mig paa det uløste (og maaske for Tiden uløselige) Spørgsmaal, efter hvilke Principer man skal sønderdele Fiskeklassen i «Familier» — hvor vidt man i denne Retning skal gaa, hvor ubetinget man skal bøje sig for visse «positive Karakterer» (Overkjævens Forhold, *Pseudobranchiæ*), skal jeg indskrænke mig til at udtale, at jeg foretrækker at holde alle disse dog aabenbart nær beslægtede Former samlede under Familiebegrebet *Scopelini*. Det kan vistnok godt forsvares at opstille «Subfamilier» og «Grupper» (*Tribus*) indenfor dette Omraade; men ikke at sammenholde dem med et fælles «Familie»-Baand, synes mig at gjøre Brud paa det Naturlige, til Ære for nogle «positive», men ikke i andre Henseender betydningsfulde «Karakterer». Hvorfor «Sternoptychiderne» og «Stomiatiderne» i Günthers «Introduction» ere komne saa langt bort fra «Scopeliderne» (s. st.), er mig en Gaade. Hvorom alting er, vil vistnok Mundens (Overkjævens) Forhold vise sig at være det vigtigste af de her berørte Forhold — R. Kner har allerede[1]) fremhævet dets Betydning for denne Families Systematik — og jeg mener derfor, at man vil kunne indskrænke sig til at danne 2 Subfamilier: *Scopelini* (s. st.) og *Stomiatini* (derunder indbefattet Günthers *Sternoptychidæ*). Man kunde da give følgende Opstilling af de hidtil kjendte Slægter:

a. Munden begrænses oventil af Mellemkjævebenene alene: *Scopelini*.
  a. Rygfinnen er kort eller middellang og sidder
    †) omtrent midt paa Legemet.
      α) Skælklædte Former
        †) uden Lysredskaber (Lyspletter, Lyskirtler): *Bathysaurus*, *Saurus*, *Saurida*, *Benthosaurus*, *Harpodon*, *Aulopus*, *Bathypterois*, *Chlorophthalmus (Hyphalonedrus)*, *Ipnops* (hele Panden et stort Lysorgan).
        ††) Med Lysredskaber (Lyspletter, Lyskirtler): *Scopelus*, *Scopelengys*, *Scopelosaurus*, *Nannobrachium*.
      β) nøgne: *Odontostomus*, *Omosudis*.
    ††) Rygfinnen er anbragt langt bagved Midten af Legemet; skælklædte: *Paralepis (Sudis)*.
  b. Rygfinnen er lang, strækker sig over største Delen af Ryggen; nøgne: *Plagyodus (Alepisaurus)*.

Uden Lysredskaber.

b. Munden begrænses oventil dels af Mellemkjævebenene, dels af Overkjævebenene. Alle med Lyspletter (Lyskirtler). *Stomiatini*.
  a. Legemsformen kort, høj og sammentrykt: *Argyropelecus*, *Sternoptyx*, *Sternoptychides*, *Polyipnus*[2]).

[1]) Ueber einige noch unbeschriebene Fische (Sitz. Ber. d. k. Akad. d. Wiss., Wien, Bd. 39 S. 545.

[2]) Om denne lille Gruppes Selvstændighed og Underafdeling jfr. en Notis af Th. Gill i «Proc. Un. St. Nat. Mus. VII» p. 349.

b. Almindelig — mere eller mindre, ofte meget, langstrakt — Fiskeform.

†) Rygfinnen er kort og sidder

*) over Gatfinnen: *Stomias, Eustomias, Photostomias (Thaumastomias), Opostomias, Pachystomias, Echiostoma (Hyperchoristus), Gonostoma, Cyclothone (Neostoma), Malacosteus, Bathophilus, Sigmops, Photonectes (Lucifer)*;

**) mellem Bugfinnerne og Gatfinnen: *Astronesthes, Opisthoproctus, Photichthys, Maurolicus, Diplophos*;

***) over Bugfinnerne: *Coccia (Ichthyococcus)*;

****) foran Bugfinnerne: *Chauliodus*.

††) Rygfinnen er lang, begynder over Bugfinnerne og ender tæt ved Halefinnen: *Idiacanthus (Bathyophis)* [1]).

Mine Bemærkninger angaa kun Slægten *Scopelus* (med dens Underslægter), *Argyropelecus*, *Sternoptyx*, *Thaumastomias*, *Gonostoma (Cyclothone)*, *Astronesthes*, *Maurolicus* og *Diplophos*. Af de andre ovenfor anførte Slægter ere nogle littorale eller sublittorale (*Saurus*, *Saurida* etc.), andre rene Dybhavs-Typer; men mellem disse og de pelagiske Arter og Slægter er Grænsen, som ofte bemærket, flydende, og der er mellem de her omhandlede Former vistnok mange, der vel egentlig have hjemme i Havets dybere Regioner, men af og til — især som yngre — komme op i Overfladen ved Nattetider og tages i Slæbenettet. Jeg har endvidere medtaget en formentlig ny Slægt (*Pseudoscopelus*), som kun dens pelagiske Forekomst og dens habituelle Lighed med Scopelinerne give Adkomst til at komme paa Tale ved denne Lejlighed.

Jeg skal endnu bemærke, at foruden Museets eget Materiale har jeg kunnet benytte nogle enkelte Stykker, der have været mig velvilligst udlaante fra Museerne i Kristiania, Berlin og Stuttgart, for at belyse nogle af Esmark og Klunzinger beskrevne Arter. En værdifuld Forøgelse fik mit Materiale ved en Snes Exemplarer, som ere indsamlede af norske Søfarende til Museet i Kristiania, og som Professor Collett velvilligen overlod mig til Undersøgelse. Fra den zoologiske Station i Neapel erholdt jeg Tilbud om at undersøge nogle faa *Scopelus*-Unger fra «Vettor Pisani»'s Expedition. D'Hrr. Prof. Collett, Prof. Möbius og Prof. Lampert beder jeg modtage min særlige Tak for udvist Velvillie og Tjenstagtighed.

Scopelus-Slægten.

Dr. Günther bemærker i sin «Report on Pelagic fishes», at af de talrige af «Challenger» hjemførte Exemplarer vare kun faa voxne, Flertallet under 18''' lange, de mindste kun 5—7^{mm}, halvt gjennemsigtige, uden Skæl og uden udviklede Lysorganer; to af

[1]) Former, hvis Plads i Rækken og øvrige Forhold ere mig ubekjendte, ere *Alepidichthys* Facciola og *Neosudis* Castelnau.

de større, omtrent 1″ lange, vare fuldt skælklædte, men af Lysorganer var der kun udviklet nogle faa paa Siden af Hovedet og et ved Grunden af Bugfinnerne. Artsbestemmelsen af de fleste af disse smaa Scopeler er, bemærker han, ikke alene meget vanskelig, men i Almindelighed meget usikker, saa at det vilde være umuligt at undgaa Fejltagelser, der vilde føre til falske Forestillinger om Arternes Udbredning o. s. v. Det mig foreliggende betydelige Materiale bestaar ogsaa for den største Del af Smaaformer — med andre Ord af Unger. Det er dog kun meget faa, som jeg har maattet skyde tilside som ubestemmelige paa Grund af Lidenhed eller slet Konservations-Tilstand.

Günther fordeler de ham i 1864 bekjendte Arter — siden den Tid er der beskrevet mindst lige saa mange til — i to Grupper, eftersom Gatfinnen eller Rygfinnen har de fleste Straaler. Dr. Raffaële [1]) har dertil bemærket, at hos visse Arter af begge Grupper er Forskjellen mellem disse Finners Straaletal meget ringe (1, 2) eller slet ingen. Han foreslaar derfor en ny Gruppering (af Middelhavets Arter) saaledes:

a. *Scopelus* pr. Rygfinnen har færre Straaler end Gatfinnen; Legemet er tendannet; Mundspalten er ikke særdeles stor (naaer ikke meget længere tilbage end til en lodret Linie fra Øjehulens Bagrand), og Forgjællelaagets Bagrand er lodret eller næsten lodret. *S. Rissoi, Benoiti, Coccoi, caninianus, Humboldtii.*

b. *Nyctophus* [2]). Rygfinnen og Gatfinnen have lige mange eller omtrent lige mange Straaler; Legemet er kølledannet, Mundspalten middelstor, Forgjællelaagets Bagrand noget skraa; de have desuden et frontalt [og infraorbitalt] Lysredskab. *S. Rafinesquii, metopoclampus* og *Gemellarii.* (Findes dette frontale Lysredskab ogsaa hos *S. Gemellarii*?)

c. *Lampanyctus.* Rygfinnen har flere Straaler end Gatfinnen; Legemsformen er meget langstrakt og Ryglinien derfor næsten parallel med Buglinien; Mundspalten er stor (naaer langt forbi en lodret Linie fra Øjehulens Bagrand); Forgjællelaagets meget skraa Bagrand danner en meget spids Vinkel med Kjæveranden. *S. maderensis, crocodilus, elongatus.*

Jeg accepterer i det væsentlige denne Systematik med det Forbehold, at efter Straalernes Antal i Rygfinnen og Gatfinnen vilde *S. maderensis* snarere være en *Nyctophus*; og at disse Sektioner, hvis Grænser næppe ere meget skarpe, overhovedet ikke bør gjælde for mere end netop at være Sektioner indenfor Slægten. Især forekommer det mig

---

[1]) Nota intorno alle specie mediterranee del genere *Scopelus.* Mittheil. d. zool. Station in Neapel. Bd IX p. 180.

[2]) Raffaële og Andre skrive «*Myctophum*». Dette meningsløse Navn kan kun være fremkommet ved en Tryk- eller Skrivefejl. Vil man beholde det, bør det ændres til *Nyctophus* (cfr. Lilljeborg, Sveriges och Norges Fiskar III p. 19). At R.'s «*Myctophum*» ikke falder sammen med Günthers Underslægt af samme Navn, bør erindres.

tvivlsomt om Distinktionen mellem *Nyctophus* og *Lampanyctus* kan opretholdes, eller om Grænsen mellem dem ikke under alle Omstændigheder bør flyttes. Jeg mener endvidere, at Gruppernes Antal bør forøges noget. Det forekommer mig, at de ktenoide Scopeler (s. str.) bør danne en egen Underslægt eller Sektion indenfor *Scopelus* (s. str.) (*Dasyscopelus* Gthr.). Der er kun derved at bemærke, at hos yngre Exemplarer ere Skæltornene eller Skæltakkerne lidet udviklede og oversees derfor let; meget unge Exemplarer ville derfor kunne miskjendes. Jeg finder dog Skæltornene tydelige, naar man seer nøje til, hos Exemplarer af kun 20^{mm}'s Længde. En skarp Karakter afgiver dette Forhold dog ikke. Hos *S. Rissoi* ere de øvre og tildels de nedre Skælrækker tydeligt, om end svagt takkede — de andre ikke.

En anden Forskjel, som jeg vilde tillægge noget mere Vægt end der hidtil er bleven den til Del, er, om Snuden er yderst kort og brat afskaaren, saa at den ikke rager frem over Spidsen af Underkjæven; eller om den er forholdsvis lang, kegledannet og mere eller mindre fremspringende, saaledes at Munden kommer til at ligge under Hovedet, paa dettes Underside. Jeg skal ikke nægte Muligheden af, at der kan være mig ubekjendte Former, som det vilde være mindre let at henføre til den ene eller den anden af disse Kategorier, og at der navnlig kan opkomme Tvivl med Hensyn til meget smaa Exemplarer, saaledes som de kun altfor ofte forekomme i de pelagiske Indsamlinger med Slæbenettet; imidlertid har jeg dog kunnet overvinde enhver Tvivl i denne Henseende selv for meget smaa Exemplarers Vedkommende og opstiller derfor indenfor Underslægten *Scopelus* (s. str.) en Underafdeling (*Rhinoscopelus* m.), hvis Arter — i en meget fremtrædende Grad — besidde den berørte Ejendommelighed. Som Type kan *S. Coccoi* betragtes.

Derimod er der et andet Forhold, som man kunde formode havde større Betydning end det i Virkeligheden har, nemlig Tilstedeværelsen af en større eller mindre, skinnende eller metalglinsende Plet paa Haleroden — uden Tvivl et Lysredskab — enten ovenpaa, bagved Hudfinnen, eller underneden, mellem Gatfinnen og Halefinnen, eller undertiden begge Steder. Man kunde haabe i Tilstedeværelsen og Udstrækningen — under 1, 2 eller flere Skæl — af disse Organer at faa gode distinktive Karakterer; men det er ikke Tilfældet, og man kan vistnok ikke see andet deri end en periodisk udviklet Ejendommelighed. Jeg vil i det følgende faa Lejlighed til at anføre en Del af mine egne Erfaringer, men vil tillige her meddele nogle af dem, som jeg har fundet i Literaturen om denne Sag, eller som jeg har gjort med Hensyn til de europæiske Haves Scopeler. Om *Scopelus Rissoi* bemærker Günther «no pearl-coloured spot on the back of the tail». Den findes der alligevel, men er af mindre Omfang, synes det, end sædvanligt. Om *S. Benoiti* derimod hedder det «most of the specimens have an elliptical, bright, pearl-coloured patch on the back of the tail»; hermed stemmer, at jeg finder den hos 3 af 5 større Exemplarer af

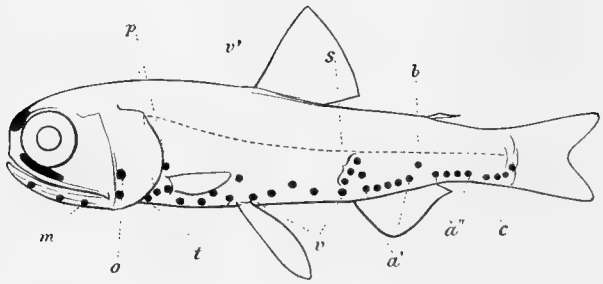
denne Art; hos 3 mindre manglede den helt. Om *S. parvimanus* hedder det: «an elliptical pearl-coloured patch on the back of the tail». Paa en stor *S. Humboldtii* fandt jeg paa Halens Ryg en mindre Lysplet noget nærmere ved Halefinnen end ved Hudfinnen; hos et andet Exemplar (mindre vel bevaret, Bestemmelsen derfor maaskee ikke aldeles uomtvistelig) finder jeg derimod en stor metalglinsende Plet af 4 Skæls Længde paa Undersiden af Haleroden. Hos *S. caninianus* finder jeg en saadan Plet af 4—5 Skæls Længde bagved Gatfinnen eller bagved Hudfinnen. Om *S. Coccoi* skriver Günther: «in some specimens each of the scales on the back of the tail has a pearl-coloured dot», hvorimod Raffaële skriver «che cosa abbia voluto intendere Cocco con quei «cinque punti argentini al disotto della codale» (altsaa paa Undersiden af Haleroden) «non so capire». Vi ville siden se, at dette Lysorgan næsten aldrig savnes hos denne Art, men at det kan være enten supracaudalt eller infracaudalt. Hos et stort Exemplar af *S. crocodilus* finder jeg dem paa begge Halerodens Rande, hos et yngre i al Fald som en hvid Stribe sammesteds. Hos *S. elongatus* finder jeg baade et supra- og et infracaudalt Lysorgan. I sin Notis «on the pearly organs of *Scopelus*» omtaler Guppy[1], at han fandt 7 slige Organer langs Ryglinien tæt ved Halefinnen hos en i Nærheden af Cap det gode Haab fangen *Scopelus*, medens han savnede dem hos to, som fangedes senere paa samme Sted. Og Emery anfører[2], at han hos et Exemplar af *S. Benoiti* fandt Halepletten bagved Hudfinnen, hos et andet bagved Gatfinnen. — Der er Arter, hos hvilke man finder dem gjennemgaaende paa Exemplarer af en vis Størrelse og sjældent savner dem, enten paa Over- eller Underside af Haleroden, og hos hvilke man derfor let kunde falde paa den Tanke, at den relative Forekomst foroven eller neden var et Kjønsmærke. Men de andre Tilfælde, hvor denne «patch» findes samtidig begge Steder, taler saa igjen mod denne Hypothese.

Et frontalt Lysredskab tilskrives, som ovenfor bemærket, Underslægten *Nyctophus*. Det hedder om *Scopelus metopoclampus* «snout .... with the pearl-coloured luminous apparatus occupying nearly its whole front and extending backwards over the infraorbital bone», og Raffaële afbilder det som strækkende sig i en Fjerdedelsbue nedenfor og foran Øjet. Hos *S. Rafinesquii* omtaler Günther «a .... luminous substance in the hollow in the first infraorbital bone», og Raffaële afbilder (f. 7) et lignende Organ som hos *S. metopoclampus*, men delt i 2: et lille rundagtigt anteorbitalt (det andet er vel Næseboret) og et, der snarere er infraorbitalt; jeg finder ligeledes et længere og smallere infraorbitalt og et rundt anteorbitalt eller frontalt over hvert Næsebor, men henviser iøvrigt ogsaa herom til mine Bemærkninger i det følgende.

---

[1]) Ann. Nat. Hist. (5) IX p. 202.

[2]) Intorno alle macchie splendenti della pelle nei pesci del genere *Scopelus* (Mittheil. a. d. Zool. Stat. zu Neapel. V. 1884) p. 475.



Skitse af *Scopelus Rafinesquii.*
m. *maculæ luminosæ mandibulares.* o. *operculares.* p. *pectorales.* t. *thoracicæ.* v. *ventrales.* v'. *supraventralis.* a'. *anales anteriores.* a''. *anales posteriores.* c. *caudales.* s. *supraanales.* b. *postero-lateralis.*

Et af de bedste Hjælpemidler til at afpæle Grænserne mellem Arterne, hvilket uden det vilde falde overordentlig vanskeligt, har jeg derimod fundet i visse Enkeltheder i Fordelingen af Lyspletterne — de mindre Lyskirtler — paa Legemets Sider. En strængere Analyse af dette Forhold, end hidtil er bleven anstillet, er absolut nødvendig. Naturligvis maa man derfor ikke forsømme de andre sædvanlig anvendte Karakterer. Men det vil være rigtigt at indføre en bestemtere Terminologi end man hidtil har havt. Dette Hjælpemiddel har man ikke hidtil ofret den Opmærksomhed, som det fortjener. Det er Dr. Raffaëles Fortjeneste at have taget det i Tjeneste ved Artsadskillelsen, men han har dog ikke gjort Skridtet helt ud, og jeg kan ikke i alle Henseender slutte mig til hans Terminologi. Det er aabenbart, at her ligger i Hovedsagen Nøglen til Arternes rette Diagnostik.

I den nedre Række findes:

a. *maculæ luminosæ mandibulares* (m). Hver Underkjævehælvte skjuler 3 (paa Tungebensbuerne anbragte) Lyspletter; de findes vistnok altid, men kunne være noget udviskede, især hos ældre Exemplarer; flere end 3 har jeg ikke fundet.

b. *m. l. thoracicæ* (t). Paa Gjælle-Isthmen og Brystet indtil Bugfinnerne have alle Scopeler 5 Par Lyspletter. I Almindelighed danne de to lige Linier og sidde i omtrent lige stor indbyrdes Afstand, men der maa lægges Mærke til, om der muligvis er større Afstand mellem de to første Par eller tillige mellem andet og tredje end mellem de andre, og om maaske de af femte eller af femte og andet Par ere rykkede længere fra hinanden, ud til og op paa Siderne, end sædvanligt, da dette kan give Anledning til Forvexling med Lyspletter af andre Systemer, men paa den anden Side — rigtigt opfattet — afgive gode Artskarakterer. Det er i Underslægterne *Nyctophus* og *Lampanyctus* at disse mere afvigende Stillinger kunne forekomme.

c. *m. l. ventrales* (v), mellem Bugfinnerne og Gatfinnen, i Almindelighed 4 Par, hos visse Arter 5 Par eller endog 6; der maa ogsaa her lægges Mærke til, om de frembyde Afvigelser fra den normale æquidistante Ordning, om det ene eller andet Par bryder ud af Rækken enten mod Midtlinien eller til Siderne o. s. v. Antallet er vistnok i Almindelighed artsfast, men hos *S. elongatus* finder jeg dog baade 5 og 6 Par ventrale Lyspletter, og hos de to af de fire foreliggende Exemplarer af *S. rarus* m. finder jeg kun 2 istedenfor 4, idet andet og tredje Par ikke ere komne til Udvikling.

d. *m. l. anales*, langs med Gatfinnen og videre til henimod Halefinnen. De danne hos enkelte Arter en uafbrudt fortløbende Række, men ere i Reglen delte ved en lille Afbrydelse i to Grupper: *m. l. anales anteriores* (a) og *posteriores* (a'). Antallet i hver af disse og deres samlede Sum (10, 12, 15, 16, 17 o. s. v.) kan være underkastet nogen Variation indenfor Arten. Foruden deres Antal maa lægges Mærke til, om de danne en lige Linie, eller f. Ex. den forreste paa hver Side er rykket lidt indad, saa at det hele System af *m. l. a. ant.* kommer til at danne en Arkade; eller den første og sidste af *m. l. a. anter.* ere rykkede saa meget udad og opad mod Siderne, at Linien kommer til at danne en Bue med Hulheden opad, o. s. v. Derefter følger saa — i Regelen med et lille Mellemrum:

e. *m. l. caudales* (c) ved Halefinnens Grund: i Underslægten *Scopelus* 2, men disse kunne enten ligge tæt sammen (*approximatæ*) eller med større Afstand (*remotæ*), derved at den sidste er rykket mere eller mindre opad mod Sideliniens Endepunkt. Hos *Nyctophus*- og *Lampanyctus*-Arterne er der lige saa konstant 4, som der kun er 2 Par hos *Scopelus* s. str. (derunder indbefattet *Dasyscopelus* og *Rhinoscopelus*); og her maa der ogsaa lægges Mærke til, om de alle 4 ere stillede i en opstigende Skraarække, eller den sidste er rykket bort fra de andre og saa højt op, at den kommer til at ligge i Sidelinien eller lidt under denne.

I den ovre Række findes.

f. En *macula luminosa nasalis (anteorbitalis)* har jeg i al Fald fundet hos de fleste middelhavske Arter; er det maaske den, som hos *S. Rafinesquii* og *S. metopoclampus* optræder i en anden Skikkelse som det ovenfor omtalte større infraorbitale Lysredskab? 2 eller 3 postorbitale har jeg kun truffet hos *S. crocodilus*.

g. *m. l. operculares* (o): 1 eller 2; men man kan søge dem forgjæves i al Fald paa mindre gode Exemplarer.

h. *m. l. pectorales* (p): normalt 3, i Almindelighed dannende en Trekant om Brystfinnens Grund, en over, en under og en bagved samme; men i det enkelte kan deres Fordeling frembyde karakteristiske Forskjelligheder: den bageste kan rykke længere bort og derved give Anledning til Forvexling med den supraventrale; eller de danne alle tre tilsammen en næsten lodret Række o. s. v.

i. En *m. l. supraventralis* (v'), over Bugfinnerne, er altid titstede.

k. Tre *m. l. supraanales* (s) ere ligeledes næsten altid tilstede, men grupperede paa forskjellig Maade, enten dannende en stumpvinklet Trekant ∴, eller en skraat opstigende Linie ⁝, der ikke afviger meget fra det lodrette, eller de danne en lige eller svagt brudt Linie, der nærmer sig til det vandrette. Smaa Forrykninger kunne stundom tildels udviske Forskjellen mellem disse tre Modifikationer. Hos en enkelt Art (*S. rarus*) finder jeg kun 2 (undtagelsesvis 3 paa den ene Side).

l. *m. l. laterales posteriores* (b): enten 1 eller 2 over Afbrydelsen i de anales Række (eller over den sidste Lysplet af *m. l. anal. ant.*). Mangler den, vil man altid finde, at Rækken af de anale Lyspletter er uafbrudt (se ovenfor), hvoraf maaske kan sluttes, at den eller de under Kategorien «l» hørende Lyspletter egentlig ere *disjecta membra* af de anales Række. Er der 2, maa det mærkes, om de sidde over eller ved Siden af hinanden.

Rent individuelle Afvigelser fra det her meddelte Schema — at en eller anden Lysplet forrykkes lidt eller mangler — ere vistnok mulige; et Korrektiv vil i Reglen være at finde i Fiskens anden Side.

Synopsis specierum mihi cognitarum generis *Scopeli*, ratione habita præcipue dispositionis macularum luminosarum.

A. Maculæ caudales utrinque binæ, ventrales plerumque quaternæ. *Scopelus* s. str. Corpus breve, rostrum brevissimum, oculi magni, margo præopercularis verticalis fere.

a. Squamæ ctenoideæ. *Dasyscopelus.*

α) mac. lum. posterolaterales singulæ; supraanales ternæ lineas oblique surgentes formant; pectorales ternæ pinnas pectorales circumdant . . . . . *S. spinosus* St.

β) m. l. posterolaterales nullæ; supraanales ternæ triangula obtusa formant; pectorales ternæ triangula formant ante pinnas pectorales et sub iisdem . . . . . *S. subasper* Gthr.

b. Squamæ cycloideæ.

α) Rostrum supra os proëminet, os igitur subinferum. *Rhinoscopelus* m.

*) Maculæ supraanales ternæ angulos obtusos formant; anales 15—20 (5—8 + 10—14) . . . . . *S. Coccoi* C.

**) Maculæ supraanales ternæ lineas obliquas postice surgentes, ad regionem verticalem vergentes formant; anales pauciores 13—17 (4—8 + 7—12) . . . . . *S. Andreæ* m.

***) Maculæ supraanales binæ; anales 12—13 (6—7 + 6—7); thoracicæ haud ut in præcedentibus æquidistantes; ventrales 2 v. 4 . . . . . *S. rarus* m.

β) Rostrum supra extremitatem mandibulæ haud proëminet. *Scopelus* (s. str.)

aa) Maculæ luminosæ posterolaterales desunt; m. anales lineas continuas formant.

αα) M. l. supraanales lineas obliquas ad horizontalem regionem vergentes formant. M. caudales approximatæ.

*) m. l. anales 11—12 . . . . . *S. Rissoi* C.

**) m. l. anales 15—16 . . . . . *S. arcticus* m.

ββ) M. l. supraanales triangula obtusa formant; m. caudales approximatæ; anales 16—17 . . *S. Colletti* m.

bb) M. l. posterolaterales utrinque singulæ; series analis interrupta.

*) m. l. supraanales lineas obliquas ad horizontalem regionem vergentes formant; m. caudales inter se remotæ . . . . . *S. glacialis* R.

**) m. l. supraanales triangula obtusa formant;

†) m. caudales nonnihil inter se remotæ; anales 8 + 8 (9—7 + 4—9) . . . . . *S. Humboldtii* (R.) (*boops*).

††) m. caudales approximatæ; anales 5—7 + 11—14 . . . . . *S. gracilis* m.

***) m. l. supraanales lineas obliquas ad verticalem regionem vergentes formant.

†) m. l. caudales approximatæ.

*) m. l. anales (7) 8—9 + 8—9 (7—10) *S. caninianus* (B.).

**) m. l. anales 7—10 + 4—6 . . . . . *S. affinis* m.

††) m. l. caudales inter se remotæ; anales 6—7 + 7—9 . . . . . *S. phengodes* m.

cc) Maculæ luminosæ posterolaterales utrinque binæ, supra spatium, quod est inter maculas anales anteriores et posteriores. M. l. supraanales triangula obtusa formant.

*) M. caudales approximatæ; anales 6 + 6 . . . . . *S. Benoiti* C.

**) M. caudales inter se remotæ.

†) M. l. supraventralis excelsior; anales 5—8 + 6 *S. Hygomii* m.

††) M. l. supraventralis ut solito; anales 4—7 + 7—8 *S. Reinhardtii* m.

B. Maculæ caudales quaternæ. Corpus plus minus elongatum.

a) M. posterolaterales singulæ; ventrales 5 ut thoracales lineas regulares longitudinales non formantes; supraanales lineas formant oblique surgentes, ad verticalem regionem vergentes: *Nyctophus*.

*) maculæ caudales serie interrupta (3 + 1); anales 7 + 5 . . *S. Warmingii* m.

**) maculæ caudales serie continua.

†) organum luminosum anteorbitale adest.

*) m. anales 6 + 4 . . . . . *S. Rafinesquii* C.

**) m. anales 6 + 5 . . . . . *S. cœruleus* Kl.

††) organum luminosum anteorbitale deest (?); m. anales 5 + 6 *S. Gemellarii* C.

b) M. posterolaterales binæ; ventrales 4—6. *Lampanyctus*.

α) m. supraanales lineas rectas v. ruptas oblique surgentes formant.

*) m. ventrales 5; processus supraorbitales adsunt . . . . . *S. maderensis* Lowe.

**) m. ventrales 5—6; posterolaterales altitudine æquali positæ *S. elongatus* C.

β) m. supraanales triangula obtusa formant; ventrales 4; posterolaterales altitudine inæquali positæ . . . . . *S. crocodilus* C.

Macularum luminosarum in speciebus generis *Scopeli* observatis numeri.

		Series inferior.						Series superior.				
		a	b	c	d	d'	e	g	h	i	k[1])	l
Dasyscopelus	*S. spinosus* St.	3	5	4	6—8	5—7	2	2	3	1	3 (r)	1
	S. subasper Gthr.	3	5	4	(12—14) 15?		2	2	3	1	3 (s)	0
Rhinoscopelus.	*S. Coccoi* C.	3	5	4	5—8	10—14	2	1	3	1	3 (s)	1
	S. Andreæ m.	3	5	4	(15—20) 4—8	7—12	2	1	3	1	3 (r)	1
	S. rarus m.	3	5	4 (2)	(13—17) 6—7	6—7	2	1	3	1	2 [3]	1
Scopelus.	*S. Rissoi* C.	3	5	4	(12—13) 11—12		2	2	3	1	3 (v)	0
	S. arcticus m.	3	5	4	15—16		2	2	3	1	3 (v)	0
	S. Colletti m.	3	5	4	16—17		2	2	3	1	3 (s)	0
	S. glacialis R.	3	5	4	6—7	8—6	2	2	3	1	3 (v)	1
	S. Humboldtii R.	3	5	4	7—9	4—9	2	2	3	1	3 (s)	1
	S. gracilis m.	3	5	4	(12—17) 5—7	11—14	2	2	3	1	3 (s)	1
	S. caninianus C.	3	5	4	(7) 8—9	7—10	2	2	3	1	3 (r)	1
	S. affinis m.	3	5	4	(16—17) 7—10	4—6	2	2	3	1	3 (r)	1
	S. phengodes m.	3	5	4	(13—15) 6—7	7—9	2	2	3	1	3 (r)	1
	S. Benoiti C.	3	5	4	(14—15) 6	6	2	2	3	1	3 (s)	2
	S. Hygomii m.	3	5	4	(12) 5—8 + 6		2	2	3	1	3 (s)	2
	S. Reinhardtii m.	3	5	4	(11—14) 4—7 + 7—8		2	2	3	1	3 (s)	2
Nyctophus.	*S. Rafinesquii* C.	3	5	5	6 (5)	4 (5)	4	2	3	1	3 (r)	1
	S. Warmingii m.	3	5	5	7	5	4 (3 + 1)	2	3	1	3 (r)	1
	S. Gemellarii C.	3	5	5	5	6	4	2	3	1	3 (r)	1
	S. cœruleus Kl.	3	5	5	6	5	4	2	3	1	3 (r)	1
Lampanyctus.	*S. maderensis* Lowe	3	5	5	6	6	4 (3 + 1)	2	3	1	3 (r)	2
	S. crocodilus R.	3	5	4	4—8	6—9	4 (3 + 1)	2	3	1	3 (s)	2
	S. elongatus C.	3	5	5—6	8—9	6—7	4 (2 + 2)	2	3	1	3 (r)	2 (3)

[1]) I denne Colonne betyder «r», at de 3 Lyspletter danne en ret, skraat opstigende Linie; «s», at de danne en stumpvinklet Trekant, og «v», at de danne en Skraalinie, der nærmer sig til det vandrette. Iøvrigt svare Bogstaverne «a—e» og «g—l» til de paa Side 14—16 [234—36] anvendte.

Af ***Dasyscopelus*** Gthr. foreligger der to Former:

Scopelus spinosus Steind. (Tab. 1 fig. 1, 2.)

Det mest udviklede Exemplar (76^{mm}) af denne Art i vor Samling — det, der ligger til Grund for Afbildningen — er fanget af Kapt. Caspersen tilligemed et noget mindre (48^{mm}) i «den tropiske Del af Atlanterhavet». Øjet er meget stort, dets Tværmaal næsten lig Halvdelen af Legemets største Højde. Snuden er meget kort; Overkjævens Bagende falder kun lidet bagved en lodret Linie fra Øjets Bagrand. Skællene ere store, fint ktenoide med mange Takker, hvilke især ere meget store nedadtil mod Bugen, hvor der af en særdeles fremtrædende Tak paa hvert Skæl dannes en bagudrettet Tornerække langs med Gatfinnen. Ogsaa Bagranden af *Operculum* er ribbet og takket. Sideliniens Skæl udmærke sig ikke paafaldende ved deres Størrelse, dog mest fordi de paa Forkroppen for største Delen ere skjulte mellem de tilstødende Rækker; paa Bagkroppen sees de derimod i deres fulde Størrelse, en Del højere end i de tilstødende Rækker og med ligesom en Kjøl, dannet af Sidelinierørene. Der er c. 40 Skæl fra Gjællespalten til Halen, 9 i Højden mellem Rygfinnen og Bugfinnerne, foruden den uparrede Skælrække midt nedad Ryggen og midt nedad Bugen. Nogle Skæl dække Gatfinnens allerforreste Del paa begge Sider af dens Grund. Rygfinnen begynder lidt bagved Bugfinnerne og standser lidt foran Gatfinnens Begyndelse. Brystfinnerne ere saa lange, at de næsten naa til Spidsen af Bugfinnerne. Straalernes Antal er D. 13, P. 14, V. 8, A. 19. Lysredskabernes Fordeling er: paa Gjællehuden, under Underkjævens Grene 3 Par; foran Bugfinnerne 5 Par, temmelig æquidistante, femte Par rykket noget mere ud til Siden end de andre; mellem Bugfinnerne og Gatfinnen 4 Par; derefter langs Gatfinnen og videre til Halefinnen 16 Par, først 7, saa efter et lille Mellemrum atter 7, og tilsidst 2, tæt sammen ved Halefinnens Grund. Endvidere 1 under Øjets Forrand, 2 paa Gjællelaagets nederste Del, 3 omkring Brystfinnens Rod (1 over, 1 under og 1 bagved samme), 1 i Højde med dem over Bugfinnerne, 3 i en næsten ret, men skraat opstigende Linie, over Mellemrummet mellem Bugfinnerne og Gatfinnen, men nærmest ved den sidstnævnte — den nederste over fjerde ventrale eller lidt foran denne, den øverste saa at sige i Sidelinien — og endelig 1 omtrent midt over Gatfinnen og over den sidste Lysplet af *mac. lum. anales anteriores.* Lidt foran Haleroden, i Midtlinien, bagved Gatfinnen, sees en ikke skarpt begrænset glinsende gul Plet.

De andre Exemplarer af denne Art ere af forskjellig Størrelse, fra 55—20^{mm}. De vise nogen Variation i H. t. Antallet af de anale Lyspletter, der kan være 7 + 7, 7 + 5—6, 7—6, 8 + 6, 8 + 5, 6 + 6, 6 + 7, 7 + 5 = 6—8 + 5—7 = 12—14. Lidt Variation er der ogsaa i Stillingen af de tre supraanale Lyspletter; naar den midterste af dem forrykkes en Ubetydelighed, bliver den af dem dannede Linie mere brudt end ret, og denne Ordning

er især udpræget hos et Par unge Exemplarer, som jeg dog ikke derfor tør udsondre som repræsenterende en egen Art. Et af de større Exemplarer (55^{mm}) har bagved Hudfinnen, i Haleryggens Midtlinie, et under 7 Skæl, ligefra Hudfinnen til Halefinnen, sig strækkende dorsalt Lysorgan, eller maaske rettere en tæt Række af skinnende Lysorganer. — Jo mindre Exemplarerne ere, desto svagere blive Skæltornene, men selv paa Individer af 20^{mm}'s Længde lade de sig iagttage, og paa endnu mindre ere Lyspletterne tydelige nok. Men jo mindre Exemplarerne ere, desto mindre ere, mærkeligt nok, ogsaa Øjnene forholdsvis; som Følge deraf bliver Snuden forholdsvis større, dens Længde indtil et halvt Øjetværmaal, Mundspalten naaer forholdsvis længere tilbage end hos de mere udvoxne, og Snuden hvælver sig hos disse yngre Exemplarer en Ubetydelighed ud over Spidsen af Underkjæven.

De Lokaliteter, hvorpaa disse Smaafiske ere tagne, ere:

14° 11′	N. Br.,	29° 32′	V. L.	3° 10′	N. Br.,	20° 30′	V. L.	2°	S. Br.,	31° 30′	V. L.
9°	—	22°	—	3° 10′	—	27° 50′	—	7° 6′	—	11° 30′	—
6° 22′	—	22°	—	3° 9′	—	23° 11′	—	16° 8′	—	111° 50′	Ø. L.
5° 31′	—	23° 15′	—	0° 4′	S. Br.,	25°	—	13°	—	103° 20′	—
4°	—	24°	—	2° 30′	—	16° 4′	—				

Museet i Kristiania besidder et stort Exemplar fra Sydhavet (Maldon-Island, c. 4° S. Br., Sandwich-Oernes Længde). Jfr. S. 21 [241]. Arten forekommer altsaa i begge Verdenshave.

Typen for Underslægten *Dasyscopelus* er Richardsons «*Myctophum asperum*»[1]), som Steindachner[2]) atter har beskrevet fra det kinesiske Hav, men ikke afbildet. Samme Forfatter har derimod[3]) givet en udførlig Beskrivelse og en god Afbildning af den her igjen beskrevne og afbildede Art under Navn af *S. spinosus*. Naar jeg her har afbildet den paany, har dette dels sin Grund i, at Afbildningen var udført, inden jeg blev opmærksom paa Steindachners, dels at jeg ansaa det for hensigtsmæssigt at medgive denne Afhandling en god Afbildning af en *Scopelus*, og dertil egnede det afbildede Exemplar sig særligt. I mange Henseender staa *S. asper* og *S. spinosus* hinanden vistnok nær.

Scopelus subasper Gthr.

Günther beskriver[4]) umiddelbart efter *S. asper* en *S. subasper* fra det Stille Hav (43° 30′ S. Br., 123° Ø. L.). Efter Beskrivelsen ere Hovedforskjellighederne: relativt større

---

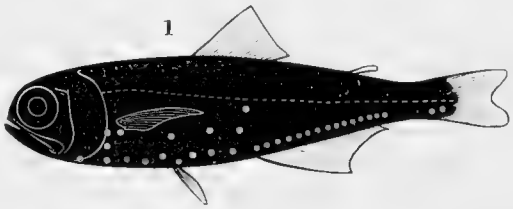
[1]) Voyage of H. M. S. Erebus & Terror, Fishes, p. 41 pl. 27 fig. 13—15.

[2]) Ueber einige neue u. seltene Meeresfische aus China (Sitzungsberichte der Kaiserl. Akad. d. Wissensch. Bd LV (1867) p. 5 (Sep.).

[3]) Ichthyolog. Notizen. V. (Ibid. Bd. LV, 1867) pl. III fig. 4.

[4]) Catalogue of Fishes, V p. 411.

Sidelinieskæl, færre Takker paa Skællene, samt at sidste Rygfinnestraale sidder — ikke foran Gatfinnen, men — over 4de eller 5te Gatfinnestraale. At Lyspletternes Antal og Fordeling kunde afgive nogle flere og ikke mindre værdifulde Skjelnemærker, syntes paa Forhaand rimeligt og bekræftes formentlig af, hvad jeg nu skal anføre. Kristiania-Museet ejer et Exemplar, taget «udenfor New-York», hvis Maal o. s. v. jeg meddeler nedenfor under C, sammen med Maalene af 2 Exemplarer af *S. spinosus*, nemlig mit ovenfor beskrevne Type-Exemplar (A) og Kristiania-Museets fra Maldon-Island (B). Det som *S. subasper* bestemte Exemplar (C) ligner saameget den af mig i det følgende som *S. Colletti* beskrevne Art i H. t. Lyspletternes Fordeling, at jeg kunde have anset dem for at være samme Art, naar det ikke var, at *S. Colletti* har fuldkommen glatrandede Skæl, medens den her afhandlede *S. subasper* har dem grovt takkede, med 6—7 grovere Takker, forsaavidt disse ikke ere ligesom udviskede eller afslidte. De meget høje Sidelinieskæl paa Halen, der ikke dækkes af Naboskællene, saaledes som længere fortil, have talrigere Takker. De 3 pektorale Lyspletter ere alle stillede under og foran Brystfinnerne, i en Trekant med Spidsen nedad ∴; de 3 supraanale danne en stumpvinklet Trekant, den forreste over 3dje ventrale, den øverste lidt under Sidelinien; der er ingen posterolateral Lysplet, men mindst 15 anale — maaske har der været 1 eller 2 til, men det paagjældende Stykke paa Fisken er beskadiget — og 2 caudale tæt sammen. Tæt ved Halefinnens Rod findes en meget udpræget, men ikke særdeles lang, supracaudal Glansplet. Brystfinnerne synes at være lidt kortere end hos *S. spinosus*. Rygfinnen begynder ogsaa her lidt bagved Bugfinnerne, men ender lige over de første Gatfinnestraaler. De to Arter ville kunne diagnosticeres saaledes:



S. spinosus Std.: 1 posterolateral Lysplet; 3 supraanale i en opstigende Skraarække; 3 pektorale omgivende Brystfinnens Rod; Skællene fint takkede.

S. subasper Gthr.: ingen posterolateral Lysplet; 3 supraanale dannende en stumpvinklet Trekant; de 3 pektorale danne en Trekant foran og under Brystfinnerne; Skællene grovt takkede.

	A.	B.	C.
	(*S. spinosus.*)		(*S. subasper.*)
Totallængde	76 mm	94 mm	95 mm
Største Højde	$17^1/_2$ -	23 -	22 -
Forholdet mellem denne og Totallængden	$1 : 4^1/_2$	1 : 4	$1 : 4^1/_3$
Hovedets Længde	$18^1/_2$ mm	23 mm	$22^1/_2$ mm
Forholdet mellem denne og Totallængden	1 : 4	1 : 4	$1 : 4^2/_9$

	A. (*S. spinosus.*)	B.	C. (*S. subasper.*)
Øjets Tværmaal	8^{mm}	10^{mm}	$9^1/_2{}^{mm}$
Forholdet mellem dette og Hovedets Totallængde	c. 1 : $2^1/_3$	1 : $2^3/_{10}$	c. 1 : $2^1/_3$
Mundspaltens Længde	11^{mm}	15^{mm}	$14^1/_2{}^{mm}$
Fra Snudespidsen til Rygfinnen	31 -	40 -	42 -
Fra samme til Bugfinnerne	31 -	36 -	38 -
Fra samme til Gatfinnen	41 -	55 -	57 -
Skællenes Antal i Sidelinien	40	39	c. 40
Straaler i Rygfinnen	13	13	10
Do. i Gatfinnen	19	17	19
Do. i Brystfinnerne	14	14	15
Do. i Bugfinnerne	8	8	8

Af *S. Cuvieri* Cast. har jeg seet et Exemplar i Pariser-Museet (Noble Island, Australia), givet af Castelnau selv i 1877, og overbevist mig om, at det er en *Dasyscopelus* med stærkt udprægede ktenoide Skæl. Det er en storøjet, kort- og rundsnudet Form, hvis Mundspalte naaer til lidt bagved Øjehulens Bagrand. Jeg har noteret om den, at den havde 5 thorakale og *5* (!) ventrale Lyspletter, 6 + 7 anale og 2 ved Haleroden, 1 paa Gjællelaaget, 3 omkring Brystfinnerne (pectorale) og 1 supraventral, 3 supraanale, dannende en opstigende Skraarække, og 1 posterolateral. Af uparrede Lysorganer iagttoges et lille foran Halefinnen foroven. Den kommer saaledes nær til *S. spinosus* Std., men maa være en anden Art, hvis de i min Optegnelse betonede fem ventrale ikke er en tilfældig Abnormitet (eller muligvis en Fejltagelse fra min Side?) Jeg har ellers aldrig truffet dette Tal udenfor *Lampanyctus-Nyctophus*-Gruppen. Originalbeskrivelsen i «Proc. Zool. Soc. Victoria, II» er mig ubekjendt.

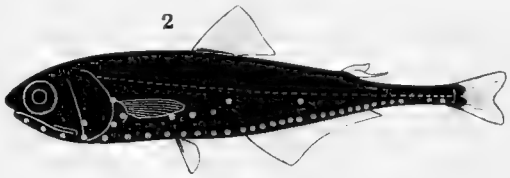
Under Benævnelsen ***Rhinoscopelus***[1]) sammenfatter jeg de Arter af Underslægten *Scopelus* (saaledes som denne begrænses af Raffaële), hos hvilke den kegledannede Snude springer tydeligt frem foran Underkjæven, saaledes at Munden kommer til at ligge ligesom paa Hovedets Underside. Øjet er ikke stort; Mundspalten rækker et lille Stykke forbi Øjets Bagrand, og Forgjællelaagets Rand er lidt skraa eller noget skraa. Med *Scopelus* (s. str.) og *Dasyscopelus* stemme de foruden i Legemsform navnlig overens deri, at Gatfinnens Straaletal er større end Rygfinnens; Sideliniens Skæl ere høje og smalle.

Den Art af denne Gruppe, som optræder allerhyppigst i de pelagiske Indsamlinger — jeg har undersøgt over 200 Exemplarer — identificerer jeg — skjønt jeg ikke har havt middelhavske Exemplarer til Sammenligning — med

[1]) Lowes Slægt *Alysia* er opstillet paa en Art (*A. loricata*), der synes at være identisk med *S. Coccoi*. Cfr. Günther Cat. V p. 413.

Scopelus (Rhinoscopelus) Coccoi Cocco.

Naar det bemærkes, at de 3 supraanale Lyspletter danne en stumpvinklet Trekant . ·; at de to caudale Lyspletter sidde tæt sammen; at de anale tilsammen danne en Række paa *16—20*, fordelte i 2 Grupper, den første paa *5—8*, den anden paa *10—14*, adskilte ved et lille Mellemrum, hvorover der sidder en enkelt postero-lateral Lysplet, vil denne Art allerede være tilstrækkelig karakteriseret. Jeg skal dog tilføje nogle nærmere Oplysninger. Et af de største Exemplarer er 50^{mm} langt; Legemets største Højde, 11$^{1}/_{2}$^{mm}, indeholdes altsaa c. 4$^{1}/_{3}$ Gang i Totallængden; Hovedets Længde er en Ubetydelighed mere eller 12^{mm}; Øjets Tværmaal 3$^{1}/_{2}$^{mm} (indeholdes altsaa 3$^{1}/_{2}$ Gang i Hovedets Længde); Mundspalten, der naaer lidt forbi Øjet, har en Længde af 8^{mm} eller $^{2}/_{3}$ af Hovedets Længde. Der er c. 40 Skæl i Sidelinien, og disse Skæl ere smalle og høje; paa Forkroppen dækkes deres nedre Halvdel af den følgende Række; der er 7 Skæl i Højden, hvor Kroppen er højest. Straaletallene ere: D. 10, A. 20, P. 14, V. 8. Paa Hovedet sees de sædvanlige Lyspletter, en anteorbital (som dog ikke altid søges med Held) og en opercular; af de 3 pektorale sidder den ene over, de to andre under Brystfinnerne; de 5 thorakale Par ere paa det nærmeste æquidistante og danne to næsten parallele, men dog bagtil lidt divergerende Rækker, saaledes at Afstanden mellem de to af første Par er mindre end mellem de to af 5te Par; de 4 ventrale ere ligeledes æquidistante og danne to parallele Rækker; Afstanden mellem de to af første Par er mindre end mellem de to af sidste thorakale Par. De 3 supraanale danne, som sagt, en stumpvinklet Trekant; den øverste er trykket tæt op under Sidelinien; de andre ere stillede henholdsvis over fjerde ventrale og over Mellemrummet mellem anden og tredje ventrale[1]). I den første Afdeling af de anale kan der være 6 eller 7, sjældnere 5 eller 8; i den anden Afdeling 11, 12, 13, sjældnere 10 eller 14, saaledes at det samlede Antal kan variere fra 15—20[2]); naar de ere talrigst, udslettes Mellemrummet ofte mellem dem og de to caudale, der sidde tæt sammen ved Halerodens nedre Rand. Den hvide Snude vækker Formodning om, at et Lysorgan muligvis der har sit Sæde[3]). Hos større Exemplarer vil man i Regelen finde udviklet en Række guldglinsende Pletter, enten supracaudalt, bagved Hudfinnen (5—9), under den uparrede Skælrække, som dèr dækker Halerodens Ryg, eller infracaudalt, bagved Gatfinnen (3—6); men jeg



[1]) Desværre ere disse Forhold ikke gjengivne aldeles nøjagtigt paa Skitsen.
[2]) Disse Tal angives af Raffaële til 6—7 + 10—15. Det sidstnævnte Tal (15) har jeg ikke fundet.
[3]) Jfr. Raffaëles Bemærkning: «se vi sia un apparecchio frontale è dubbio» etc.

har aldrig truffet noget Individ, af denne Art, som havde begge Sæt, og enkelte af de større Individer mangle dem helt; kommer man ned til Individer paa c. 30^{mm}, finder man dem i begyndende Udvikling. Var det ikke saa, at jeg hos andre Arter i enkelte Tilfælde havde seet dem samtidig paa Halerodens Ryg- og Bugside, vilde jeg vovet den Hypothese, at det beroede paa en Kjønsforskjel, om de udvikledes supra- eller infracaudalt. Det første af disse Forhold — den supracaudale Udvikling — er iøvrigt hyppigere end det modsatte. Artens store Udbredning over Verdenshavene vil sees af den efterfølgende Fortegnelse over de Steder, hvorfra vore Søfarende have hjemført dem.

42° 30′ N. Br. — 17° 20′ V. L.	19—19°30′ N. Br., 26°5′—26°10′ V. L.	33° 20′ S. Br., 33° Ø. L.
35°22′—36°22′ N. Br., 41°37′—48°48′ V. L.	14° 11′ N. Br., 29° 32′ V. L.	33° 30′ S. Br., 32° 30′ Ø. L.
34° 22′ N. Br., 18° 10′ V. L.	13° 40′ N. Br., 31° V. L.	34° 40′ S. Br., 27° Ø. L.
38° N. Br., 22° 20′ V. L.	17° S. Br., 3° 20′ V. L.	34° S. Br., 37—36° Ø. L.
36° 24′ N. Br., 57° 30′ V. L.	30° S. Br., 26° V. L.	34° 30′ S. Br., 27° 50′ Ø. L.
34° 40′ N. Br., 29° 20′ V. L.	30° 15′ S. Br., 20° 40′ V. L.	35° 20′ S. Br., 30° Ø. L.
32° N. Br., 23° V. L.	34° 40′ S. Br., 7° V. L.	37° S. Br., 5° Ø. L.
30° N. Br., 25° 20′ V. L.	34° 20′ S. Br., 5° 30′ V. L.	38° S. Br., 14° Ø. L.
29° N. Br., 29° 54′ V. L.	15° 35′ S. Br., 109° 20′ Ø. L.	38° 20′ S. Br., 23° 20′ Ø. L.
29° N. Br., 34° V. L.	16° S. Br., 110° 20′ Ø. L.	38° S. Br., 62° 30′ Ø. L.
28° N. Br., 36° V. L.	28° 16′ S. Br., 97° 30′ Ø. L.	38° 20′ S. Br., 38° Ø. L.
26° 8′ N. Br., 34° 52′ V. L.	30° S. Br., 96° Ø. L.	38° 20′ S. Br., 36° Ø. L.
25° 5′ N. Br., 32° V. L.	28° 40′ S. Br., 10° 35′ Ø. L.	38° 50′ S. Br., 28° 30′ Ø. L.
27° 3′—23° 31′ N. Br., 22° 4′—19° 56′ V. L.	29° 40′ S. Br., 52° 40′ Ø. L.	39° 54′ S. Br., 41° 30′ Ø. L.
24—25° N. Br., 28° 31′ V. L.	31° S. Br., 47° Ø. L.	39° 56′ S. Br., 40° 26′ Ø. L.
23° 2¾′ N. Br., 31° 48′ V. L.	32° S. Br., 43° 20′ Ø. L.	40° 4′ S. Br., 53° 20′ Ø. L.
22° 40′ N. Br., 48° V. L.	32° 40′ S. Br., 43° 50′ Ø. L.	40° 8′ S. Br., 52° Ø. L.
21° N. Br., 36° 30′ V. L.	32° 20′ S. Br., 42° 40′ Ø. L.	Stille Hav, Syd-Amerikas
19° 52′—31° 10′ V. L.	33° S. Br., 58° Ø. L.	Vestkyst.

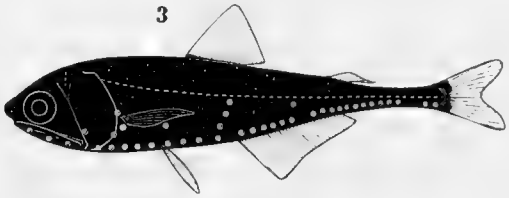
Dertil kommer: 3° N. Br., 82° V. L. og 10° N. Br., 137° Ø. L. («Vettor Pisani»).

Om denne Arts Forekomst udenfor Middelhavet forelaa der tidligere kun mere ubestemte Angivelser: «Gulf of Guinea», «North-Atlantic» (Günther Cat.). «Challenger»-Expeditionen fik imidlertid en 80 Exemplarer, ½—2¼″ af «denne lille, men særdeles almindelige og vidt udbredte Art» — syd for de kapoverdiske Øer, paa Rejsen til Vestindien, i det sydlige Atlanterhav og Stille Hav, i «Mid-Pacific», i Nærheden af Admiralitets-Øerne og paa Rejsen til Japan. — Richardsons «*Myctophum coruscans*» (Voy. Ereb. Terr. tab. 27 f. 1 etc.) er aabenbart en *Rhinoscopelus* med meget talrige anale Lyspletter og med de 3 supraanale stillede som hos *S. Coccoi*. Jeg tager derfor ikke i Betænkning at identificere den med denne Art. Derimod synes det mig mere end tvivlsomt, om *M. hians* R. (l. c. pl. 27 f. 19) med Rette er identificeret hermed, uagtet Günther (Cat. V p. 413) i denne Henseende støtter sig til Original-Exemplarerne i «British Museum»; thi Afbildningen viser jo, synes det, at det ikke er en *Rhinoscopelus*. Snarere vilde jeg i Richardsons Afbildning gjenkjende min *S. gracilis* (se det følgende), men jeg tør dog ikke bestemt hævde det, da f. Ex. den meget skraa Præoperkularrand taler derimod.

Scopelus (Rhinoscopelus) Andreæ m.

Mindre hyppig end *S. Coccoi*, men dog ret hyppig og vidt udbredt, er denne Art, der ligner *S. Coccoi* i alle væsentlige Forhold med den ene Undtagelse, at de supraanale Lyspletter danne en skraat opstigende, lige (eller ganske lidt brudt) Linie, og at de anale Lyspletter ere gjennemsnitlig mindre talrige. Et af de største Exemplarer er 55^{mm} (foruden Halefinnen), Legemets Højde 12^{mm} (indeholdes altsaa $4^1/_2$ Gang i Totallængden), Hovedets Længde 15^{mm} (indeholdes altsaa $3^2/_3$ Gang i Totallængden); Øjets Tværmaal er 4^{mm} (indeholdes altsaa ikke fuldt 4 Gange i Hovedets Længde); Mundspalten er 10^{mm} ($^2/_3$ af Hovedets Længde). De pektorale, thorakale og ventrale Lyskirtlers Antal og Stilling er ganske som hos *S. Coccoi*. Den underste af de 3 supraanale ligger enten over den sidste eller næstsidste ventrale. I den første Afdeling af de anale Lyspletter kan der være 5 eller 6 (sjeldnere 4 eller 7—8), i den anden 9 eller 10 (sjeldnere 7 eller 8 eller 11—12), tilsammen 15 eller 16 hyppigst, dog saaledes at Tallet kan synke til 13 og stige til 17, foruden de 2 caudale, der forholde sig som hos *S. Coccoi*. Det undersøgte Antal af Exemplarer (c. 40) er saa stort, at det ikke kan betragtes som en Tilfældighed, at denne Sum, saavelsom begge dens Elementer, gjennemsnitlig er mindre hos *S. Andreæ* end hos *S. Coccoi*. Men et absolut Skjelnemærke giver dette Forhold ikke. M. H. t. det af de supraanale Lyskirtlers Stilling laante Hovedmærke skal det ogsaa indrømmes, at man undertiden kan være i Tvivl; en Forskydning af den nederste Lyskirtel vil jo være nok til at forandre Stillingen til den for *S. Coccoi* gjældende. I Regelen sees hos alle mere udviklede Exemplarer en Række stærkt glinsende Skæl, enten supracaudalt (4—7) eller infracaudalt (2—6); de sees endnu paa Exemplarer af kun 25^{mm}'s Længde.

3



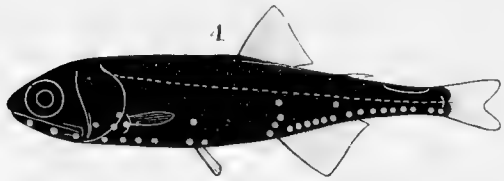
Jeg har fundet det passende at knytte fhv. Kaptejn A. F. Andréas Navn til denne Art, fordi de foreliggende Exemplarer med ganske faa Undtagelser ere fiskede af denne utrættelige Samler af Hav-Overfladens Organismer, dels i Atlanterhavet, dels i det indiske Hav. Lokaliteterne ere:

? Br., 23° 9′ V. L.	15° 19′ N. Br., 24° 54′ V. L.	23° 40′ S. Br., 57° 40′ Ø. L.
42° N. Br., 12° 54′ V. L.	14° 46′ N. Br., 28° V. L.	23° 30′ S. Br., 81° Ø. L.
35°22′—36°22′ N. Br., 41°37′—48°48′ V. L.	4° 20′ S. Br., 14° 20′ V. L.	24° 30′ S. Br., 75° 50′ Ø. L.
29—31° N. Br., 34—33° V. L.	8° S. Br., 13° 20′ V. L.	27° 40′ S. Br., 58° 30′ Ø. L.
29° N. Br., 34° V. L.	24° 30′ S. Br., 28° 30′ V. L.	28° 16′—30° S. Br., 97° 30′—96° Ø. L.
28° N. Br., 36° V. L.	25° 4′ S. Br., 27° 26′ V. L.	29° 54′ S. Br., 76° 42′ Ø. L.
22° 16′ N. Br., 78° V. L.	33° 30′ S. Br., 11° V. L.	32° 15′ S. Br., 58° 30′ Ø. L.
22° 12′ N. Br., 28° 48′ V. L.	5° 21′ S. Br., 81° 56′ Ø. L.	33° S. Br., 58° Ø. L.
20° N. Br., 48—50° V. L.	15° 35′ S. Br., 109° 20′ Ø. L.	38° S. Br., 12° Ø. L.
19—19° 30′ N. Br., 26° 5′—26° 10′ V. L.	16° S. Br., 110° 20′ Ø. L.	«Bengalske Bugt» og «Kina-Søen».

Scopelus nigroocellatus Gthr. (Journal des Museum Godeffroy) er vistnok en *Rhinoscopelus*, da den har «en kegledannet, fremragende Snude» og i det hele skal ligne *S. Coccoi*. Er det maaske den her beskrevne Art? Den er taget i det sydlige Atlanterhav paa Rejsen fra Admiralitets-Øerne til Japan.

Scopelus (Rhinoscopelus) varus n. sp.

foreligger kun i faa Exemplarer af 38—40^{mm}'s Længde (foruden Halefinnen). Den lyse Snudespids springer meget tydeligt frem over Munden, men Præoperkularranden er saa godt som lodret. Legemsformen temmelig kort og plump: Totallængde 40^{mm}, Højde 9^{mm}, Hovedets Længde 9$^{1}/_{2}$^{mm}, Mundspalten 6^{mm}, Øjets Tværmaal 2^{mm}. Gatfinnen er kortere end hos de foregaaende Arter (c. 15 Str.). Skællene ere ribbede — 3 eller 4 Ribber ved Basis. Sideliniens Skæl høje og smalle, c. 39. Der er som sædvanlig en Lysplet paa Gjællelaaget, 3 tæt foran Brystfinnens Grund (den bageste umiddelbart under eller bagved Brystfinnen) og 5 foran Bugfinnerne; Afstanden mellem 5te og 4de Par af disse er næsten dobbelt saa stor som mellem de to foregaaende Par; Afstanden mellem andet og tredje Par er ogsaa normalt større end mellem de andre. M. H. t. de ventrale Lyspletter er at mærke, at de to af første Par altid ere rykkede tæt sammen, medens Afstanden mellem dem af andet Par er betydelig større, hvorpaa den aftager regelmæssigt med de følgende Par. Af de supraanale er der normalt kun 2 (ikke som sædvanlig 3), af hvilke den nedre staar lige over Gattet, den øvre lidt længere tilbage[1]). De anale Lyspletters Antal er 12—13 = 6—7 + 6—7, hvortil saa endnu kommer de 2 tæt sammensluttede caudale. Et af Exemplarerne har bagved Hudfinnen en sammenhængende, aflang, glinsende Plet, om hvilken Kapt. Andréa skriver: «den hvide Plet ved Halen var Guld».



Lokaliteterne:

33° N. Br. (?); 20° N. Br., 50—48° V. L.; 34° 50′ S. Br., 4° 30′ V. L.; 37° 40′ S. Br., 12° O. L.

---

[1]) To Exemplarer af de fire vise den Anomali, at mangle andet og tredje Par *ventrales* og at have paa den ene Side 3 *supraanales*, idet der er kommet 1 til nedenfor og foran den, der ovenfor er betegnet som den nedre; hos dem er Afstanden mellem andet og tredje Par thorakale heller ikke større end mellem de andre. (Silhuet-Skitsen er udført efter et af disse Exemplarer.) Noget af dette er vel kun individuelle Anomalier, men at de begge mangle de to Par ventrale Lyspletter, kunde muligvis antyde en Artsforskjel — eller Kjønsforskjel? Det er saaledes en Form, der trænger til at belyses nærmere paa et større Materiale.

De 3 Arter af *Rhinoscopelus* ville kunne adskilles saaledes:

a. De 3 supraanale Lyspletter danne en stumpvinklet Trekant; Antallet af anale er 15—20 (5—8 + 10—14). *S. Coccoi* C.

b. De 3 supraanale Lyspletter danne en ret, skraat opstigende Linie; Antallet af de anale er 13—17 (4—8 + 7—12). *S. Andreæ* m.

c. Der er normalt kun to supraanale Lyspletter, den ene lidt bagved og lidt højere oppe end den anden; Antallet af anale er 12—13 (6—7 + 6—7); de thorakale Lysplettepar mere eller mindre inæquidistante, de ventrale 2 eller 4. *S. rarus* m.

Arterne af *Scopelus* — *sensu strictissimo*, med Udeladelse altsaa ikke alene af *Nyctophus* og *Lampanyctus*, men ogsaa af *Dasyscopelus* og *Rhinoscopelus* — kunne frembyde de i nedenstaaende Oversigt angivne Modifikationer af Lyspletternes Stilling. Flere kunne tænkes, Schemaet er ikke udfyldt; jeg har kun optaget dem, med hvilke jeg selv har gjort Bekjendtskab; om de endnu manglende Kombinationer virkelig findes i Naturen, maa staa hen. Hvad der er fælles for alle disse *Scopeli s. str.* (foruden de af Dr. Raffaële alt fremhævede Karakterer) er de 3 mandibulare, de 3 pektorale, de 5 thorakale, de 4 ventrale, den supraventrale, de 3 supraanale og de 2 caudale Lyspletter. Legemsformen er i det væsentlige den samme, Øjet er forholdsvis stort, Snuden meget kort og den skraa Mundspalte ikke særdeles lang, saa at Forgjællelaagets Rand er lodret eller næsten lodret.

Oversigt.

A. Posterolaterale Lyspletter mangle helt, de anale danne derfor en sammenhængende Række. De to caudale sidde tæt sammen.

*) De supraanale Lyspletter danne en til det vandrette sig nærmende Skraalinie; *S. Rissoi*, *S. arcticus* m.

**) De supraanale Lyspletter danne en stumpvinklet Trekant. *S. Colletti* m.

B. Der findes en posterolateral Lysplet paa hver Side.

*) De supraanale Lyspletter danne en sig til det vandrette nærmende Skraalinie; de caudale sidde ikke tæt sammen. *S. glacialis.*

**) De supraanale Lyspletter danne en skraat opstigende Linie.

†) De caudale sidde tæt sammen. *S. caninianus*, *affinis* m.

††) De caudale sidde langt fra hinanden. *S. phengodes* m.

***) De supraanale Lyspletter danne en stumpvinklet Trekant. De caudale sidde mere eller mindre tæt ved hinanden. *S. Humboldtii*, *S. gracilis* m.

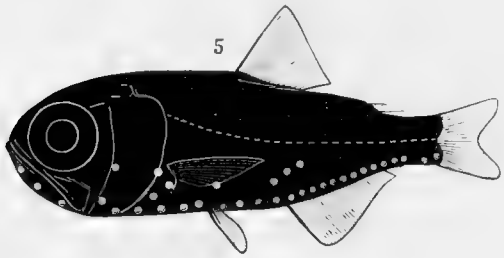
C. Der findes to posterolaterale Lyspletter paa hver Side. De supraanale danne en stumpvinklet Trekant.

*) De caudale Lyspletter sidde tæt sammen. *S. Benoiti.*

**) De caudale Lyspletter sidde langt fra hinanden. *S. Hygomii* m., *S. Reinhardtii* m.

Afdeling A. Ingen posterolaterale Lyspletter og ingen Afbrydelse i de anale Lyspletters Række.

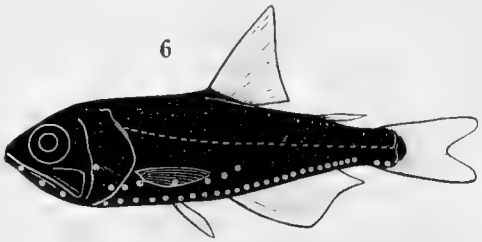
1. *Scopelus Rissoi* C. vil kunne defineres ved følgende Kombination af Karakterer: den har — foruden to operculare Lyspletter, den ene et Stykke over den anden, samt de sædvanlige 3 mandibulare — 3 pektorale, dannende en Trekant — en foran og en lige under Brystfinnerne samt en lidt længere nede, under den førstnævnte — fem thorakale, dannende to næsten parallele Linier, dog saaledes, at de to af første Par sidde tættere sammen, og de to af sidste Par, der sidde umiddelbart op til Bugfinnerne, lidt længere fra hinanden end de andre; 4 Par ventrale, divergerende lidt fra første til fjerde Par; en supraventral siddende temmelig langt nede, omtrent midtvejs mellem den bageste pektorale og den forreste supraanale; og tre supraanale, dannende en svagt brudt eller næsten lige Skraalinie . . ·, der er rettet bagud og nærmer sig til det vandrette — den forreste over fjerde ventrale eller over Mellemrummet mellem tredje og fjerde, den sidste omtrent midtvejs mellem denne og Sidelinien, lige nedenfor de høje Sidelinieskæl. Der er, som alt anført, ingen posterolateral Lysplet, men to caudale, siddende tæt sammen, over Halens nedre korte Støttestraaler, og en sammenhængende Række af 11—12 Par anale. De øvre Rækker af Skæl ere tydeligt, om end kun svagt, randtakkede, og der kan findes Spor dertil paa de nederste, nærmest Gatfinnen. Sideliniens Skæl ere meget høje, c. 30. Brystfinnerne lange, naa til Bugfinnernes Spidse. Straaletallene har jeg fundet at være: D. 13, A. 18, P. 15, V. 8. Proportionerne ville fremgaa af efterfølgende Maaletavle over det største (A) og det mindste (B) af de foreliggende middelhavske Exemplarer; i den tredje Rubrik (C) har jeg givet Maalene af et Exemplar af den følgende Art, *S. arcticus* m.



	S. Rissoi.		*S. arcticus.*
	A.	B.	C.
Totallængden	46mm	28mm	41 mm
Største Højde	16 -	9 -	10½ -
Forholdet mellem denne og Totallængden er altsaa	1 : 2⁷/₈	1 : 3¹/₉	1 : 3,9
Hovedets Længde	17½mm	11mm	13mm
Forholdet mellem denne og Totallængden følgelig	1 : 2⁴/₅	1 : 2⁴/₅	1 : 3¹/₅
Øjets Tværmaal	8mm	5 mm	9½mm
Mundspaltens Længde	12 -	6½ -	9 -

Af de foreliggende *S. Rissoi* fra Middelhavet have de større i Almindelighed et eller to uparrede Lysskæl ved Haleroden, enten foroven eller forneden. Der er ikke i vore pelagiske Indsamlinger fra de store Verdenshave noget Exemplar af denne Art.

2. *S. arcticus* m. Ved vore grønlandske Kolonier er der i alt fanget og nedsendt 4 smaa Exemplarer — omtrent 40mm foruden Halefinnen — af en Art, der i H. t. Lyspletternes Fordeling i det hele stemmer med *S. Rissoi* — ogsaa i H. t. de tre supraanale Lyspletters Stilling — men afviger derved, at de anale Lyspletters uafbrudte Række tæller *15—16* af disse Organer. Dertil kommer en anden Stilling af de pektorale Lyspletter, der alle 3 ere stillede under og foran Brystfinnerne[1]), saaledes omtrent . . ˙ . D. 9, A. 17, P. 14, V. 8. Legemets Proportioner ere givne ovenfor (sub C).



De Steder i Grønland, hvor disse 4 Exemplarer ere faldne, har jeg nævnt ved en anden Lejlighed[2]). Et femte er allerede for mange Aar siden fanget af Inspektør Møller i Mundingen af Davis-Strædet. To af de foreliggende Exemplarer have et meget udpræget supracaudalt Lysorgan, de 3 andre et mindre infracaudalt.

3. *S. Colletti* m. En lille *Scopelus* af denne Gruppe, med 17 anale Lyspletter, men atter med en noget anden Stilling af de pektorale, idet de danne en Trekant ˙ ˙, med Spidsen nedad, foran og under Brystfinnerne, og fremdeles med en anden Stilling af de supraanale, nemlig som en aaben stumpvinklet Trekant ˙ ˙ ˙ — den første af de tre er nemlig rykket lidt længere frem og den bageste lidt højere op — er repræsenteret i vor Samling af et eneste lille, knap 30mm langt Exemplar, taget i det indiske Hav paa 96—97° 30′ Ø. L. og paa 30—28° 16′ S. Br.

Hermed stemmer imidlertid et stort Exemplar, taget i det stille Hav, «c. 600 Mil vest af Kap Horn» og velvilligst overladt mig til Undersøgelse af Museet i Kristiania.

Jeg hidsætter Maalene af dette Exemplar samt de vigtigste af vort mindre:

Totallængden (uden Halefinnen)	93mm	28mm
Legemets største Højde	24 -	7 -
Forholdet mellem denne og Totallængden	1 : 3,9	1 : 4

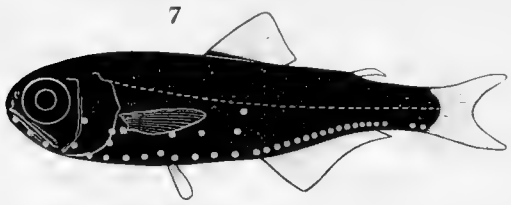
[1]) Paa Skitsen er den af dem dannede Linie bleven altfor lige.

[2]) Korte Bidrag til nordisk Ichthyographi VIII. Nogle nordiske Laxesild (Scopeliner) (Vid. Medd. f. d. naturh. Foren. 1891). S. 207.

Hovedets Længde	25mm	8mm
Forholdet mellem denne og Totallængden	1 : 3,7	1 : 3½
Øjets Tværmaal	10mm	4mm
Mundspaltens Længde	15 -	5 -
Afstanden fra Snudespidsen til Rygfinnen	41 -	
— - — - Bugfinnen	36 -	
— - — - Gatfinnen	56 -	

Skællenes Antal i Sidelinien (hos det større Exemplar) er c. 38, Straalernes Antal D. 15, A. c. 21, P. 15, V. 8. Der er som sædvanligt 2 operkulare Lyspletter, 3 pektorale, dannende en Trekant, med Spidsen nedad, under og foran Brystfinnerne, 5 thorakale — de af sidste Par rykkede lidt mere ud fra hinanden — 4 ventrale — de af første og fjerde Par lidt nærmere ved hinanden end de andre — 1 supraventral, som sædvanligt, 3 supraanale, dannende en stumpvinklet Trekant, den forreste rykket langt frem, den sidste saa højt op, at den kommer helt op i Sideliniens Skælrække, 16—17 anale i sammenhængende Række (d. v. s. 16 paa den ene og 17 paa den anden Side; til Gjengjæld har den i denne Henseende fattigere Række dubleret den tredje thorakale). Den femte anale bagfra (den sjette hos det mindre Exemplar) sidder lidt højere end de andre, som om den vilde bryde ud af Rækken. Der er endelig to tæt sammenstillede caudale Lyspletter, men ingen posterolaterale. Der sidder en ikke stor, men meget tydelig Glansplet paa Halerodens øvre Rand tæt ved Halefinnen.

7



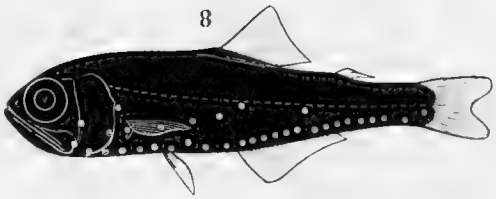
Afdeling B. En posterolateral Lysplet paa hver Side over Afbrydelsen i de anales Række.

1. *S. glacialis* Rhdt.[1]). Da denne Art er behandlet et Par Gange[2]) og jeg selv har offentliggjort nogle Bemærkninger om den andetsteds, kan jeg indskrænke mig til at

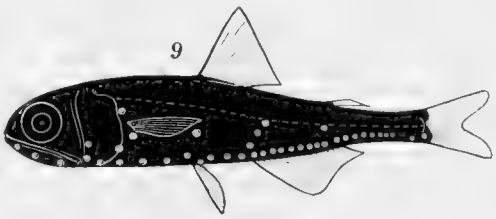
[1]) Til min Bemærkning i «Korte Bidrag til nordisk Ichthyographi VIII» (Videnskab. Medd. f. d. naturh. Forening 1891) S. 207 om den af Goode & Bean i «The fisheries and fishing industries of the United States» I pl. 203 afbildede «*S. Mülleri* (ɔ: *glacialis*)» maa jeg endnu føje den, at der i Alexander Agassiz's «Three Cruises of the U. S. coast- and geodetic-steamer Blake», Vol. II. 1888 (Bulletin of the Museum of comparative Zoology, Vol. XV) p. 33 findes en anden Afbildning af «*Scopelus Mülleri*», i hvilken jeg gjenkjender *Scopelus Rafinesquii!*

[2]) Krøyer, Naturhist. Tidsskrift (2) II p. 230.
Collett, Norske Nordhavs Expedition, Fiskene, p. 158.

henvise til disse og til det vedføjede Schema over Lyspletternes Fordeling, i hvilken Henseende de caudale og supraanale især ere af Betydning. Museet besidder ikke denne Art fra andre Dele af Atlanterhavet[1]), kun fra Havet om Grønland. Dog maa bemærkes, at afdøde Læge Branner i Middelhavet (36° 29′ N. Br., 2° 28′ V. L.) har fisket 2 *Scopelus*-Unger med aldeles samme Fordeling af Lyspletterne. Mig vitterligt er en saadan Form ikke ellers kjendt fra Middelhavet, men jeg er dog mest tilbøjelig til at tro, at *S. glacialis* virkelig forekommer dèr, men hidtil er bleven overseet eller maaske bleven beskrevet derfra som egen Art. Der findes nemlig i Middelhavet et Par Arter, der ikke ere mig nærmere bekjendte (*S. Heideri*, *S. Veranyi*). Maaskee vil det dog vise sig, at en af disse er en med *S. glacialis* nær beslægtet, men distinkt Art, som jeg ikke har kunnet distinguere paa Ungerne alene.


8

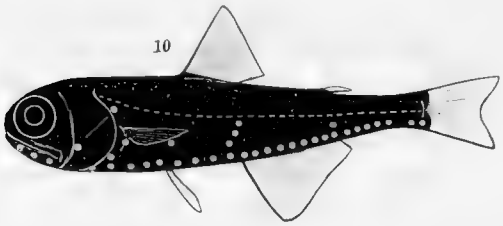
5. *S. caninianus* Cocco karakteriseres — foruden ved den enkelte posterolaterale Lysplet — ved at de supraanale Lyspletter danne en skraat opstigende Række — den underste over Mellemrummet mellem tredje og fjerde ventrale eller over denne sidste, den øverste umiddelbart under Sidelinien —, ved at de caudale sidde tæt sammen, samt ved at de pektorale danne en Trekant, idet en sidder lige under Brystfinnebasens bageste Del, en højere oppe og en lavere nede. Der findes endvidere 1 anteorbital, 2 operkulare (den ene tæt over den anden), de sædvanlige fem thorakale — de af femte Par rykkede lidt mere fra hinanden — en supraventral, fire ventrale, 16—17 (8—9 + 8—9) anale og to tæt sammenstillede caudale. (Sjældnere findes 7 i den første Afdeling af de anale og paa ganske enkelte har jeg fundet 7 eller 10 i anden Afdeling). Der er c. 43 Skæl i Sidelinien. D. c. 14, A. c. 20, P. 14, V. 9. Paa større Exemplarer findes 3 supracaudale eller 5 infracaudale Lysskæl paa Haleroden i Midtlinien; paa yngre har dette Parti en mindre Udstrækning. Jeg meddeler nogle Maal af et større Exemplar (A) fra Middelhavet og af et mindre (B), som rimeligvis er taget i Atlanterhavet; paa det førstnævnte Exemplar er der større Afstand mellem de ventrale Lyspletter af tredje og fjerde Par end mellem de andre.


9

[1]) Jfr. hvad herom af mig er bemærket i «Vidensk. Meddel. fra den naturh. Forening», l. c. p. 205—7, dels om de af den amerikanske Expedition tilvejebragte Exemplarer, dels om *S. scoticus* Gthr.

	A.	B.
Totallængde	77mm	57mm
Legemets Højde	16 -	12 -
Hovedets Længde	21 -	16 -
Øjets Tværmaal	8 -	6 -
Mundspaltens Længde	13 -	10 -

Kristiania-Museet besidder 3 (af mig sete) Exemplarer fra Atlanterhavet; det ene er fra 29° N.Br., 37° V.L. Om Artens Forekomst i nordlige Have vidne to af mig tidligere (paa anf. St.) omtalte Exemplarer, tagne paa 57°31′ N.Br., 39°36′ V.L. og 59°37′ N.Br., 15°36′ V.L. «Challenger»-Expeditionen fik et 3 Tommer langt Exemplar ved de kanariske Øer. I det stille Hav skal den ogsaa være temmelig almindelig: Exemplarer paa 20—36mm fangedes ved Nattetid i Nærheden af Ny-Guinea og paa Farten til Admiralitets-Øerne. — En lille Unge fra det indiske Hav har kun 14 (7 + 7) anale Lyspletter og kan derfor vel næppe henføres til denne Art, med hvilken den iøvrigt stemmer. Ellers er *S. caninianus* ikke forekommet i vore paa Unger af andre Arter saa rige pelagiske Indsamlinger; derimod en nærstaaende Form, som jeg benævner:



6. *S. affinis* m., og som udmærker sig ved, at de anale Lyspletter ere tilstede i et ringere, om end noget variabelt Antal: 7—10 + 4—6 (hyppig 8—9 + 5—6), tilsammen 13—15. Hos de fleste danne de tre supraanale en lige Skraalinie; hos enkelte, der dog næppe repræsentere en egen Art, er denne Linie svagt brudt[1]). De pektorale Lyspletter som hos *S. caninianus*. Sidelinieskæl c. 37. Kun Unger foreligge.

38° 40′ N.Br.,	63° V.L.	*14° 11′ N.Br.,	29° 32′ V.L.
34° 20′ —	18° 30′ —	13° 40′ —	31° —
31° 16′ —	37° 16′ —	10° 22′ —	21° 16′ —
29° —	17° 30′ —	8° 44′ —	21° —
28° —	23° 40′ —	* 4° —	29° —
25° 5′ —	32° —	* 3° 10′ —	27° 50′ —
23° 31′ —	32° 4′ —	* 1° 20′ —	20° —
22° 12′ —	28° 48′ —	* 1° 9′ —	27° 32′ —
21° —	36° 30′ —	* 1° 20′ S.Br.,	26° 20′ —
20° —	48° —	7° 6′ —	11° 30′ —
17° —	22° —	8° —	13° 20′ —
16° —	40° —	39° 54′ —	41° 30′ Ø.L.
15° 19′ —	24° 54′ —	38° 20′ —	30° —

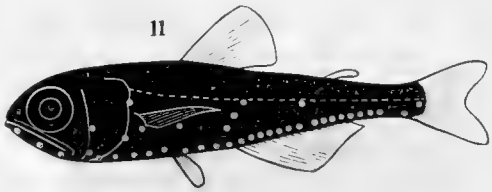
35° 36′ S.Br., 27° 40′ Ø.L.
34° 30′ — 27° 50′ —
Mellem 31° S.Br., 47° Ø.L. og 32° S.Br., 43° 20′ Ø.L.
25° 40′ S.Br., 23° Ø.L.
23° 16′ — 72° —
15° 30′ — 111° 90′ —
12° — 103° 50′ —
7° 30′ — 105° —
16° N.Br., 115° 50′ —
9° 40′ — 109° 20′ —
10° 40′ — 110° —
11° 40′ — 110° 34′ —

[1]) Disse Exemplarer ere tagne paa de i Lokalitetsfortegnelsen med en Stjærne mærkede Steder.

7. *S. phengodes* m. Som Type for denne Art vælger jeg et 70^{mm} langt Exemplar, som er taget paa 102° 50′ Ø. L. og 25° 50′ S. Br. Lyspletternes Fordeling er i det hele den samme som hos *S. caninianus* og *S. affinis*, og særlig gjælder dette om de pektorale og de supraanale. De anale ere — naar jeg medtager de foreliggende mindre Exemplarer — tilstede i et Antal af *6—7 + 7—9 = 14—15*, og de caudale sidde ikke tæt sammen som hos de to ovennævnte Arter, men ere adskilte ved et større Mellemrum, idet den bageste er rykket op i Nærheden af Sidelinjens Endepunkt. Det ovennævnte Exemplar har følgende Proportioner:

Totallængden 70^{mm}.
Højden er 16^{mm}, indeholdes altsaa $4^3/_8$ Gang i Totallængden.
Hovedets Længde er 20^{mm}, indeholdes følgelig $3^1/_2$ Gang i samme.
Øjets Tværmaal 9^{mm}, indeholdes altsaa $2^2/_9$ Gang i Hovedets Længde.

Straalernes Antal er: D. 12, A. 21, P. 15, V. 8. Der er 38 Skæl fra Gjællespalten til Halefinnen. Det er, som man vil se, en storøjet Form; Snuden er meget kort, brat afrundet; Overkjævens Bagende falder omtrent i Linie med Øjehulens Bagrand. *Operculum* er stærkt ribbet og takket i Kanten. Brystfinnerne ere saa lange, at deres Spidser naa helt tilbage til Bugfinnernes. Der findes to operkulare Lyspletter, 3 mandibulare som sædvanligt, 3 pektorale, stillede som hos de nærmest foregaaende Arter, fem thorakale — de to af femte Par lidt længere fra hinanden — 4 ventrale, 1 supraventral, 3 supraanale i en opstigende Skraarække, 7 + 8 (hos Typ-Exemplaret, jfr. ovenfor) anale og to caudale, den sidste noget højere oppe end den første. I Haleryggens Midtlinie findes en lang, skarpt begrænset gul Lysplet, som begynder umiddelbart bagved Hudfinnen og strækker sig under 6 Skæl. Farveløsheden paa Snuden og paa Panden mellem Øjnene vækker Mistanke om, at ogsaa dette Parti har været lysende.



De mindre Exemplarer ere tagne paa følgende Lokaliteter. Det vil ses, at intet af dem er taget i Atlanterhavet nord for Ækvator.

31° 30′ S. Br.,	19° 30′ V. L.	37° 30′ S. Br., 10° 40′ Ø. L.
33° 30′ —	11° —	Mellem 33° 40′ S. Br., 32° 30′ Ø. L. og 34° 40′ S. Br., 27° Ø. L.
34° 20′ —	5° 30′ —	30° 12′ S. Br., 44° Ø. L.
40° 4′ —	53° 20′ Ø. L.	Mellem 27° 30′ S. Br., 98° Ø. L. og 29° 40′ S. Br., 96° 20′ Ø. L.
39° 54′ —	41° 30′ —	22° 40′ S. Br., 81° 50′ Ø. L.

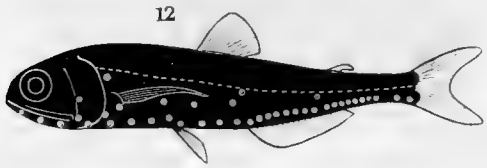
8. *S. Humboldtii* Val. En anden Gruppe af Arter har det tilfælles, at de tre supraanale Lyspletter danne en meget tydelig stumpvinklet eller næsten retvinklet Trekant, saaledes at den første af dem har Plads over anden og tredje ventrale, den anden over fjerde ventrale. Af *S. Humboldtii* foreligger der flere temmelig store Exemplarer fra Atlanterhavet og det indiske Hav. Jeg anfører nogle Maal af det største af dem (A) i Forbindelse med Maalene af et Exemplar fra Middelhavet (B).

	A.	B.	
Totallængden	105mm	115mm	
Højden	21 -	23 -	(eller netop 1/5 af Totallængden.)
Hovedets Længde . . .	28 -	28 -	(indeholdes altsaa 3 3/4 til c. 4 Gange i samme.)
Øjets Tværmaal	9 -	9 -	(indeholdes altsaa lidt over 3 Gange i Hovedets Længde.)
Mundspaltens Længde .	19 -	18 -	

Straaletallet (Expl. A) D. 12, A. 20, P. 15, V. 8.
— (— B) - 12, - 20, - 13, - 8.

Det er, som de fleste andre ægte *Scopelus*-Arter, en storøjet Form med en kort afrundet Snude, men Mundspalten forlænger sig forholdsvis langt bag Øjet; alligevel er Forgjællelaagets noget buede Bagrand ikke eller meget lidt skraa. Der er c. 40—42 Skæl i Sidelinien. Brystfinnerne ere temmelig lange, naa næsten til Spidsen eller til Midten af Bugfinnerne. De anale Lyspletters Antal er *16 (8 + 8)* hos Typ-Exemplarerne; de to caudale sidde ikke aldeles tæt sammen, hvilket dog kun er ret tydeligt hos større Exemplarer. Bagved Hudfinnen er der et eller to lysende Skæl, bagved Gatfinnen kan der være 3—4.

12



Fra Kristiania-Museet har der foreligget mig et stort (c. 120mm), men en Del beskadiget Exemplar, taget 600 Mil V. af Kap Horn. Hos de ikke faa smaa Exemplarer, som jeg har undersøgt, dels fra Atlanterhavet, dels fra det indiske Hav, varierer Antallet af de anale Lyspletter i en paafaldende Grad: 9 + 6, 8 + 9, 7 + 9, 7 + 8, 8 + 6, 8 + 4—5, 7 + 5 = 12—17, og den Tanke ligger nær, at nogle af disse yngre Exemplarer med færre *m. l. anales posteriores* kunde tilhøre en anden Art; en slig Skillelinie har jeg dog ikke formaaet at drage. De Lokaliteter, hvorpaa de her til *S. Humboldtii* henførte Exemplarer ere tagne, ere følgende:

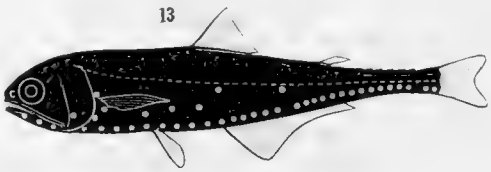
34° 20′ N. Br., 18° 30′ V. L.	37° 40′ S. Br., 78° 34′ Ø. L.	25° 40′ S. Br., 23° Ø. L.
22° 12′ — 28° 48′ —	37° — 5° —	12° — 103° 50′ —
7° 6′ S. Br., 11° 30′ —	39° 54′ — 41° 30′ —	11° 15′ — 103° 50′ -
33° 30′ — 11° —	29° 30′ — 12° —	10° 40′ N. Br., 110° —

S. Humboldtii var foruden fra Middelhavet ogsaa tidligere kjendt fra Atlanterhavet, hvorimod *S. boops* Richardson[1]) var kjendt fra det stille Hav — bl. a. fra Vancouvers Ø. Den eneste Forskjel, som kan udfindes af Beskrivelserne, er, at *S. boops*, som Günther bemærker, skulde have lidt færre Skæl i Sidelinien (37—39, *S. Humboldtii* 41—42). Jeg betragter denne formentlige Forskjel som betydningsløs og forener *S. boops* med *S. Humboldtii*.

9. *S. gracilis* m. har samme Stilling af de supraanale Lyspletter, men Antallet og Fordelingen af de anale er en anden: *5—7 + 11—14*, og de to caudale sidde saa tæt sammen som muligt i samme Horizontallinie. Vore Exemplarer ere alle smaa, men der er i Kristiania-Museet et halvstort — fra Akyab i Indien — af hvilket jeg vil meddele Maalene:

Totallængden	50	mm	
Højden	10	-	eller $^1/_5$ af Totallængden.
Hovedets Længde . . .	11	-	eller lidt over $^1/_5$ af samme.
Øjets Tværmaal	$3^1/_2$	-	eller c. $^1/_3$ af Hovedets Længde.
Mundspalten	$7^1/_2$	-	

Forgjællelaagets Rand er noget skraa; Brystfinnerne ikke lange. Skællenes Antal i Sidelinien c. 41. Straaletallene paa det nærmeste følgende: D. 12, A. 19, P. 15, V. 8. Øjet er ikke særdeles stort, og især hos de yngre ere Snudens Længde og Øjets Tværmaal næsten lige store. De pektorale Lyspletter have den sædvanlige Stilling; den første supraanale sidder i Højde med den supraventrale o. s. v. 5 Lysskæl optage — hos det større Typ-Exemplar — Strækningen mellem Hudfinnen og Halefinnen paa Halerodens Rygkam.



De Lokaliteter, hvorfra der foreligger yngre Exemplarer, ere:

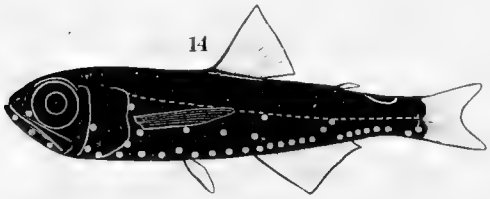
22°	N. Br.,	34° 30′	V. L.	Mellem	32° 40′ S. Br.,	55° 20	Ø. L. og 11° 50′ S. Br., 8° 10′ V. L.
22° 12′	—	48°	—		35° 36′ —	27° 40′	—

Om Artens mulige Forhold til Richardsons *Myctophum hians* er talt ovenfor under *S. (Rhinoscopelus) Andreæ* m.

[1]) Voy. H. M. S. Erebus & Terror pl. 47 f. 10.

Afdeling C. To posterolaterale Lyspletter paa hver Side over Afbrydelsen i de anale Lyspletters Række.

10. *S. Benoiti* C. De to posterolaterale Lyspletter ere stillede noget skraat for hinanden, den bagre højere end den forreste; de supraanale danne en stumpvinklet Trekant. Snuden er noget spids, ikke brat afrundet, som hos andre *Scopeli*; Brystfinnerne lange. Der findes en anteorbital Lysplet, to operkulare, der just ikke staa saa meget tæt sammen, 3 pektorale, dannende den sædvanlige Trekant, 1 supraventral, 3 supraanale, den første i Højde med eller noget længere nede end den foran den siddende supraventrale, over tredje ventrale, og den tredje i Sidelinien; to posterolaterale med den ovenfor angivne Stilling, den øverste i Sidelinien; der er de sædvanlige 5 thorakale og 4 ventrale Par, som ikke frembyde noget særligt mærkeligt; Afstanden mellem de 2 første Par thorakale er større end mellem de to følgende; 12 (6 + 6)[1]) anale og to temmelig tæt sammenstillede caudale. Skæl i Sidelinien c. 40. D. 12, A. 18, P. 15, V. 8. To halvstore og et større Exemplar vise et meget udpræget supracaudalt Lysorgan.



Maalene af et middelhavsk Exemplar:

Totallængde	52mm
Største Højde	11 -
Sammes Forhold til Totallængden	1 : 4,6
Hovedets Længde	15mm
Sammes Forhold til Totallængden	1 : 3,4
Øjets Tværmaal	6½mm
Dets Forhold til Hovedets Længde	1 : 2,3
Mundspalten	10mm

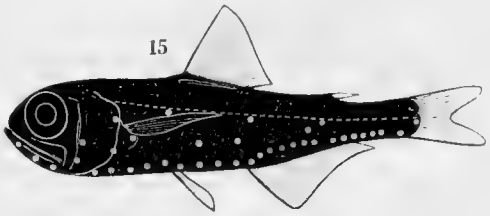
Der foreligger et 40mm langt Exemplar fra Atlanterhavet: 34° 40′ N. Br., 24° 20′ V. L.; et andet i Kristiania-Museet: 41° N. Br., 34° V. L.

11. 12. *S. Hygomii* m. og *S. Reinhardtii* m. adskille sig kjendelig fra den forangaaende ved at de to caudale Lyspletter sidde langt fra hinanden, idet den bageste af dem er rykket op næsten i Højde med Sideliniens Endepunkt; de 3 supraanale danne ligesom hos *S. Benoiti* en stumpvinklet Trekant, hvis ene Vinkelspids

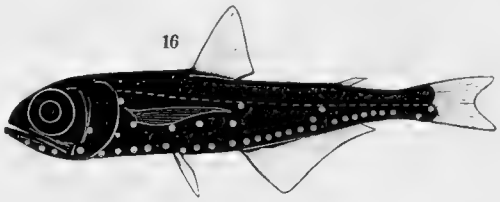
[1]) Et enkelt Exemplar har 6 + 7 paa den ene Side, ellers ere disse Tal ganske konstante.

sidder over anden ventrale, den anden næsten oppe i Sidelinien; de tre pektorale Lyspletters Stilling er den sædvanlige, to foran Brystfinnen, højere og lavere end denne, og en lige under Brystfinnebasens nedre Endepunkt. De to posterolaterale sidde ligesom hos *S. Benoiti* skraat for hinanden, den forreste lavere, den bageste saa at sige i Sidelinien. Øjet er stort, Forgjællelaagets Rand lodret o. s. v.

Typ-Exemplaret af *S. Hygomii* har 14 (8 + 6) anale Lyspletter. Den supraventrale Lysplet er rykket saa højt op, at den sidder umiddelbart under Sidelinien, omtrent lodret over den første supraanale. Samme Stilling iagttages hos nogle Unger, dog med den Forskjel, at den supraventrale Lysplet ikke altid er anbragt lige over den første supraanale, men kan sidde et Stykke foran denne. Antallet af de anale er her 7 + 6 eller 5—6 + 6 = 11—13.


15

S. Reinhardtii m. To middelstore Exemplarer vise den Forskjel fra foregaaende, at den supraventrale Lysplet her har sin normale Stilling, længere nede, midt mellem og i Højde med den tredje pektorale og den første supraanale, der sidder over tredje ventrale eller mellem anden og tredje. Antallet af anale Lyspletter er her 4 + 7 og 7 + 7—8, varierer altsaa indenfor temmelig vide Grænser. Det ene har et meget udpræget infracaudalt, det andet et supracaudalt Lysorgan. Brystfinnerne ere lange, ligesom hos *S. Hygomii*. Jeg erkjender, at det kan være Tvivl underkastet, om de to her omtalte Former ere artsforskjellige, men saa længe der ikke foreligger Overgange mellem dem, maa jeg holde dem adskilte.


16

Straaletal: *S. Hygomii* . . . . . D. 12, A. 19, P. 14, V. 8.
S. Reinhardtii . . . D. 11, A. 16, P. 11, V. 8.

Maal:	*S. Hygomii.*	*S. Reinhardtii.*
Totallængden	55mm	43mm
Højden	12 -	8 -
Dennes Forhold til Totallængden	1 : 4,6	1 : 5,4
Hovedets Længde	14mm	11mm
Dennes Forhold til Totallængden	1 : 4	1 : 3,9
Øjets Tværmaal	5mm	5mm
Dettes Forhold til Hovedets Længde . . .	1 : 3	1 : 2,2
Mundspalten	9mm	7½mm

Lokaliteter:	*S. Hygomii.*		*S. Reinhardtii.*	
	38° N. Br.,	22° 20′ V. L.	34° 22′ N. Br.,	18° 10′ V. L.
	35° 12′ S. Br.,	26° O. L.	5° 31′ —	23° 15′ —
Mellem	23° 30′ —	81° —		
og	24° 30′ —	75° 50′ —		
	39° 54′ —	41° 30′ —		

Flere af de her karakteriserede nye Former ere kun kjendte som Unger. Skjønt det ikke kan forudsættes, at de ville forandre sig meget under deres senere Udvikling, er det dog at vente, at de ville kunne karakteriseres med større Skarphed, naar nye Undersøgelser have hentet dem op fra Dybet, hvori de skjule sig, i mere udviklede Skikkelser.

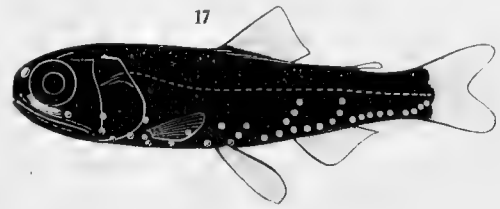
Som Karakterer for Underslægten *Nyctophus*, efter Dr. Raffaëles Definition, mener jeg at kunne anføre, foruden de allerede ovenfor (S. 11) nævnte, at de altid have fire caudale Lyspletter; at de supraanale danne en skraat opstigende, lige eller lidt brudt Linie; at *m. l. anales anteriores* enten danne en Bue, med Convexiteten mod Midtlinien, eller at i alt Fald Rækkens bageste Del er bøjet opad; og at de thorakale og ventrale (hvilke sidste altid (?) ere tilstede i et Antal af fem Par) ikke danne lige Linier, men ere stillede ud og ind paa bestemt Maade. I Modsætning til de bekjendte *Lampanyctus*-Arter, der have 2 posterolaterale Lyspletter, er der her aldrig mere end een. Der bliver derfor ikke ret meget at støtte Artsdiagnoserne paa af Lyspletternes Antal og Stilling. Man synes her i det væsenlige at maatte holde sig til andre Forhold. Medens Grænsen mod *Scopeli* s. str. er skarp nok, synes den mod *Lampanyctus* at være mere flydende. Der kjendes af denne Gruppe 3 middelhavske Arter, hvortil endnu kommer et Par andetstedsfra.

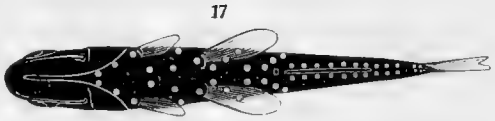
1. Af *S. (N.) metopoclampus* har jeg desværre ikke kunnet skaffe mig noget Exemplar. Jeg maa derfor i det væsentlige indskrænke mig til at henvise til de hidtil givne ufuldstændige Fremstillinger (Bonaparte, Raffaële). I Pariser-Museet har jeg dog seet et Exemplar, foræret af Bonaparte og derfor vistnok authentisk. Jeg har om dette noteret, at det har samme Stilling af de pektorale, thorakale, supraventrale, supraanale og ventrale Lyspletter som hos *S. Rafinesquii* — jfr. Fig. 17 — hvorved jeg dog maa bemærke, at jeg kun har noteret 4 Par ventrale Lyspletter, hvilket rimeligvis er urigtigt. Af anale fandtes 6 + 4 samt *4* caudale i en Skraalinie. I alt dette er der ingen væsentlig Forskjel fra *S. Rafinesquii*, og det er derfor højst ønskeligt, at der kunde blive givet en authentisk og fuldstændig Karakteristik af denne Art, saavelsom af *S. Gemellarii* (jfr. det følgende).

2. Af *S. (N.) Rafinesquii* har jeg kunnet undersøge flere Exemplarer. Jeg meddeler nogle Maal af et større Exemplar i Kristiania-Museet (A) og af et af vore egne (B) samt af et yngre, tilhørende Kristiania-Museet (C).

	A.	B.	C.
Totallængden (uden Halefinnen)	90mm	64mm	43mm
Legemets Højde	19 -	15 -	10 -
Forholdet mellem Legemets Højde og Totallængden	1 : 4,7	1 : 4,3	1 : 4,3
Hovedets Længde	28mm	21mm	14mm
Forholdet mellem samme og Totallængden	1 : 3,2	1 : 3,1	1 : 3,1
Øjets Tværmaal	9½mm	7mm	5mm
Forholdet mellem dette og Hovedets Længde	1 : 3	1 : 3	1 : 2,8
Mundspaltens Længde	18mm	19mm	9mm
Forholdet mellem denne og Hovedets Længde	1 : 1,6	2 : 3	1 : 1,6

Det er en kortsnudet og storøjet Form. Mundspalten forlænger sig et Stykke bagved *Orbita*, men Forgjællelaagets Rand er dog ikke meget skraa. Der er et anseligt anteorbitalt og et langstrakt infraorbitalt Lysorgan. Tæt bagved dette ses ofte et mindre. Der findes de sædvanlige operkulare (2), mandibulare (3) og pektorale Lyspletter — 1 over og 2 under Brystfinnerne, dannende en brudt Linie; 1 supraventral og 3 supraanale, som danne en skraat opstigende Række, der begynder umiddelbart over 5te ventrale og naar op til Sideliniens Skæl, ikke til selve Sidelinien; af de thorakale er der stor Afstand mellem første og andet Par, og fjerde Par er rykket stærkt ud af Linien opad og ud til Siden; og det samme er Tilfældet med tredje Par af de 5 ventrale. Der er en posterolateral Lysplet umiddelbart under Sidelinieskællene. Der er næsten altid[1]) 10 (6 + 4) anale, den første Gruppe dannende en stærk Bue med Convexiteten indad mod Midtlinien, og 4 caudale, dannende en tæt Skraarække, den sidste siddende et Stykke under Sideliniens Endepunkt. Sideliniens Skæl ere høje og smalle, c. 34 (33—36). Af Straaletal fandt jeg:



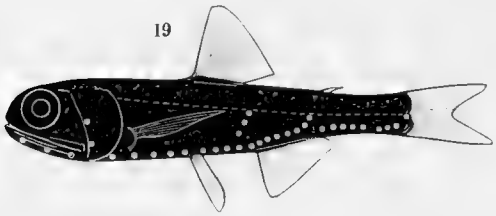


Exemplaret A . . . . . D. 12, A. 13, P. 10, V. 8.
Et andet Exemplar . . . . . D. 12, A. 12, P. 9, V. 8.

3. *S. (N.) Warmingii* Ltk. Prof. Warming har paa 32° 6′ N. Br., 39° 28′ V. L. i Atlanterhavet fisket et Exemplar af Middelstørrelse af en ny Art af denne Gruppe; det har desværre lidt en Del, saa at det ikke kan beskrives fuldstændigt; der er imidlertid to Træk, som ville karakterisere det tilstrækkeligt, det ene at Brystfinnerne ere lange

[1]) Et Par yngre Exemplarer have kun 5 + 4—5, idet den allerforreste, der ellers sidder lidt højere oppe mangler. Det er tilfældigvis det ene af disse, der ligger til Grund for Skitsen Nr. 17.

(de naa næsten til Bugfinnernes Spidser), det andet er at den sidste af de 4 caudale Lyspletter er rykket bort fra de andre og noget højere op. Totallængden er 63^{mm}, Højden 12^{mm}, saa at denne altsaa indeholdes $5^1/_4$ Gang i Totallængden; Hovedets Længde 19^{mm} (c. $3^1/_3$ Gang i samme), Øjets Tværmaal 7^{mm} ($2^5/_7$ Gang i Hovedets Længde); Mundspalten (13^{mm}) naar et Stykke bag Øjet. Det er iøvrigt ligesom de andre *Nyctophus*-Former en kortsnudet storøjet Form med to operkulare Lyspletter og tre supraanale i sædvanlig Skraastilling samt 12 (7 + 5) anale, den sidste af første Gruppe rykket noget højere op, hvorimod den første af samme Gruppe sidder tæt ind til Gatfinnen. De ventrale og thorakale Lyspletters Stilling kan ikke kontrolleres[1]). Et anteorbitalt Lysorgan sees ikke, derimod er der bagved Gatfinnen et langt skinnende Parti. Straaletal: D. 12, A. 13, P. 10, V. 9.

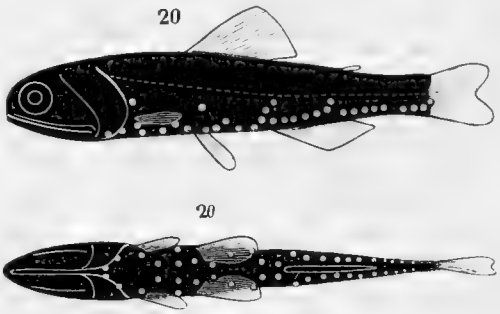


4. Af *S. (N.) Gemellarii* har jeg desværre kun kunnet undersoge et temmelig stort, men i andre Henseender maadeligt Exemplar fra Messina, men jeg tror dog, ved Hjælp af det og Raffaëles Tegning at kunne give et nogenlunde rigtigt Billede af den. Maalene af dette Exemplar ere: Totallængde 87^{mm}; Højden 21^{mm} (knap $^1/_4$ af Totallængden); Hovedets Længde 27^{mm} (indeholdes $3^1/_5$ Gang i Totallængden); Øjets Tværmaal 8^{mm} ($3^3/_8$ Gang i Hovedets Længde); Mundspalten 20^{mm}. Afbildningen giver den en noget mere langstrakt Legemsform end *S. Rafinesquii*, end sige end *S. metopoclampus*, et mindre Øje og en temmelig lang Mundspalte. Der sees ikke noget til et anteorbitalt Lysredskab, kun en lille anteorbital Lysplet. De tre supraanale Lyspletter danne en lidt brudt (hos andre Exemplarer maaske aldeles lige?) Skraalinie; den øverste sidder lidt under Sidelinien. De anale ere 11 (5 + 6), af hvilke den sidste af første Gruppe og den første af anden erç rykkede saa højt op, at de i Forbindelse med den posterolaterale danne en Gruppe: «i 3 punti a triangulo isoscele che stanno sopra l'intervallo» etc. De 4 caudale synes at danne en mere vandret, mindre opstigende Linie end hos *S. Rafinesquii*. Saavidt skjønnes, er der ogsaa her 5 ventrale Par, af hvilke tredje er rykket stærkt ud til Siderne. D. 17, A. 15, P. 12, V. 8. Et stort supracaudalt Lysorgan.

5. *S. (N.) cœruleus* Klunz. er en meget nærstaaende Art af *Nyctophus*-Slægten, men synes at kunne hævde sin Selvstændighed. Original-Exemplaret har velvilligst været mig betroet til Undersøgelse fra Museet i Stuttgart. Det er en kortsnudet Art med meget skraa Forgjællelaagsrand. Den største Højde (16^{mm}) indeholdes $5^1/_5$ Gang i Totallængden (83^{mm}). Hovedets Længde (24^{mm}) $3^1/_2$ Gang, Øjets Tværmaal ($6^1/_2$^{mm}) 3,7 Gang i Hovedets Længde;

[1]) Skitsen er altsaa i dette Punkt kun skematisk.

Mundspaltens Længde er 19^{mm}. Et anseligt anteorbitalt Lysorgan strækker sig i en Fjerdedels-Bue fra over Næseborene langs med Orbita. Der er 3 pektorale Lyspletter (en over og to under Brystfinnerne), fem thorakale — stor Afstand mellem første og andet Par, de af fjerde rykkede stærkt ud til Siderne — 5 ventrale, fordelte paa sædvanlig Maade i denne Gruppe: tredje Par rykket langt ud til Siderne; 3 supraanale, dannende den sædvanlige Skraalinie; 11 (6 + 5) anale, dannende for første Gruppes Vedkommende saa stærk en Krumning, at den posterolaterale kommer til at sidde i dens Fortsættelse og gjerne kunde regnes med til den; og endelig 4 caudale, dannende en svagt opstigende Række, saaledes at den sidste kommer til at ligge under Sideliens Ende-Endepunkt. Der er efter Klunzinger omtrent 33 Skæl i Sidelinien og af Finnestraaler: D. 12—13, A. 19, P. 10, V. 8.



En Sammenligning mellem dette Artens Original-Exemplar og den smukke Afbildning, som i «Report on the deep sea fishes» (Challenger-Expeditionen) (pl. LI fig. 6) er givet af *Scopelus engraulis* Gthr., efterlader ingen Tvivl hos mig om, at det er den samme Art. For denne vil altsaa det Klunzingerske Navn være at beholde. Challenger-Exemplaret (6½″) var fra Filipinerne, 250 Favne. Sammesteds omtales *S. Dumerilii* Blkr. (hvoraf der erholdtes et Expl. (3″) ved Fidji-Øerne paa 315 Favne) som en meget nærstaaende Form, men Lyspletternes Stilling er ikke udredet paa en saadan Maade, at jeg kan have nogen Mening om den. *S. engraulis* noteres desuden af Alcock (Ann. nat. hist. (6) VIII p. 129) fra det indiske Hav paa 188—220 Favnes Dybde.

Oversigt
over *Nyctophus*-Arterne.

*) Af de 4 caudale Lyspletter er den fjerde rykket højere op og adskilt fra de andre ved et Mellemrum; 12 (7 + 5) anale Lyspletter.. Lange Brystfinner. *S. (N.) Warmingii* Ltk.

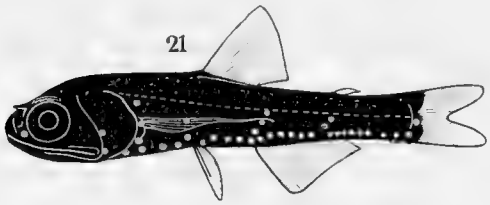
**) De 4 caudale Lyspletter danne en tæt Række. Korte Brystfinner.

Et anteorbitalt Lysorgan.
- *(S. metopoclampus).*
- *S. Rafinesquii*: 10 (6 + 4) anale Lyspletter; Hovedets Længde ikke ⅓ af Totallængden.
- *S. cæruleus*: 11 (6 + 5) anale Lyspletter; Hovedets Længde 3½ Gang i Totallængden.

Intet anteorbitalt Lysorgan (?): *S. Gemellarii*: 11 (5 + 6) anale Lyspletter; Hovedets Længde er ikke ⅓ af Totallængden. Den posterolaterale Lysplet danner en trekantet Gruppe med de tilstødende anale.

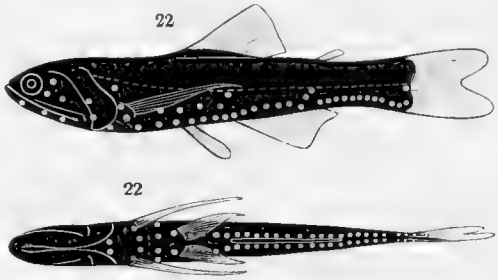
De 3 middelhavske Arter af Underslægten *Lampanyctus* stemme — foruden i de af Dr. Raffaële fremhævede Forhold, ved hvilke jeg maa tage det Forbehold, at Gatfinnestraalernes Antal hos *S. crocodilus* er større end Rygfinnestraalernes og hos *S. maderensis* omtrent lig dette — overens deri, at de ligesom *Nyctophus*-Formerne have 4 caudale Lyspletter; derimod kan de ventrales Antal være 4, 5 eller 6. Alle have de to posterolaterale Lyspletter, men de kunne være stillede paa forskjellig Maade i Forhold til hinanden. De 3 pektorale Lyspletter ere stillede omtrent i samme lodrette Linie, de thorakale og ventrale mere regelmæssigt end hos *Nyctophus*-Formerne. (Der synes imidlertid ogsaa at gives en Art med kun 1 posterolateral Lysplet, hvorom mere S. 45.)

1. *S. maderensis* Lowe (*Bonapartii* C. V.) er kort af Legemsbygning, storhovedet, med en temmelig lang Mundspalte og skraa Forgjællelaagsrand. Særlig karakteristisk for den er det fremadrettede og vandrette Pandehorn, som udspringer, paa hver Side af Hovedet, fra Orbitas øvre Rand (*Ceratoscopelus* Günther). Vort største Exemplar er 60^{mm} langt (uden Halefinnen), Højden 13^{mm} (denne indeholdes altsaa $4^2/_3$ Gang i Totallængden), Hovedets Længde er 20^{mm} ($^1/_3$ af Totallængden), Øjets Tværmaal 6^{mm} (indeholdes $3^1/_3$ Gang i Hovedets Længde) og Mundspaltens Længde 14^{mm}. Denne Art har en lille anteorbital og to operkulare Lyspletter, den ene over den anden; 3 pektorale i en lige, lodret Linie, den ene over, den anden under, den tredje umiddelbart foran den lange Brystfinne, den øverste helt oppe ved Sideliniens Begyndelse; 5 thorakale, dannende, fra første til fjerde Par, to bagtil svagt divergerende Rækker, femte Par rykket betydelig længere ud til Siden; der er større Afstand mellem første og andet Par end mellem de andre; 1 supraventral; 5 ventrale, af hvilke andet og tredje Par ere de, som ere rykkede længst ud til Siden; 3 supraanale dannende en opstigende Skraarække, som begynder over femte ventrale; de to underste sidde nærmere ved hinanden end de to øverste, af hvilke den øverste ligger i Sidelinien. Af anale Lyspletter er der 6 (5) + 6 (7); af de to posterolaterale sidder den øvre ved Sidelinien, den nedre mellem den og den sidste anale af første Række, til hvilken den ogsaa kunde betragtes som hørende; 4 caudale, de tre tæt samlede, den fjerde rykket op i Sidelinien. Bagved Gatfinnen et mere eller mindre udpræget, langt, skinnende Parti. Brystfinnerne maa kaldes lange. D. 13—14, A. 13, V. 8 (Gthr.).



Mærkeligt nok er der ikke et eneste Exemplar af denne Art i vore pelagiske Indsamlinger. Derimod er der — som omtalt ved en anden Lejlighed[1]) — een Gang nedsendt et Exemplar fra Vestmanøerne ved Island.

2. *S. crocodilus* Risso (*Bonapartii* Cocco, Bp.). Et anseligt Exemplar[2]) viser følgende Forhold: Totallængde (uden Halefinne) 200^{mm}, største Højde 36^{mm} (indeholdes altsaa $5^5/_9$ Gange i Totallængden), Hovedets Længde 55^{mm} (indeholdes altsaa $3^7/_{11}$ Gang i Totallængden), Øjets Tværmaal 11^{mm} ($^1/_5$ af Hovedets Længde), Mundspalten lang (41^{mm} eller omtrent $^1/_5$ af Totallængden), Forgjællelaagsranden meget skraa. Brystfinnerne ere lange, deres Spidser naa ud over Gattet til Spidserne af Bugfinnerne. D. 14—15, A. 17—18, P. 14, V. 8. Der findes 2 operkulare Lyspletter, den nedre tæt ved Kjæveleddet, 3 postorbitale (de to over hinanden, den tredje længere bagtil, paa Forgjællelaaget), 3 pektorale, dannende en næsten lodret Linie — to foran og en højt over Brystfinnens Rod —; 5 thorakale Par, af hvilke fjerde er rykket langt ud til Siden, op over tredje, saa at den sidder i Højde med de 2 pektorale, den supraventrale og de 2 supraanale[3]), og der er stor Afstand mellem første og andet; 4 ventrale, 1 supraventral, 3 supraanale, dannende en stumpvinklet Trekant, 4—6—8 + 6—8—9 anale, samt 4 caudale (3 + 1), af hvilke de 3 første (som oftest uden Afbrydelse) fortsætte de anales Række, medens den fjerde er rykket op til Endepunktet af Sidelinien. Af de to posterolaterale er den øvre stillet lige under Sidelinien, skraat over den nedre, ligesom hos foregaaende Art. Der sees hos større Exemplarer en skinnende Lysstribe langs Halerodens øvre og nedre Rand samt en kort umiddelbart foran Hudfinnen.



I vore pelagiske Indsamlinger finder jeg kun et eneste ungt Exemplar af denne Art, taget af Kaptejn V. Hygom paa 33° N. Br. og 40° V. L. Det har — som andre

[1]) Vidensk. Medd. f. d. naturh. For. 1891. S. 208.

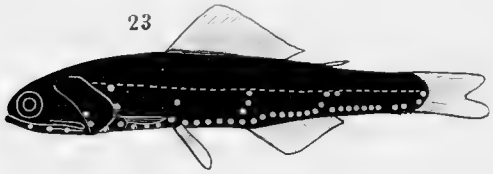
[2]) Et andet Exemplar (tilhørende Stazione Zoologica i Neapel) viser følgende Maal, opførte i samme Rækkefølge: 68^{mm}, 12^{mm}, 19^{mm}, 4^{mm}, 16^{mm}. D. 14, A. 19, P. 12, V. 8. Hos et Par andre senere undersøgte store Exemplarer finder jeg D. 13—14, A. 16—17, P. 12—14, V. 8.

[3]) Man kunde ogsaa opfatte dette saaledes, at den ene pektorale var rykket langt tilbage, og den anden thorakale langt ud til Siden. Efter Analogi med andre Arter tror jeg dog ikke, at denne Opfattelse er den rigtige.

yngre Exemplarer fra Middelhavet — en lang Lysplet bagved Gatfinnen og tillige en kortere ovenpaa Haleroden foran Halefinnen. Hos dette Exemplar er der et tydeligt Mellemrum mellem de anale og de subcaudale Lyspletter, hvilket ellers ikke er sædvanligt.

3. *S. elongatus* Costa (*S. crocodilus* Val., *S. resplendens* Richardson, *S. caudispinosus* Johnson, *S. Krøyeri* Malm). De foreliggende middelhavske Exemplarer have en Længde af c. 80mm; Højden er hos et Exemplar af 84mm's Længde (til Halefinnen) 15mm (indeholdes altsaa omtrent $5^1/_2$ Gang i Totallængden); Hovedets Længde er 22mm (eller rigeligt $^1/_4$ af samme); Øjets Tværmaal 5mm (indeholdes altsaa $4^2/_5$ Gang i Hovedets Længde); Mundspaltens Længde 17mm [1]). Forgjællelaagsranden er meget skraa. Brystfinnerne ere korte. Der er de to sædvanlige operkulare og tre mandibulare Lyspletter; 3 pektorale i samme lige, næsten lodrette Linie (1 under og 1 over Brystfinnerne og en højere oppe); 5 Par thorakale, Afstanden mellem første og andet dobbelt saa stor som mellem de andre, femte Par rykket ud til Siderne, ellers stillede i lige Linie. Der er 1 supraventral, 5 eller 6 [2]) Par ventrale, stillede i lige Linie, 3 supraanale, dannende en noget brudt, opstigende Linie, 8—9 + 6—7 anale (den sidste af første Gruppe kan være rykket noget tilvejrs), to posterolaterale (undtagelsesvis 3), stillede ved Siden af hinanden — den ene efter den anden — under Sidelinien, 4 (2 + 2) caudale, først 2 og efter et lille Mellemrum en tredje og fjerde, hvilken sidste dog har Plads et lille Stykke under Sidelinien [3]). Hos 2 Exemplarer finder jeg, at en Række paa 5—7 Skæl over Sideliniens forreste Del har en mat, lys, rund Plet, ligeledes en langs med Rygfinnen paa hver Side af denne; fremdeles en slig Plet lige under hver Brystfinne og (hos det ene) over og bagved hver Bugfinnes Rod. De ere meget tydelige paa Richardsons Afbildning [4]). Straaletallet (efter Collett): D. 21—24, A. 17—18, P. 12, V. 8.

23



---

[1]) De her opførte Maal ere hos et senere erhvervet større Exemplar: 125mm, 23mm, 34mm, 9mm og 24mm.

[2]) Et Exemplar har 5 paa den ene Side, 6 paa den anden.

[3]) Jeg har rigtignok kun set dem alle 4 paa eet Exemplar, men tvivler ikke om, at det kun skyldes Exemplarernes mangelfulde Tilstand, naar der kun ses 2 eller 3.

[4]) Voyage of H. M. s. Erebus and Terror. Fishes pl. 27 fig. 16—18.

Et Par (slet bevarede) Exemplarer ere ved en anden Lejlighed[1]) omtalte som nedsendte fra Grønland. To ere tagne i Atlanterhavet paa 3° 10′ N. Br., 20° 30′ V. L. og paa 35° S. Br., 19° O. L. Begge have de et — kort eller langt — supracaudalt Lysorgan og et kortere infracaudalt.

De 3 *Lampanyctus*-Arter ville altsaa kunne distingueres — blandt andet — ved følgende Karakterer:

a. Med Pandehorn (*Ceratoscopelus* Gthr.).
   1. *S. maderensis.* Lange Brystfinner; de 3 supraanale Lyspletter danne en opstigende Skraarække; der er 5 ventrale og 2 posterolaterale, den ene skraat over den anden; den fjerde caudale i Enden af Sidelinien.

b. Uden Pandehorn (*Lampanyctus* pr.).
   2. *S. crocodilus.* Lange Brystfinner; de supraanale Lyspletter danne en stumpvinklet Trekant; der er 4 ventrale og 2 posterolaterale, den ene skraat over den anden; den fjerde caudale i Enden af Sidelinien.
   3. *S. elongatus.* Korte Brystfinner; de 3 supraanale Lyspletter i en brudt opstigende Linie; der er 5—6 ventrale og 2 posterolaterale, den ene ved Siden af (efter) den anden; de 4 caudale ere grupperede to og to, den fjerde sidder lidt under Sidelinien.

Hertil synes endnu at komme en fjerde Art, som med samme Habitus som *S. elongatus* og *S. crocodilus* synes at forene den Ejendommelighed kun at have én posterolateral Lysplet; den har 5 thorakale, uden særdeles stor Afstand mellem første og andet Par, de af femte rykkede lidt fra hinanden; 5 ventrale, dannende svagt bugtede Linier, 6 + 6 anale og 3 supraanale, dannende en lige, lidt skraat opstigende Linie. Jeg har ikke kunnet afgjøre, om der har været mere end 2 caudale, og om den øverste pektorale har havt den for denne Gruppe ellers ejendommelige høje Plads. Exemplarets Størrelse er kun 32^{mm}; det er taget paa 13° S. Br. og 103° 20′ O. L. Da denne Form er saa ufuldstændig kjendt, tildeler jeg den intet Navn, men henstiller blot til senere Erkjendelse, om der gives en Art med de her angivne Karakterer, der maatte verificeres paa et større Materiale førend man kan tilfulde bestemme den. Muligvis antyder den en ellers ukjendt Sektion indenfor *Scopelus*-Slægten, men det er ogsaa muligt, at dens tilsyneladende Særstilling kun beror paa ufuldstændig Kundskab.

Anm. Jeg skal tilføje et Par Ord om de *Scopelus*-Arter, som kun ere mig bekjendte af Beskrivelser, og som jeg ikke har havt Anledning til at nævne i det foregaaende:

S. (Neoscopelus) macrolepidotus Johns. (P. Z. S. 1863 p. 44, pl. VII, Cat. Fish. V. p. 414) synes især at udmærke sig ved 2 Ting: ved at Skællenes Bagrand er bedækket med Smaatorne (selve Randen er dog ikke savtakket), og ved at Bugfinnerne (efter Afbildningen) sidde ualmindelig langt fortil. Den hører til de Arter, hvor Ryg- og Gatfinnens Straaletal er omtrent lige stort

[1]) Vidensk. Medd. f. d. naturh. Foren. 1891. S. 208.

og hvor Forgjællelaagets Rand er næsten lige — altsaa nærmest en *Nyctophus*. Det er dog rimeligt, at den med Rette repræsenterer en egen Underslægt. Arten er oprindelig fanget ved Madeira, senere ved Bermudas-Øerne paa 520 og 630 Favne, og i det indiske Hav (188—220 Favne, Alcock Ann. N. H. VIII. 1891 p. 129.)

S. antarcticus Gthr. (Report Challeng. Expedit. p. 196, pl. LI fig. D), fra de antarktiske Have, paa Dybder af 1950—1975 Favne, er en ægte *Scopelus* (s. str.), der kommer nærmest til *S. Rissoi*, da den mangler den posterolaterale Lysplet, men har en sammenhængende Række af 18 anale. Efter Afbildningen har den en Række Lyspletter paa Siderne over de ventrale, som ikke synes at passe ind i det sædvanlige Schema; er Afbildningen maaske ikke aldeles rigtig i dette Punkt?

S. indicus Day (Fishes of India, pl. 118 fig. 2) er en ægte *Scopelus* af dem, der have en posterolateral Lysplet; at der ikke sees nogen dertil svarende Afbrydelse i Rækken af de anale, er maaskee Tegnerens Fejl. Næppe bestemmelig, hvis Original-Exemplaret ikke haves.

S. Hectoris Gthr. (Ann. Nat. Hist. XVII. 1876, p. 399). Der oplyses slet intet om Lyspletternes Fordeling! (Ny-Seland).

S. parvimanus (Gthr.) Hutton (Trans. Pr. N. Zeal. Inst. V. p. 269, pl. 15) synes nærmest at være en *Nyctophus*, da den har 4 caudale Lyspletter og en skraa Forgjællelaagsrand. De anale Lyspletters Antal er 8 + 6. Formodentlig forskjellig fra de af mig behandlede Former.

S. macrochir Günther (Cat. Fish. V p. 708). Al Oplysning om Lyspletterne Fordeling mangler.

S. Veranyi Moreau (Hist. nat. d. Poissons de la France, Supplément, p. 92). Jeg maa indskrænke mig til at henvise til Beskrivelsen.

S. Heideri Steind. (Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss. LXXXIII, 1881, S. 401) (Messina) synes i andre Henseender at være en ægte *Scopelus*, men har — omtrent som *Neoscopelus* — Skællenes Flade tæt besat med fine Smaatænder. Angivelserne om Lyspletterne ere ikke tilstrækkelig detaljerede. Synes ikke at være Middelhavets andre Ichthyographer bekjendt.

S. pyrsobolus Alcock (Ann. Nat. Hist. VI. 1890 p. 218, pl. VIII, fig. 3) er endnu kun ufuldstændig kjendt.

S. pterotus id. ib. p. 217. Oplysninger om Lyspletternes Fordeling gives, men de ere ikke aldeles tydelige, og saavidt skjønnes, heller ikke udtømmende.

S. crenularis (Jord. & Gilb.) (Proc. Unit. St. National Museum. III. p. 274), funden i Maven af en *Orcynus germo* ved Californien. „Free edges of all the scales crenulate, some of them, especially on the back, with the crenulations acute, but without spines, the scales not being really ctenoid or spinous". Skulde have 6 Par Lyspletter foran Bugfinnerne(?), 6 mellem dem og Gatfinnen og 21 fra dennes Begyndelse til Halefinnen. Synes ikke at falde sammen med nogen af mine Arter.

S. nannochir (Gilb.). (Ibid. XIII. p. 51) „closely resembling *M. engraulis* in appearence", „yderst almindelig langs med de forenede Staters Stillehavskyst". 4(?) Par Lyspletter foran Bugfinnerne, 7(?) mellem dem og Gatfinnen, 6—7 + 7 + 4 anale og caudale.

S. mexicanus (Gilb.) (ibid.), ogsaa fra Nord-Amerikas Stillehavskyst, ligesom

S. protoculus (Gilb.) (ibid.). Mangelen af en bestemt Terminologi for Lyspletterne eller af et bestemt Schema for deres Optælling gjør det ikke muligt at sige noget nærmere om dem, førend der foreligger naturtro Afbildninger af dem.

S. Langenhansi og *S. Schmitzi* J. Yate Johnson, fra Madeira (Proc. Zool. Soc. 1890, p. 454). Hvor stor Sandsynligheden end paa Forhaand kunde være for, at *Scopelus*-Arter, trufne ved Madeira, kunde falde sammen med Arter, som ere behandlede af mig i det foreliggende Arbejde, maa jeg dog opgive at identificere dem, da den Besked, som gives om Lyspletternes Fordeling, er altfor ufyldestgjørende, og Afbildninger ikke meddeles. Ja, jeg vil endog betvivle, ikke at det er Scopeliner, men at det er *Scopelus*-Arter. „*S. pusillus*" id. ib. sort „uden Spor af Lyspletter paa Hoved og Krop", uden Hudfinne o. s. v. er aabenbart ikke nogen virkelig *Scopelus*, og det samme gjælder maaske ogsaa om de 2 andre Arter. En *Scopelus*, hvis Rygfinne begynder over Brystfinnernes Basis, er mig i det mindste noget helt nyt. Skulde dette lille Arbejde ikke være affattet uden tilstrækkelig Adgang til literære Hjælpemidler?

Af de 2 følgende Arter kjender jeg kun Navnene:

S. californiensis og *S. Townsendi* Eigenm. (Westamer. Scient. VI. p. 124).

Slægten *Maurolicus*

synes at dele sig i 3 Sektioner eller — om man vil — Subgenera.

1. Som Type for den første vil man kunne tage *M. Pennantii* Walb., om hvis formentlige Identitet med *M. amethystino-punctatus* Cocco jeg har udtalt mig andetsteds[1]). Former af denne Type ere ikke forekomne i vore pelagiske Indsamlinger. Imidlertid har jeg Anledning til her at omtale et Par Former af denne Gruppe, der ere blevne beskrevne af andre Ichthyologer.

Original-Exemplarerne — 2 i Tallet — til den af Dr. Klunzinger[2]) beskrevne *M. mucronatus* fra det røde Hav findes i Museet i Berlin, hvorfra de velvilligst ere blevne mig udlaante til Undersøgelse. Det er en lille, kun 30^{mm} lang Form (foruden Halefinnen), hvis største Legemshøjde (10^{mm}) netop er en Tredjedel af Totallængden, medens Hovedets Længde er en Ubetydelighed mindre (9^{mm}).

Til Sammenligning de tilsvarende Maal af nogle Exemplarer af *M. Pennantii* (og *M. amethystino-punctatus*).

	Total-længde.	Største Højde.	Hovedets Længde.
M. mucronatus	30^{mm}	10 ^{mm}	9^{mm}
M. Pennantii	70 -	13 -	17 -
M. Pennantii	45 -	11 -	13 -
M. amethystino-punctatus	45 -	10½ -	14 -
M. amethystino-punctatus	39 -	8 -	12 -

[1]) Videnskabelige Meddelelser f. d. naturhist. Forening. 1891. S. 210.

[2]) Synopsis d. Fische d. Rothen Meeres. S. B. d. zool. botan. Gesellsch. Wien, Bd. XXI, p. 593.

Paa Bugen foran Bugfinnerne er der *12* Par Lyspletter, der — ligesom de *9* i den øvre Række, mellem Bryst- og Bugfinnerne, paa Kroppens Sider — ikke støde umiddelbart op til hinanden, saaledes som de, der sidde mellem Bugfinnerne og Gatfinnen (6, dannende en Bue paa hver Side) og de, som ledsage Gatfinnen og række helt hen til Halefinnen, hvilke ere 1 + 14—15 + 8—9, d. v. s. der er først én, som er rykket lidt højere op end de andre, saa 14—15 i en tæt Række og endelig efter en lille Afbrydelse 8—9, der ere stillede meget tæt sammen. Langs Skulderbuen foran Brystfinnerne og ud paa Gjælle-Isthmen er der 6 (?) eller 7, paa Gjællehinden 7. Dertil kommer endnu 1 paa Hagen, 1 foran Øjet og 2 bagved dette, paa Gjællelaaget og Forgjællelaaget. Det vil heraf sees, at *M. mucronatus* i H. t. Lyspletternes Antal og Fordeling slutter sig meget nøje til *M. Pennantii (amethystino-punctatus)*, som den ogsaa viser sig overhovedet at ligne overmaade meget, naar man sammenligner den med ligestore Exemplarer af denne Art, hos hvilke Legemsformen er mere kort og sammentrængt end hos de noget ældre — om end ikke ganske i den Grad som hos *M. mucronatus*. Ud over hvad her er meddelt har jeg ikke kunnet drive Undersøgelsen, da Original-Exemplarernes Tilstand ikke var den bedste, og den største Skaansomhed selvfølgelig var Pligt. Det Indtryk, som jeg har faaet, er imidlertid det, at det er tvivlsomt, om *M. mucronatus* er artsforskjellig fra den i Middelhavet og de nordiske Have optrædende *M. Pennantii*. Om den af Hector (Trans. N. Z. Institute, VII p. 250) beskrevne *M. australis* fra Ny-Seland har Günther (Remarks on New Zealand Fishes) allerede udtalt, at han, efter at have seet et Original-Exemplar, antager den for at være identisk med *M. amethystino-punctatus*, som saaledes faar en kosmopolitisk Udbredning.

Prof. Léon Vaillant har beskrevet og afbildet[1]) en lille, 44^{mm} lang *Maurolicus*-Art — *M. parvipinnis* V. — fra Orange Bay paa Ny-Seland. Den angives udtrykkelig at høre til samme Gruppe som *M. amethystino-punctatus* og at udmærke sig ved et ringe Straaletal (D. 6, A. 7) og en forholdsvis lang Hudfinne. Naar der siges, «pas d'écailles réelles bien que le tégument porte un dessin hexagonal bien visible», betyder dette jo, at Exemplarerne have mistet Skællene. Lysorganernes Fordeling specificeres ikke i Beskrivelsen, og Afbildningen er ikke i denne Henseende ganske udtømmende, men Prof. Vaillant har havt den Godhed at meddele mig nærmere Oplysninger derom. Der er 7 Lysorganer paa Gjællehuden, 6 Par foran Brystfinnerne, 9 mellem disse og Bugfinnerne i den øvre Række, 11—12[2]) i den nedre, 4—6 foran Gatfinnen (ɔ: 4 paa den ene Side og 6 paa den anden), 24 (16 + 8) langs med og bagved denne til Halefinnen. Det

[1]) Mission scientifique au Cap Horn 1882—83. T. VI. Zoologie. Poissons p. 17, pl. II, fig. 3.

[2]) Der er først en uparret, som dog mere sidder til venstre end til højre, og derefter 11 paa hver Side. Den paa Tegningen paa Gjællelaaget antydede Lysplet existerer ikke!

vil heraf sees, at Lyspletternes Antal og Fordeling afviger meget lidt fra, hvad man finder hos *M. Pennantii (amethystino-punctatus)*, og at Arts-Diagnosen derfor maa grundes paa andre Forhold.

2. Den af afdøde Prof. Esmark[1]) kortelig karakteriserede *Maurolicus tripunctulatus* hører forsaavidt til samme Underafdeling af Slægten som den foregaaende, som heller ikke her den øvre Række af Lysorganer fortsætter sig ud over Bugfinnerne, men den udmærker sig saa meget ved den ejendommelige Maade, hvorpaa Lysorganerne ere grupperede langs med Halens nedre Rand, at den mest passende kan danne en Sektion for sig.

Original-Exemplaret er fanget i Nærheden af Madagaskar, altsaa i det indiske Hav, af Skibsfører Hagbarth Dahl, men foruden dette har Prof. Collett havt den Godhed at laane mig til Undersøgelse et noget mindre (25^{mm}) og noget mindre vel vedligeholdt Exemplar, som er taget af en norsk Hvalfanger i Danmarksstrædet paa 66° N. Br. 28° V. L. — et Farvand altsaa, fra hvilket vi ikke — saa lidt som fra andre mellemliggende Stationer — besad nogen Kundskab om en slig Forms Forekomst. Om Original-Exemplaret angiver Esmark, at Legemets Længde (uden Halefinnen) er 30^{mm}, Hovedets Længde og Legemets største Højde 8^{mm}, medens Højden over Roden af Bugfinnerne kun er 6^{mm} og ved Halefinnens Rod $2^1/_2{}^{mm}$, saa at altsaa Legemets Højde og Hovedets Længde indeholdes $3^3/_4$ Gange i Totallængden (uden Halefinnen), og at det meget sammentrykte Legemes største Højde falder over Baghovedet, hvorefter Højden aftager stærkt fra Bugfinnerne til Gattet, og Bagkroppens (Halens) Højde atter aftager efterhaanden henimod Halefinnens Rod. Rygfinnens Rod (Begyndelse) falder lodret over Gatfinnens forreste Straaler, lige langt fra Snudespidsen og fra Halefinnens Rod. Straaletallene angives saaledes: D. 9—10, A. 24 (?), P. 10 (?). Dernæst omtales Lyspletternes gruppevise Fordeling langs Halens nedre Rand og Pigmentpletternes langs Sidelinien o. s. v., men ikke de andre Lyspletters Fordeling. Dette Hul i Artens Karakteristik skal jeg nu i det væsentlige udfylde. Original-Exemplaret er afbildet paa min Tab. I fig. 6.

Af Lysorganer er der 1) foran Brystfinnerne henad Skulderbuen *4* Par; 2) bagved Brystfinnerne i den øvre Række *5* (2 + 3); 3) under og bagved Brystfinnerne i den nedre Række til Bugfinnerne, *16* Par; 4) fra Bugfinnerne til Gatfinnen 5 Par. 5) Langs med Halens Underkant er der — som Esmark oplyser — med Mellemrum 5 sorte Pletter, af hvilke de 3 første indeholde hver 3 hvide Pletter, den fjerde 2 og den femte 4 Par. Endvidere sees 1 Lysorgan paa Forgjællelaaget; hvor mange der har været paa Gjællelaaget, kan jeg ikke angive med Bestemthed, mindst 2, maaske 3; paa Gjællehuden 5, synes det. Huden paa en Del af Hovedet og Bughulen er ligesom underlagt med sort, hvorimod Snuden og Ryggen

[1]) Christiania Videnskabs Selskabs Forhandlinger 1870 S. 488.

ere farveløse, med Undtagelse af en Række af 16 sorte Pigmentpletter — paa Halen med indskudte punktdannede Smaapletter skiftende med de større — der indtager Sideliniens Plads og paa selve Ryggen bøjer sig op over, nærmere mod Ryglinien. Til Skæl sees intet. Pigmentpletternes Form synes at vise, at Exemplarerne endnu ere meget unge.

Hos de 3 eller 4 Arter af de to første Sektioner af *Maurolicus*-Sægten vil altsaa Lysorganernes Fordeling være følgende:

	M. Pennantii (amethyst.-punct.)	*M. mucronatus.*	*M. parvipinnis.*	*M. tripunctulatus.*
a. Paa Hagen, foran Øjet, paa Gjælle-huden og Gjællelaagene	1 + 1 (?) + 7 + 2	1 + 1 + 7 + 2	? + ? + 7	?
b. Paa Gjælle-Isthmen, foran Brystfinnerne, i den øvre Række . . .	6—7	6—7	6	4
c. I den øvre Række, mellem Brust- og Bugfinnerne	9	9	9	5
d. I den nedre Række, fra Gjælle-Isthmen til Bugfinnerne	12	12	11—12	16
e. I Fortsættelse deraf mellem Bugfinnerne og Gatfinnen	6	6	4—6	5
f. Langs med Gatfinnen og bagved denne til Halefinnen	24—27 (1 + 15—17 + 8—9)	24—25 (1 + 14—15 + 9)	24 (16 + 8)	15 (3 + 3 + 3 + 2 + 4)

3. Den tredje Underafdeling af *Maurolicus*-Slægten karakteriseres derved, at de dobbelte Rækker af Lyspunkter ikke alene naa til Bugfinnerne, men til Begyndelsen af Gatfinnen, samt ved at have en noget kortere Gatfinne (med et mindre Straaletal) end i al Fald *M. Pennantii* har det. Dertil høre de to i Middelhavet forekommende og af Ichthyologerne ved dets Bredder distinguerede Former: *M. Poweriæ* Cocco og *M. attenuatus* C. Jeg finder hos disse Former 12—14 Par Lyspletter mellem Halefinnen og Begyndelsen af Gatfinnen, foran dette Punkt til Spidsen af Underkjæven 22—24 i den øvre og 31—34 i den nedre Række paa hver Side, og kan i dette Punkt ikke finde nogen væsentlig Forskjel mellem de to «Arter», hvis Artsmærker, som de hidtil ere givne, ogsaa tildels synes mig noget svage eller aabenbart urigtige («V. 3» hos *M. Poweriæ*). Jeg har derfor været tilbøjelig til at anse dem for identiske.

Spørgsmaalet har den aktuelle Interesse, at vore pelagiske Indsamlinger nogle Gange have bragt os *Maurolicus*-Former af denne Gruppe, hvorved der bliver fornyet Opfordring til at bestemme Forholdet mellem de to formentlige Arter. Den Fordeling af Lysorganerne, som jeg har fundet hos de 3 Grupper af Individer: (A) de pelagiske formentlige *M. attenuatus* fra Atlanterhavet, (B) de middelhavske Exemplarer, der enten ere meddelte mig som *M. attenuatus* eller i al Fald maa henføres til denne Type, og (C) de, der ere sendte

mig sammestedsfra som *M. Poweriæ*, er følgende — idet jeg dog forbigaar to Lysorganer paa Kinderne (ved Øjehulens For- og Bagrand), et højere oppe paa Gjællelaaget, et Par under Spidsen af Underkjæven og en Række af 10—12 paa Gjællehuden og Gjællelaaget.

	A. (*M. attenuatus.*)	B. (*M. attenuatus.*)	C. (*M. Poweriæ.*)
Den øvre Række fra Gjællespalten til Bugfinnerne . .	12—13 } 23 24	13 } 22—21	12—13 } 23
og derefter fra Bugfinnerne til Gatfinnen	10—12 }	8—9 }	11—10 }
Fra Gatfinnen til Halefinnen	12—14	12—14	11—13
I den underste Række fra Spidsen af Gjælle-Isthmen til Gjællespalten	7 } 32—34	7 } 30—31	7 } 32
Fra Gjællespalten til Bugfinnerne	16 }	15—16 }	15—16 }
Fra Bugfinnerne til Gatfinnen	9—11 }	(7—9) 8 }	9—10 }

Det vil sees, at Variationen er størst i de to Linier mellem Bugfinnerne og Gatfinnen, men det syntes mig dog ikke muligt at opretholde en Artsforskjel paa dette Grundlag.

Paa det største af de pelagiske Exemplarer, som jeg henfører til *M. attenuatus*, har jeg taget følgende Maal[1]):

Længden til Halefinnen	48mm.	
Legemets største Højde	8 -	eller $^1/_6$ af Totallængden.
Hovedets Længde	12 -	eller $^1/_4$ af samme.
Afstanden fra Snudespidsen til Bugfinnerne .	25 -	eller ubetydeligt over den halve Totallængde.
— - — - Rygfinnen . .	30 -	eller $^5/_8$ af samme.
— - — - Gatfinnen . .	34 -	eller lidt over $^2/_3$ af samme.

[1]) Jeg tilføjer nogle Maal til Sammenligning med de ovenfor givne:

	Længden til Halefinnen.	Legemets Højde.	Højdens Forhold til Totallængden.	Hovedets Længde.	Forholdet mellem Hovedets Længde og Totallængden.	Afstanden fra Snudespidsen til Bugfinnerne.	Afstanden fra Snudespidsen til Rygfinnen.	Afstanden fra Snudespidsen til Gatfinnen.
M. attenuatus (Atlanterhavet) .	48mm	8mm	$^1/_6$	12 mm	$^1/_4$	25 mm	30mm	34mm
M. attenuatus (Atlanterhavet) .	41 -	7 -	c. $^1/_6$	11 -	1 : 3,7	21 -	24 -	28 -
M. attenuatus (Middelhavet) . .	36 -	8 -	1 : $4^1/_2$	13 -	1 : $2^4/_5$	20 -	21 -	24 -
M. Poweriæ (Middelhavet) . . .	29 -	6 -	1 : $4^5/_6$	$8^1/_2$ -	1 : $3^2/_5$	$16^1/_2$ -	18 -	22 -

I Rygfinnen taltes 12 Straaler, i Brystfinnen c. 10, i Bugfinnerne c. 8, i Gatfinnen 14 og i Halefinnen 6 + 20 + 6. Overkjævebenets Tænder ere tildels afvexlende større og mindre. Da en formentlig Mangel paa Skæl er bleven optagen i Slægtskarakteren for *Maurolicus*, maa det bemærkes, at den kun skyldes den Omstændighed, at de store, tynde og cycloide Skæl let falde af.

De Lokaliteter, hvorfra de foreliggende Exemplarer haves, ere: det indiske Hav (Galathea-Expeditionen, Reinhardt); Sargasso-Havet (H. Krøyer); mellem 29° og 31° N. Br., 33—34° V. L.; 9° N. Br., 22° V. L.; 5° S. Br., 28° V. L., i Atlanterhavet (V. Hygom). *M. attenuatus* forekommer altsaa baade i Middelhavet, Atlanterhavet og det indiske Hav.

Anm. Da jeg imidlertid saa, at de italienske Faunister stadig skjelnede mellem en *M. Poweriæ* og en *M. attenuatus*, søgte jeg nærmere Oplysning om, hvorpaa man støttede denne Distinktion, hos Dr. Christoforo Bellotti i Milano. Han havde den Godhed at meddele mig følgende Diagnoser:

Maurolicus poweriæ Cocco. D. 11, A. 12.	*Maurolicus attenuatus* Cocco. D. 12, A. 14.
Hauteur du corps comprise moins de 6. fois, longueur de la tête moins de 4. fois dans la longueur totale.	Hauteur du corps comprise pas moins de 6. fois, longueur de la tête pas moins de 4. fois dans la longueur totale.
La distance entre l'anus et la pointe du museau est d'à-peu-près la moitié plus grande que celle entre l'anus et l'extrémité de la caudale.	La distance entre l'anus et la pointe du museau est d'un quart à un sixieme plus grande que celle entre l'anus et l'extrémité de la caudale.
La couche argentine du corps se termine prés de la fin de l'anale.	La couche argentine du corps se termine près de l'origine de l'anale.
Les points lumineux entre la base des ventrales et l'origine de l'anale au nombre de *9—10* de chaque coté.	Les points lumineux entre la base des ventrales et l'origine de l'anale au nombre de *7—8* de chaque coté.
Les points lumineux entre l'origine de l'anale et la base de la caudale rapprochés entre eux comme les précédents.	Les points lumineux entre l'origine de l'anale et la base de la caudale plus eloignés entre eux que les précédents.
Le foie se trouve à l'hypocondre gauche.	Le foie se trouve à l'hypocondre droit.

Jeg vil dog hertil bemærke, at den Distinktion aabenbart ikke holder stik, at *M. attenuatus* kun skulde have 7—8 Lyspletter (i den nedre Linie) mellem Bugfinnerne og Gatfinnen, *M. Poweriæ* 9—10. Jeg har fundet 9 hos en middelhavsk *M. attenuatus*, og finder 9—11 hos de pelagiske Exemplarer fra Atlanterhavet. Spørgsmaalet om Forholdet mellem *M. Poweriæ* og *attenuatus* henstiller jeg til de ved Middelhavet bosatte Zoologers Afgjørelse.

Astronesthes-Slægten (*A. niger, Richardsonii, Martensii*).

Astronesthes niger Rich. (Tab. III fig. 3—5) er flere Gange indsamlet i forholdsvis gode Exemplarer og giver derved Anledning til at meddele en mere detaljeret Afbildning af den end man hidtil har haft, og til at drøfte det Spørgsmaal, om der af denne Slægt kjendes saa mange Arter, som der er opstillet. Der er beskrevet mindst 4. 1) Slægtens Type, første Gang beskrevet og afbildet (1845) i «Voyage of H. M. S. Sulphur» p. 97, pl. 50, fig. 1—3 under det anførte Navn; dernæst (1846) af Valenciennes («Hist. natur. d. Poissons», t. XVIII, p. 378) under Navn af *Stomias Fieldii* efter en Tegning, som var sendt ham under Navnet «*Esox cirrhatus*» af Mitchill efter en af Kapt. Field paa en Rejse over Atlanterhavet fanget 20''' lang Fisk; og atter (1849) i samme Værk, t. XXII, p. 389, efter Exemplarer hjemførte af Dussumier fra Atlanterhavet omkring Azorerne og St. Helena, som *Chauliodus Fieldii*; Lowe har endelig (1850, «Proc. Zool. Soc.», p. 251) omtalt den som *Phænodon ringens*. *A. niger* er fremdeles afbildet (i Træsnit) i Günthers «Introduction to the study of fishes» p. 629 og i en Skitse til Oplysning om Lysredskabernes Fordeling i «Report on the Deep Sea Fishes» (Challenger-Expedition) pl. LXIX, fig. 1. 2) Den af Poey opstillede *A. Richardsonii* [1]) skal have 12 Rygfinnestraaler i Stedet for 14—16, og 3) den af Kner opstillede *A. barbatus* [2]) skal især udmærke sig ved, at Hagetraaden er saa lang som Fiskens halve Længde; Günther [3]) identificerer den med *Stomias leucopterus* Eud. Soul. (Voy. de la Bonite, Zool. I p. 193, pl. VII fig. 4). Var der ikke andet, som kunde karakterisere *A. Richardsonii* end, at den har 12 Rygfinnestraaler i Stedet for 14—16, vilde denne vistnok være en tvivlsom Art, da en Forskjel af 2 Rygfinnestraaler næppe her kan begrunde en Artsforskjellighed. Jeg skal imidlertid i det følgende komme tilbage til denne Form ligesom til den af Klunzinger beskrevne 4) *A. Martensii* [4]). Endelig nævnes der en *A. chrysophekadion* Bleeker, om hvilken dog intet er mig bekjendt.

De Forskjelligheder fra Richardsons *A. niger*, som Kner fremhæver hos sin *A. barbatus*, ere 1) «Dentes duo canini maxillæ inferioris maximi» — hvilket, som Günther (Cat. V p. 425) alt har bemærket, kun kan bero paa en Misforstaaelse, da dette Forhold i Virkeligheden ikke er et Udtryk for en Forskjellighed fra *A. niger*; og 2) «Menti filum dimidiam corporis longitudine adæquans» — en Forskjel, hvis Betydning er usikker, da Hagetraaden efter al Rimelighed er sammentrækkelig og udstrækkelig. Dog maa jeg indrømme, at jeg ikke har seet nogen *A. niger* med en Hagetraad, hvis Længde nærmer sig til Forholdet hos «*A. barbatus*». Af andre Forskjelligheder fremhæver Kner fremdeles en anden Form af Hovedet samt, at Øjet er mindre og sidder nærmere ved Snuderanden

[1]) Memorias sobre la historia natural de la isla de Cuba, I p. 176, pl. X fig. 2.
[2]) Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien (1860) t. XXXIX p. 543, t. fig. 5.
[3]) Report on the Deep Sea Fishes, p. 204.
[4]) Synopsis d. Fische d. Rothen Meeres 1871 (Verh. d. z. bot. Ges. Wien), p. 594.

hos *A. niger*. Efter den Række af Exemplarer af *Astronesthes*, som vort Museum besidder og som jeg alle — med Undtagelse af det ene nedenfor under *A. Martensii* omtalte Exemplar — maa betragte som tilhørende samme Art, kan jeg ikke lægge nogen Vægt paa disse Smaaforskjelligheder, og betragter derfor *A. barbatus* Kn. som Synonym til *A. niger* R., saa meget mere som Kners Exemplar ogsaa var fra Atlanterhavet (i Nærheden af Brasiliens Kyst). Der er imidlertid ogsaa blandt Museets Exemplarer nogle fra det Stille Hav (Syd-Amerikas Vestkyst), og jeg har derfor ikke nogen Betænkelighed ved ogsaa hertil at henføre Eudoux's og Souleyets «*Stomias leucopterus*», som er fanget i det indiske Hav. Straaletallene angives af de forskjellige Forfattere vistnok ikke altid med al ønskelig Nøjagtighed. Jeg har fundet D. 14—16, A. 14—15, P. 8, V. 8. Jeg meddeler Maalene af 2 Exemplarer og føjer dertil nogle Maal af de nedenfor omtalte Exemplarer af andre Arter.

	A. niger.	*A. Richardsonii.*	*A. Martensii.*	*A. Martensii* (jun.).
Totallængde (uden Halefinnen) . .	50mm 60mm [1])	95mm	105 mm	27 mm
Højden	9 - 11 -	14 -	16 -	3½ -
Hovedets Længde	12 - 14 -	22 -	22 -	6 -
Øjets Tværmaal	2 - 3 -	3 -	5½ -	
Mundspaltens Længde	10 - 11 -	17 -	16 -	
Hagetraaden	11 - 10 -	35 -		
Fra Snudespidsen til Rygfinnen .	24 - 30 -	47 -		
Fra samme til Bugfinnerne	22 - 25 -	42 -		

At Hagetraaden kan være længere hos *A. niger*, viser f. Ex. et 49mm langt Exemplar, hvor den har en Længde af 17mm. Af større Lyspletter har jeg fundet 42 i den øvre Række fra Gjællespalten til Halefinnen, i den nedre 9 Par paa Gjælle-Isthmen, 12 mellem Bryst- og Bugfinnerne og 18 Par fra disse til Begyndelsen af Halefinnen. Af Forhold, der iøvrigt ere karakteristiske for denne Art, kan man fremhæve, at Højden over Nakken kun indeholdes c. 5½ Gang i Totallængden, at Hovedets Længde er knap en Fjerdedel af denne (bortseet fra Halefinnen), og at Rygfinnen begynder lige bagved Bugfinnerne og ender lige over den første Gatfinnestraale, saa at den fuldstændig udfylder Mellemrummet mellem disse Finner.

De Lokaliteter, hvorfra vi have modtaget *A. niger*, ere, foruden de ovenfor omtalte Exemplarer fra Syd-Amerikas Vestkyst:

	36° N. Br., 64° 20′ V. L.	25° 5′ N. Br.,	32° V. L.	6° N. Br.,	24° V. L.
	34° 20′ — 18° 30′ —	23° 2¾′ —	31° 48′ —	4° —	29° —
Mellem	29° N. Br., 34° V. L. og 28° N. Br., 36° V. L.	10° 22′ —	21° 16′ —	19° 30′ S. Br.,	2° 30′ —
	26° N. Br., 28° V. L.	10° —	25° —	4° 40′ —	30° 2′ —

[1]) Det af Lowe beskrevne Exemplar havde den ualmindelige Størrelse af 7″. British Museums Exemplarer naa en Længde af 4″, intet af vore af mere end 60mm.

Det fortjener at erindres, at det var hos denne Art at Reinhardt anstillede sine Iagttagelser over dens Lysning, hvorom han den 18. Febr. 1853 meddelte en Notis («Videnskab. Meddelelser fra den naturhistoriske Forening», 1853 S. 59). Da denne hidtil er bleven mere overseet end benyttet af dem, der have studeret Fiskenes Lysredskaber, vil jeg her gjengive dens Hovedindhold. Han havde gjentagne Gange fanget den paa Overrejsen til Brasilien i Sommeren 1850, men kun fundet den i Slæbenettet efter Solens Nedgang, da Havets Overflade begynder at befolkes med store Sværme af Vingesnegle, Atlanter, Krebsdyr o. s. v., blandt hvilke den lille Fisk rimeligvis søger sin Næring, og med hvilke den om Dagen søger ned i en større Dybde. To Gange lykkedes det at fange Fisken, og han saa da, at der udstraalede et meget levende grønligt Lys fra den, der kom og svandt og kom igjen, men alt i Øjeblikke, og aldeles ophørte, naar Fisken døde. Da intet af de to Exemplarer levede uden ganske faa Øjeblikke efter at være tagne ud af Nettet, og da Lyset ikke vilde vise sig tydeligt uden i Mørke, var det først ved at betragte det andet Exemplar, som R. fik flere Dage efter det første, at han kom til Vished om, at Lyset udstraalede fra en Plet paa Panden, lidt foran Øjnene og derfra ligesom blussede op langs Ryggen lige hen til den første Rygfinne; den øvrige Del af Fiskens Legeme forblev ganske mørk. Reinhardt tilføjer, at ved paa Spiritus-Exemplarer at undersøge den hvidlige Plet, hvorfra Lyset udbreder sig, finder man, at der her under eller maaskee rettere i Huden ligger et Bindevæv, der bestaar af temmelig store Masker, som udfyldes af en tilsyneladende fedtagtig Masse, som uden Tvivl er Udgangspunktet for «det phosphoriske Lys», skjønt han rigtignok ikke har kunnet forfølge det, i det mindste ikke som samlet Masse, ud over Øjnene, altsaa ikke saa langt bagtil som «det phosphoriske Lys» synes at naa.

Det Organ, som Reinhardt har seet lyse, er altsaa det, som Lendenfeld i sin ypperlige Afhandling om Dybhavsfiskenes Lysredskaber, der er knyttet til Günthers «Report», benævner «Pandens Lysplet» eller «frontal phosphorescent organ», og som er mærket med «d» paa Fig. 1, Tab. LXIX og «a» i Fig. 11. Derimod har R. hverken seet de to «infraorbitale» Lysorganer paa hver Side over Overkjævens Rand (e og e′ fig. 1, b og c fig. 11) eller det «laterale Organ» lidt bagved Gjællespalten (c fig. 1) afgive Lys lige saa lidt som de talrige større og mindre Lysredskaber («compound» og «simple» «luminous organs»), som ere spredte over Hoved, Krop og Hale for øvrigt, især over Bughuden. Hvorvidt dette muligvis kan forklares af, at Lyset holder sig længere i Frontalorganet end i de andre, skal jeg lade være usagt. Iøvrigt skal jeg henvise til den citerede Tavle i «Report on Deep Sea Fishes» og til Dr. Lendenfelds Skildring af alle disse Organers fine Bygning.

Til *Astronesthes Richardsonii* Poey henfører jeg et anseligt Exemplar i Kristiania-Museet (Tab. III fig. 1—2). Det er taget i «det stille Hav», men en bestemtere Lokalitet er

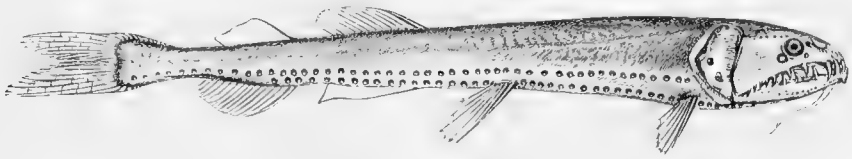
ikke opgivet. Legemsformen er mere langstrakt end hos *A. niger*; Højden indeholdes over 6, næsten 7 Gange i Totallængden, Hovedets Længde $4^1/_3$ Gang. Rygfinnen begynder ogsaa her umiddelbart bagved Bugfinnerne, men ender langt foran Gatfinnen. Baade Bug- og Brystfinnerne ere forholdsvis lange ligesom hos *A. niger*. Den lange, mod Enden fladere og bredere Hagetraad naar næsten til Spidsen af Brystfinnerne. (Paa Poeys Afbildning er den kort, maaske afbrudt?) D. 13, A. 15, P. 8, V. 7 (Poey har D. 12, A. 13, P. 6, V. 7). Finnerne ere som sædvanlig hvide, men ellers er Farven sort; dog er der ligesom hos *A. niger* foruden de egentlige typiske Lyspletter spredt en Mængde smaa hvide Prikker over Huden, især paa Bugsiden; paa den noget lysere Underkjæve vise de sig som sorte. Jeg tæller 6 Par Lyspletter paa Gjælle-Isthmen, 15 derfra til Bugfinnerne, c. 20 til Gatfinnen og 10—11 langs med denne til Halefinnen, hvilke sidste dog nærmest ere at betragte som tilhørende den øvre Række, som bagved Gattet bøjer sig ned mod Gatfinnen; foruden dem tælles i den øvre Række c. 32. I Overkjæven findes paa hver Side først to mindre Tænder, stillede tæt sammen, derefter to svære Hugtænder, ligeledes tæt sammenstillede og uligestore — hvilket ogsaa gjælder om første Par, saaledes at af de to er den bageste den længste — derefter 4—5 mindre, spredte Tænder og endelig en tæt, ensartet Række af lave Smaatænder; i Underkjæven først et Par mindre Tænder, saa et Par svære Hugtænder, der gribe ind foran Overkjævens, derefter nogle mindre, spredte Tænder. Ogsaa paa Tungepartiet sees enkelte Tænder.

At Artens Original-Exemplar var fra Havet ved Cuba, berettiger sikkert ikke til at betvivle Identiteten.

Astronesthes Martensii Klz. (Tab. III fig. 6—7) har, som det vil sees af efterfølgende Beskrivelse, en ikke mindre langstrakt Legemsform, men vil særlig være kjendelig derpaa, at Rygfinnen er forholdsvis kort og begynder et Stykke bagved Bugfinnernes Fæste, medens den ophører langt foran Gatfinnens Begyndelse. Bug- og Brystfinner ere forholdsvis korte. Der er derfor ingen Tvivl om, at det er en selvstændig Art, forskjelig baade fra *A. niger* og fra *A. elongatus*.

De to Original-Exemplarer til denne af Dr. Klunzinger beskrevne Form fra det Røde Hav have velvilligst været mig udlaante fra Museet i Stuttgart ved Hr. Professor Dr. Kurt Lampert, til Sammenligning med den nedenfor omtalte og beskrevne Unge fra Atlanterhavet. De ere lige store; jeg kan derfor indskrænke mig til at meddele Maalene af det ene: Totallængde 105^{mm} foruden Halefinnen; Legemets Højde 16^{mm} (indeholdes altsaa $6^1/_2$ Gang i førstnævnte); Hovedets Længde 22^{mm} (eller lidt over $^1/_5$ af samme); Øjets Tværmaal $5^1/_2{}^{mm}$ og lig Snudens Længde eller $^1/_4$ af Hovedets; Mundspaltens Længde er 16^{mm}, altsaa lig Legemets Højde. Finnestraalernes Antal angiver Klunzinger til D. 11, A. 19, P. 7, V. 7. Rygfinnen begynder et Stykke bagved

Bugfinnernes Fæste, saaledes at dens første Straales Afstand fra Snudespidsen er lidt større end dens Afstand fra Halefinnen; Bugfinnernes Fæste ligger derimod lidt foran Midten af Afstanden imellem Bugfinnerne og Halefinnens Begyndelse, medens Gatfinnen ligger langt tilbage, midt imellem Snudespidsen og Halefinnens Bagrand. I hver Overkjæve findes 5 større, tildels pildannede Tænder — anden størst — og derefter en tæt Række af c. 20 korte, skarpe, trekantede Tænder; paa Ganen en Række spidse, indadrettede Tænder paa hver Side; ligeledes en Række Tænder paa hver Side af Tungen; i Underkjæven 4 større, men meget ulige store, og derefter nogle mindre, spidse Tænder. Hagetraaden er længere end Hovedet, lidt fladt udvidet i Spidsen. Af særlige Lysredskaber sees et lille bagved og under Øjet. Af de sædvanlige Lyspletter findes — foruden 2 paa Gjællelaagets nedre Del og c. 20 paa Gjællehinden, som man kun med Vanskelighed kan faa at see — 2 Rækker langs Bugen og Sidernes nedre Del, nemlig paa Gjælle-Isthmen c. 8 Par; derefter 20—21 Par i den samme nedre Række, til Bugfinnerne; mellem disse (eller rettere lidt foran disse, mellem de sidste af den ved Bugfinnerne stansende Række) begynder en ny Dobbelrække, der indtil Gatfinnen tæller 18—19 Par; langs Gatfinnen 7 Par, saa er der et Ophold, og endelig 4 under Haleroden, i alt c. 58. Den øvre Række begynder bagved Gjællespalten og ender over Begyndelsen af Gatfinnen med det 37te Par, de sidste tæt sammenstillede, men fortsættes saa af nogle faa Par dèr, hvor den nedre Række foreløbig holdt op. De sorte Smaaprikker paa Sølvgrunden give hele Fisken et graaligt Udseende; paa Ryggen antage de mere Karakteren af fine mørke Ringe om et lyst Midtpunkt.



En ung *Astronesthes Martensii* (?), forst. c. $3^1/_2$ Gang.

En eneste Gang er der i Atlanterhavet paa 17° N. Br. og 22° V. L. (af Kapt. V. Hygom) fanget og bragt os en lignende lille Fisk, af hvilken jeg har udkastet følgende Beskrivelse. Totallængden (foruden Halefinnen) 27^{mm}, Højden $3^1/_2{}^{mm}$; Formen er altsaa meget langstrakt, den største Højde kun $^1/_8$ af Totallængden; Hovedets Længde er 6^{mm}, (indeholdes altsaa $4^1/_2$ Gang i Totallængden). Gabet er dybt spaltet; Kjæverandene bære Tænder af ulige Størrelse. Øjet er ikke stort, Hagetraaden kort. Bugfinnerne sidde ubetydeligt nærmere ved Snudespidsen end ved Haleroden, Rygfinnen over Mellemrummet mellem Gatfinnen og Bugfinnerne, begynder altsaa langt bagved Bugfinnerne og ender et Stykke førend Gatfinnen begynder. Hudfinnens Størrelse og det foran Gatfinnen siddende

Hudfinneparti[1]) bevidne Fiskens Ungdom. Straaletallene fandtes at være D. 13, A. 17, P. 9, V. 8, C. 6 + 18 + 6. Umiddelbart foran Øjet og bagved dette, nedadtil, sees et mørkt Lysorgan. Paa eller under Gjællelaaget sees 3 Lyspletter (en højere oppe, paa Grænsen mod Forgjællelaaget, og 2 længere nede); medregnet dem er der paa hver Gjællehinde c. 20; paa Gjælle-Isthmen og i Fortsættelse deraf indtil Bugfinnerne er der 2 nedre Rækker, 28 i hver (nemlig 11 foran Brystfinnerne og 17 fra dem til Bugfinnerne); fra Bugfinnernes Fæste indtil Gatfinnen og langs med dennes allerforreste Del, hvor Rækken standser, 21 (14 + 7). I den øvre Række er der 48 (16 foran Bugfinnerne, 18 fra disse til Gatfinnen, 14 langs denne og til Halefinnens Rod). Huden er mørkebrun, men ligesom oversaaet med en Mængde fine Pigmentprikker.

Denne Form staar vistnok nærmest ved *A. Martensii*, uden at Identiteten dog endnu kan betragtes som aldeles sikker. Men foreløbig lader jeg den bære Navnet.

Diplophos tænia Gthr. (Tab. II, fig. 1—3).

er beskrevet og afbildet af Günther, første Gang i «Journal des Museum Godeffroy»[2]) efter 3 smaa Exemplarer (det største $1^1/_2$ Tomme langt), tagne paa 24° V. L. og 30° S. Br. samt paa 30° V. L. og 22° N. Br., og senere i «Report on the pelagic fishes» (p. 32 pl. IV. C.), hvor der er kommet endnu en Art til af Slægten: *D. pacificus* (pl. IV. B.), opstillet paa et 37^{mm} langt Exemplar, fisket paa 5° 54′ N. Br. og 147° 2′ V. L.

To Gange ere smaa Exemplarer — 4 i alt — af denne Slægt blevne hjemførte til vore Samlinger af Kapt. A. F. Andréa: den ene Gang fra 10° N. Br. og 25° V. L., den anden Gang fra 10° S. Br. og 12° V. L. Disse Exemplarer svare i det hele ganske til Günthers Beskrivelse og billedlige Fremstillinger. Jeg skal dog ledsage den Afbildning, som jeg meddeler (Tab. II, fig. 3), med Angivelse af Maalene, Straaletallene o. s. v. for de førstnævnte Exemplarer, som ere de bedst bevarede, og som ere saa ens store, at det er tilstrækkeligt at udmaale o. s. v. et af dem. Der er ikke andre Spor til Skæl end de krydsende Skraalinier, som allerede antydes paa Günthers ældre Figur af det 38^{mm} lange Exemplar. Hovedets Længde ($6^1/_2{}^{mm}$) indeholdes $6^1/_3$ Gang i Totallængden (41^{mm}), Legemets Højde (3^{mm}) c. 14 Gange. Afstanden fra Snudespidsen til Rygfinnen, som sidder over Mellemrummet mellem Bugfinnerne og Gatfinnen — saaledes at dens sidste Straale sidder over Gatfinnens første — er 20^{mm}, til Gatfinnen 21^{mm}, til Bugfinnerne 16^{mm}. Øjet er middel-

---

[1]) Et meget mindre Rudiment af den embryonale Hudfinne iagttages ogsaa hos den voxne *A. Martensii*, saavelsom hos de andre *Astronesthes*-Arter. Jfr. Figurerne, Tab. III.

[2]) Erster ichthyologischer Beitrag nach Exemplaren aus dem Museum Godeffroy, p. 6 (med Træsnit). (Journal des Museum Godeffroy.)

stort, Gabet dybt spaltet, Kjæverne indfattede af en tæt Række smaa Tænder. Langs Bugen er der en dobbelt Række af Lysredskaber; i den nederste Række ere de noget større end i den øvre, i dem begge aflange paa tværs. Langs Sidelinien løber der — ligesom hos *D. pacificus* Gthr. (l. c. fig. IV. B.), hvorimod det ikke er antydet paa Figurerne af *D. tænia* — en Række smaa kredsrunde Organer, m. H. t. hvilke det maa staa hen, om de ogsaa ere Lysredskaber eller blot Dannelser, der vedkomme Sidelinien som saadan; Antallet af disse Organer er omtrent 90. I den nederste Række tælles i alt omtrent 110, saaledes fordelte: 21 + 28 + 16 + 43 + 2, d. v. s.: 2 under Halefinnens Rod; efter et lille Mellemrum begynder saa den egentlige Række, 43 langs Gatfinnen, 16 mellem denne og Bugfinnerne (den forreste af disse er mindre end de andre og rund), 28 mellem disse og Brystfinnerne og c. 21 foran disse samt paa Gjælle-Isthmen. Den øvre Række begynder omtrent midtvejs mellem Halefinnen og Gatfinnens Begyndelse og tæller i alt c. 72 Organer indtil Gjællespalten, men fortsættes saa af en Række af 7 paa Kinderne og Gjællelaaget (hvilke ikke omtales af Günther eller antydes paa hans Figurer), hvortil saa endnu kommer (som oftere hos Scopelinerne) en højere oppe paa Gjællelaaget. Af Finnestraaler har jeg talt: P. c. 8, V. c. 8, D. c. 9, A. c. 43.

De omtalte Individer ere jo meget smaa og uden Tvivl meget unge. Mere udviklet og mere robust er et tredje Individ (Tab. III, fig. 1—2) taget paa 20° N. Br. og 50° V. L. Hovedets Længde (12^{mm}) indeholdes 7 Gange i Totallængden (85^{mm}); Højden over Gjællelaaget (fra hvilket Punkt den bliver mindre og mindre, saa at den yderste Del af Halen bliver meget tynd) er 7^{mm} eller $^1/_{12}$ af Totallængden. Hele Legemet er meget sammentrykt; at det har været skælklædt, er her meget tydeligt, da Skælposerne ere bevarede. Øjets Tværmaal er 2^{mm} eller $^1/_6$ af Hovedets og $^2/_3$ af Snudens Længde. Der er 40^{mm} fra Snudespidsen til Rygfinnen, 31^{mm} til Bugfinnerne, 42^{mm} til Gatfinnen. Af Straaler har jeg talt: P. 10, V. 8, D. 9, A. c. 60. I den nedre Række af Lysorganer tæller jeg 18 + 26 + 17 + 47 + 2 = 110; i den øvre c. 68 indtil Brystfinnerne, men de bageste ere rimeligvis gaaede tabt tilligemed Skællene. Hvor mange der har været i Sidelinien, lader sig ikke angive nu. Der er desuden Antydninger til en tredje Række smaa Lysorganer tæt ovenover, hvad her er kaldt den øvre Række, og længere tilbage endnu en lignende mellem begge de øvre Rækker, men deres nærmere Forhold lader sig ikke oplyse. Af Lysredskaber paa Hovedet er der iagttaget 3 paa Gjællelaaget, 3 tæt ved Kjæveleddet og 1 fortil under Øjet. Endvidere er det her meget tydeligt, at Kjævetænderne, skjønt de ikke i det hele kunne kaldes lange, dog ere — med temmelig stor Regelmæssighed — afvexlende længere og kortere. Indenfor Overkjævens Tandrække sees en fin Tandrække paa Ganebenene. Jeg haaber ikke at fejle ved at antage denne Form for at være den mere udviklede Form af *Diplophos tænia* Gthr. eller en meget nærstaaende Art.

Gonostoma (Cyclothone) microdon Gthr.? (Tab. III, fig. 4—5).

Jeg har andetsteds[1]) efter Evne søgt at belyse denne Art og Slægt efter Exemplarer fra Baffinsbugten og benytter Lejligheden til her at supplere denne Redegjørelse med en Afbildning. Jeg skal dertil føje den Bemærkning, at der tillige foreligger en lille smækker og hyalin Scopelin, kun 15^{mm} lang, taget paa 34° 20′ S. Br. og 5° 30′ V. L., som jeg uden Betænkning vilde henføre til den ovennævnte Art, hvis jeg havde kunnet overbevise mig om, at den havde havt dobbelte Rækker af Lysredskaber; i saa Fald maa den øvre Række endnu have været meget ufuldkomment udviklet. Mundens Form, Øjets og Rygfinnens Beliggenhed er som hos vore *G. (C.) microdon*; af Lysorganer tæller jeg 11 paa hver Gjællehinde samt Gjællelaaget, c. 14 indtil Gatfinnen og 14 fra dennes Begyndelse til Halefinnen.

Skjønt jeg altsaa ikke kan benævne denne Form med fuld Sikkerhed, og dens Lokalitet ikke har stor Betydning, da *G. microdon* skal have en meget stor geografisk Udbredning, har jeg ikke villet forbigaa den helt med Tavshed.

Photostomias Guernei Coll.

Der foreligger et lille Exemplar af denne forholdsvis nye Art; det er fanget i Atlanterhavet af afdøde Lieutenant Mariboe. Skjønt det mangler Skægtraad, nærer jeg dog ingen Tvivl om, at denne Forms rette Plads er i *Stomias*-Gruppen, hvis Medlemmer ellers som oftest ere udstyrede med dette Organ; dog beskrives *Photonectes* og *Malacosteus*, der synes at have deres naturlige Plads i denne Gruppe, ligeledes som manglende det; men det er da ogsaa et Organ, der let vil kunne gaa tabt. Den sidstnævnte Slægt angives at have rudimentære Brystfinner; den foreliggende mangler dem helt ligesom *Idiacanthus*. Fra alle andre Slægter, med hvilke der ellers kunde være Tale om at sammenligne den, afviger den ved at Bugfinnerne sidde et Stykke foran Legemets Midte samt ved deres lange og smalle Form.

Legemsformen er langstrakt og sammentrykt; Hovedets Længde indeholdes c. 6 Gange i Totallængden (foruden Halefinnen); Gabet er saa dybt spaltet, at dets Længde ikke er meget mindre end dets Afstand fra Bugfinnerne. Et elastisk Baand forbinder Tungebensbuen med Underkjævens Symfyse som hos *Malacosteus*. Kjæverne ere udstyrede med uligestore, lidet talrige Tænder, af hvilke 2 i Underkjæven, den ene ved Symfysen, den anden

[1]) En Afbildning af *Cyclothone lusca* — jfr. mine Bemærkninger i «Korte Bidrag til nordisk Ichthyographi. VIII.» (Videnskab. Meddel. fra den naturhistoriske Forening. 1891) S. 216 — findes i det ovenfor citerede Værk af Al. Agassiz «Three Cruises of the Blake», Vol. II p. 22.

lidt derfra, udmærke sig ved deres Længde. Øjet er af Middelstørrelse, dets Tværmaal mindre end Snudens Længde. Ingen Skæl, ingen Hudfinne og ingen Brystfinner! Længden af de lange smalle Bugfinner er omtrent lig med deres Afstand fra Snudespidsen, som er betydelig mindre end deres Afstand fra Halefinnen. Ryg- og Gatfinnen sidde langt tilbage, tæt ved Halefinnen og paa det nærmeste lige overfor hinanden. Af Lysorganer tælles c. 21 i den nedre Række, paa Gjælle-Isthmen og langs Bugen indtil Bugfinnerne, c. 20 bagved disse indtil lidt forbi Gatfinnens Begyndelse, hvor denne Række standser; i den øvre Række tælles fra Gjællespalten til Bugfinnerne 14—15, bagved disse til Halefinnen — maaske

med en lille Afbrydelse lidt fra denne — c. 29. Ogsaa paa Gjællehinden findes der slige Organer, hvis Antal jeg dog ikke kan angive nøjagtig. Et aflangt hvidt Lysorgan — meget mindre end hos *Thaumastomias atrox* Alc. — sees lidt bagved Øjet i Nærheden af Kjæveranden. Farven er mørk uden Aftegning.

Maal:

Totallængden	35mm.
Hovedets Længde	6 -
Bugfinnernes Længde	14 -
Deres Afstand fra Snudespidsen	15 -

Denne Slægtstype har været ukjendt, indtil Collett i 1889 beskrev *Photostomias Guernei* og Alcock i 1890 beskrev og afbildede *Th. atrox*[1]), begrundet paa et paa 1310 Favnes Dybde i den Bengalske Bugt opfisket Exemplar, 4⁷/₈" langt. Den foreliggende Fisk har en mere smækker og langstrakt Form og længere Bugfinner end begge de

[1]) Ann. Nat. Hist. (6) Vol. VI, 1890 p. 220, pl. VIII fig. 7.

tidligere beskrevne, et mindre Lysredskab paa Kinden end *Th. atrox* o. s. v. Det er dog aabenbart den samme Slægt, som Collett har opstillet under Navn af *Photostomias* og rimeligvis selve Arten *Ph. Guernei*[1] (Azorerne, 38° 34′ 30′ N. Br. — 30° 43° 30′, fra Paris? 1138 Metres Dybde). Forskjelligheder ne i Legemsformen ere rimeligvis en Følge af Exemplarets Ungdom og Konservationstilstand. Muligvis er Alcocks Art ogsaa den samme, hvad jeg dog maa lade uafgjort. Fisken vil blive udførlig beskrevet af Prof. Collett, men jeg har dog ikke villet undlade her at give et lille Bidrag til Kundskaben om den.

Argyropelecus og *Sternoptyx*.

Om Forekomsten af *Argyropelecus Olfersii* i nordiske Have har jeg udtalt mig andetsteds[2]. Vort Museums Exemplarer fra Atlanterhavet ere tagne med Drivenettet paa 43—47° N. Br. og 23—27° V. L. Et Exemplar erholdtes paa «Challenger-Expeditionen» ud for Kap Finisterre i Skraben, der havde været nede paa 1125 Favnes Dybde[3]; de franske Expeditioner fik 2 Exemplarer ud for Portugals Kyst paa 950 og 1615 Metres Dybde[4].

A. Durvillei og *A. aculeatus* Val. omtales ikke, saa vidt mig bekjendt, af nogen senere Forfatter. De hidrøre begge fra Atlanterhavet. Det forekommer mig ikke umuligt, at *A. Durvillei* vil vise sig ikke at være artsforskjellig fra *A. Olfersii*, men jeg skal dog ikke udtale nogen bestemt Mening derom, kun henstille det til nærmere Prøvelse. Derimod maa jeg betragte *A. aculeatus* som en god Art; et 70^{mm} langt og 43^{mm} højt Exemplar fra det indiske Hav (32° S. Br. og 44° 10′ O. L. ved A. F. Andréa) har 14 Straaler i Gatfinnen, 9 i Rygfinnen og en i en Række af c. 9 Torne udløbende Benkam paa hver Side af Gattet, samt c. 12 Smaatorne paa hver Side af Halerodens nedre Rand mellem Gatfinnen og Halefinnen, hvortil der ikke sees noget hos *A. Olfersii*. Kristiania-Museet besidder et Exemplar fra Sargasso Havet, som jeg ogsaa har havt Lejlighed til at se. Arten forekommer altsaa i begge Verdenshave, men synes at falde mindre hyppigt end *A. Olfersii*.

Afdøde Prof. Esmark har kortelig omtalt[5] en i det kinesiske Hav fanget *Argyropelecus*, som han benævner *A. elongatus*. Fisken var 48^{mm} lang (foruden Halefinnen), dens største Højde 22^{mm} eller ikke Halvdelen af Totallængden; Hovedets Længde 16^{mm} eller $^1/_3$

---

[1]) Bull. Soc. Zool. France etc. XIV (1889) p. 125.

[2]) Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening f. 1891 p. 211. (Korte Bidrag til nordisk Ichthyographi. VIII. S. 9.)

[3]) Günther: Report on the Deep Sea Fishes p. 167.

[4]) Vaillant: Expeditions scientifiques du Travailleur et du Talisman. Poissons p. 103.

[5]) Christiania Videnskab. Selskabs Forhandlinger 1877 p. 489.

af Totallængden. Forgjællelaagets Vinkel løb ud i en fortil bøjet Torn. D. [2 +] 9, P. 10, V. 5, A. 15? Da Prof. Collett har været saa forekommende at laane mig dette Unicum til Sammenligning med vore andre Argyropeleker, skal jeg tilføje, at naar det endvidere hedder «Halen bevæbnet oven med 3, neden med 1 Torn», sigtes hermed til de hos Exemplaret frit fremstaaende forreste Pigstraaler i Halefinnen, hvis Antal forøvrigt foroven er mere end 3. Lad mig tilføje, at der findes paa hver Side 14 Lysorganer, af den for disse Fiske særegne høje Form, langs Halens nedre Rand, og langs Kroppens Bugrand — i den øvre Række, der er en umiddelbar Fortsættelse af Halens — indtil Brystfinnerne, 8 høje Lysorganer, i den nedre 12; foran disse paa Skulderbuens nedre Del og Gjællehuden 6. Kroppens nedre skarpe Rand løber ud i 2 lave Torne: en lidt foran Brystfinnerne og rettet nedad, og en dobbelt tæt foran Bugfinnerne ved Enden af den omtalte skarpe Rand.

Den fjerde Art, *A. hemigymnus* Cocco, er 2 Gange indkommet fra Atlanterhavet; den ene Gang fra 44—45° N. Br. og 24—26° V. L., den anden Gang fra 39° N. Br. og 10° V. L. Mellem Shetland og Færøerne er den taget paa 180 Favnes Dybde. De franske Expeditioner fik den — foruden i Middelhavet — i Atlanterhavet paa Dybder, der ligge mellem 741 og 1534 Metre, og de amerikanske Expeditioner have faaet den i den vestlige Del af Atlanterhavet paa 225 og 245 Favnes Dybde. I det indiske Hav fik Alcock[1]) paa 1803 Favnes Dybde en *Argyropelecus*, der i det mindste kom *A. hemigymnus* meget nær.

Sternoptyx diaphanus Herm. figurerer 5 Gange paa vore Lister, nemlig fra:

4° S. Br., 87° 50′ Ø. L. (altsaa fra det indiske Hav) og i Atlanterhavet:
19° 30′ S. Br., 26° V. L.; 28° N. Br, 35° V. L.; 30° N. Br., 19° V. L.; 46° N. Br., 24° V. L.

Foruden de allerede nævnte Arter er i den senere Tid af denne Gruppe tilkommet en ny Art: *Argyropelecus intermedius* Clarke (Trans. Proc. New Zealand Institute 1877 Vol. X p. 244, pl. 6) og to nye Slægter og Arter: *Polyipnus spinosus* Günther (Report p. 170, pl. LI fig. B)[2]) og *Sternoptychides amabilis* Ogilby (Proceed. Linn. Soc. New South Wales (2) Vol. III (1889) p. 1313). Denne sidste Slægt udmærker sig efter den korte Beskrivelse[3]) fra de andre Sternoptychider (s. st.) ved sin forholdsvis stærke Tandbesætning,

---

[1]) Ann. Nat Hist. (6) VIII p. 126.

[2]) Senere noteret fra den bengalske Bugt paa 220—250 Favne (Alcock, Ann. nat. hist. (6) IV p. 399).

[3]) Pseudobranchiæ present. Head and trunk much elevated and compressed, the latter passing gradually into the moderately long pedicle. The margin of the upper jaw is formed of the intermaxillary and maxillary, each of which bears a row of long recurved teeth at a considerable distance from one another; mandible with a similar row, one of which on each side is much more developed. Two series of phosphorescent spots along the lower side of the head, body and tail. D. 5 + 11—12, A. 13? P. 10? C. 6 + 18 + 6. Height of body $^3/_5$ of total length. Least heigth of pedicle about $^1/_{10}$ of heigth of body. Length of snout about $^1/_2$ of diameter of eye. Color silvery. 3 Exemplarer — det største 2″ langt — opsamlede paa Bredden af Lord Howe Øen.

Polyipnus ved at Kroppen er dækket med store og tynde, let affaldende Skæl, og ved at mangle den Dannelse, der hos de nærstaaende Slægter beskrives som «en rudimentær pigstraalet første Rygfinne», saavelsom ved at have udgaaende fra Baghovedet 2 bagudrettede horizontale Torne. Et Exemplar, $2^1/_4''$, erholdtes ved Philipinerne paa 250 Favnes Dybde. — *Argyropelecus intermedius* blev funden paa Ny-Selands Bred efter en stærk Storm; den havde en Længde af 1,22 Tomme og skulde — foruden ved delvis Udstyr med større Tænder og Egenheder i Fordelingen af Lysorganerne — udmærke sig ved at mangle Hudfinnen og kun at have én Bugfinne(?). Rimeligvis har Exemplaret været noget medtaget, saa at Beskrivelsen derfor er bleven ufuldstændig. Arten hører derfor vistnok endnu til de usikre, om hvilke nærmere Oplysninger maa imødesees.

Tillæg.

En hidtil formentlig ukjendt Fiskeform, der ikke hører til Laxesildenes (Scopelinernes) Formkreds, kan dog formentlig her finde en passende Plads.

Vaillant har[1]) under Navn af *Scopelogadus cocles* beskrevet en Fisk, hvis Habitus mindede ham om Scopelinernes, men som havde Bugfinnerne siddende under Brystfinnerne, hvilken Omstændighed han dog ikke mente at kunne tillægge saa megen Vægt, som der ellers tillægges den. Da han fik Günthers «Report» at se, erkjendte han imidlertid, at den ham foreliggende (daarligt bevarede) Fisk hørte til Slægten *Melamphaës* og til Berycidernes Familie! Flere af de nu til samme Slægt eller Familie henførte Arter vare ogsaa af Günther tidligere henførte til *Scopelus*-Slægten[2]).

Omtrent paa samme Maade er det gaaet mig med den Fisk, som jeg benævner *Pseudoscopelus scriptus*, og som er taget i Maven af en *Acanthocybium* af Kapt. A. F. Andréa i Mundingen af «Gamle Bahama-Kanalen». Den var uden nærmere Undersøgelse, paa Grund af sit Habitus, hensat i Magasinet blandt Scopelinerne. Da dens Tur kom til at blive taget for, viste den sig at være — ikke just en *Melamphaës*, men — en Form, der næppe staar den saa meget fjærnt. Den er afbildet paa Tab. I fig. 3—5.

Det er en lille Fisk med almindelig Fiskeform, hvis største Højde (15^{mm}) indeholdes $5^1/_2$ Gang i Totallængden (82^{mm}, Halefinnen medregnet), Længden af Hovedet, hvis Form ikke viser noget mærkeligt, knap 4 Gange. Den fine Hud har aabenbart været aldeles

[1]) l. c. p. 43 tab. 26 fig. 6.
[2]) *Scopelus mizolepis, crassiceps, macrostoma, microps.*

skælfri. Gjællespalterne ere forholdsvis store, dog er Gjællehuden ikke fri af Isthmen fortil. Overkjæven — som dannes af Mellemkjævebenet alene — bærer langs Randen en Række smaa Tænder, og indenfor denne en Række, der er rettet vandret ind mod Munden, hvis Ganeflade paa begge Sider er udstyret med talrige, tynde og smækre, indad mod Munden rettede Tænder, der danne ligesom en Karte. Derimod er Ganens Vomeralparti uden Tænder. Underkjævens Tænder vexle i Størrelse, længere og mindre. Øjet er middelstort, dets Tværmaal mindre end dets Afstand fra Snudespidsen. Flere af Hovedskallens — Pande- og Nakkeregionens — Knogler samt det øverste af Skulderbæltet vise en ret udviklet Skulptur. Hovedets «Slimporer» (Sideliniegrenenes Gruber og Aabninger) ere særdeles tydelige i Pande- og Tindingregionen, bagved Øjnene, langs Forgjællelaaget o. s. v. Paa flere Steder af Huden sees skarpt udprægede Linier: Rækker af tætstillede Porer; en Række begynder saaledes paa Gjælle-Isthmen, tæt bagved den af Gjællespalterne dannede Vinkel, og løber i Legemets Midtlinie til henimod Bugfinnerne, begynder saa igjen et Stykke bagved disse og fortsætter sig til Gattet, hvor den deler sig i to Grene, der først bøje ud til Siderne og saa bagtil, løbende langs med, men i nogen Afstand fra Gatfinnen, paa hver Side, i hele dens Længde; endelig er der et lille, bagtil bredere Parti, i Midtlinien foran Halefinnen. Umiddelbart bagved Bugfinnerne er der en kort Tværlinie af samme Slags og den fortsætter sig, fra hver Ende, under en ret Vinkel langs hen ad den inderste Bugfinnestraale. Sidelinien bestaar kun af en enkelt Række noget større Porer, men Porebælter af den ovenfor omtalte Art findes desuden langs Over- og Underkjæven, for Overkjævens Vedkommende dog kun langs med dens bageste Del; Underkjævens er delt i to Stykker. Bugfinnerne have deres Plads umiddelbart bagved Brystfinnerne, hvis Længde er henved 3 Gange saa stor. Den korte første Rygfinne begynder umiddelbart over Bugfinnerne, den anden længere Rygfinne og Gatfinnen have lige stor Udstrækning og standse i nogen Afstand fra Halefinnen; begge ere meget lave i deres bagre Halvdel. P. 13, V. 6, D^1. 8, $D.^2$ og A. c. 22.

Pseudoscopelus, novum genus; corpus perciforme, alepidotum, nudum; rictus oris et rimæ branchiales sat magnæ; oculi mediocres; os intus in palato dentibus gracilibus dense et fere horizontaliter positis, introversis armatus; pinnæ ventrales subthoracicæ, dorsalis anterior brevis, posterior analem longitudine æquans. Lineæ distinctæ porosæ longitudinales maxillam superiorem et mandibulam ornant; item linea impar ante pinnas ventrales; linea transversa præterea pinnas ventrales conjungit, utrinque in radium intimum ventralem excurrens; linea mediana postventralis post anum divisa utrinque pinnam analem circumdat; linea brevis mediana subtus ante pinnam caudalem.

Oversigt over Afbildningerne.

De vedføjede Broktal angive Figurernes omtrentlige Forstørrelse.

Tab. I fig. 1—2. *Scopelus spinosus* Steind. (S. 19).
Tab. I fig. 3—5. *Pseudoscopelus scriptus* Ltk. (S. 64).
Tab I fig. 6. *Maurolicus tripunctulatus* Esmark (S. 49).
Tab. II fig. 1—3. *Diplophos tænia* Gthr. (S. 58).
Tab. II fig 4—5. *Gonostoma (Cyclothone) microdon* Gthr. (S. 60).
Tab. III fig. 1—2. *Astronesthes Richardsonii* Poey (S. 55).
Tab. III fig. 3—5. *A. niger* Richardson (S. 53).
Tab. III fig. 6—7. *A. Martensii* Klunz. (S. 56).

Skematiske Skitser af Lyskjertlernes Fordeling hos *Scopelus*-Arterne S. 14, 21, 23, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44.
Træsnitsfigur af en ung *Astronesthes Martensii* S. 57.
— - *Photostomias Guernei* Coll. S. 61.

Résumé du mémoire intitulé:
Spolia Atlantica: Scopelini Musei Zoologici Universitatis Hauniensis.
Contributions à la connaissance des Scopélins pélagiques etc.

par M. **C. F. Lütken.**

Le mémoire dont je donne ici un résumé succinct, fournit une contribution à la connaissance de la famille de Poissons que M. Joh. Müller a distinguée des Salmonidés, en lui donnant le nom de *Scopélins.* Je maintiens cette dénomination de famille dans son extension primitive, sans tenir compte de ce que, dans ces derniers temps, on l'a divisée en trois subdivisions qui, ce me semble, ne sont pas bien délimitées. Si je devais accepter une division, il faudrait ou bien me déclarer pour une bipartition, ou bien suivre les ichtyologistes de l'Amérique du Nord, et la morceler en bon nombre de tribus. Quant aux faits qui se rattachent à cette question, j'en ai rendu un compte détaillé pp. 227—229.

Ce travail-ci est le fruit de l'étude d'une partie des récoltes d'organismes pélagiques, effectuées pendant bien des années, comme le sait le monde des zoologues, par des navigateurs, des médecins et des naturalistes, à l'instigation et sous les auspices de M. le Professeur Jap. Steenstrup, alors directeur du Musée Zoologique de notre Université; étant, à cette époque, l'adjoint de M. Steenstrup, il est naturel que j'aie prêté mon concours à cette organisation. Les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences contiennent déjà, on le sait, soit sous la dénomination commune de *Spolia Atlantica*, soit sans elle, une série d'études des matériaux ainsi amassés et qui, nulle part sans doute, ne sauraient être représentés aussi abondamment. Quant au résultat ichtyologique, il y a déjà bien des années que — sans parler d'études de moindre importance, insérées dans les *Bulletins de l'Académie des Sciences* et dans les *Mémoires* de la *Société d'histoire naturelle*, ce à quoi je ne m'arrêterai pas ici, vu mes citations p. 227, — il y a déjà bien des années, dis-je, que, dans un mémoire volumineux que l'*Académie* a inséré dans ses *Mémoires*, j'ai traité de ce que j'appellerais le premier tiers du résultat en question, je veux dire les séries de jeunes poissons grâce auxquelles on connaît aujourd'hui mieux les changements que subissent, pendant leur croissance et leur développement, beaucoup de Poissons, surtout les poissons pélagiques, changements dont autrefois on savait peu, relativement parlant. La partie la plus importante dudit résultat, a été de débarrasser le système d'une assez longue série de genres nominaux, établis sur la base de jeunes états intermédiaires.

Le deuxième tiers de ces matériaux constitue la grande quantité recueillie de spécimens de *Leptocéphales* ou d'*Helmichtyides*, type qu'on a cru devoir regarder comme des larves à un degré d'évolution encore assez bas et se rattachant, du moins en partie, au type des Anguilles, mais au sujet duquel on a débité cette légende qu'elles seraient des larves monstrueuses, formes anormales de certains genres d'Anguilles, détournées de leur milieu naturel par l'effet des courants marins, qui les auraient entraînées de la zone littorale vers le large, c'est-à-dire dans un milieu défavorable à leur entretien et à leur

développement naturel et où elles doivent s'étioler. Dans ces derniers temps, cette théorie a été étendue à d'autres types de larves pélagiques et asexuées, surtout appartenant à la classe des Crustacés, dont, cependant, on connaît très bien la relation avec les Squilles, les Scyllares et les Langoustes. J'espère qu'après avoir observé directement, dans l'aquarium, la transformation d'un type de Leptocéphale en Congre ordinaire (*Conger vulgaris*), on verra bientôt disparaître ces théories par trop hardies. L'étude de notre grande collection de Leptocéphales pourra sans doute contribuer essentiellement à la solution ultérieure de cette question; mais je n'ose pas encore me prononcer sur la portée de mes observations éventuelles: peut-être, d'autres atteindront le but avant moi.

La troisième partie principale de notre collection de Poissons pélagiques comprend précisément les *Scopélins* (l. c.). On a recueilli de ce groupe plusieurs centaines d'individus, le plus souvent de petite dimension ou des jeunes; car ce groupe ne se compose, on le sait, qu'en partie d'espèces qui, à l'âge adulte, surgissent à la surface de la mer, surtout la nuit. La grande majorité sont des types bathyphiles, bien qu'il semble y en avoir plusieurs dont le fretin se plaît davantage dans les couches supérieures de l'eau et qu'on peut alors pêcher à la seine. Ce n'est que dans ces derniers temps qu'on a entrepris d'étudier la vie animale des eaux profondes, et notre pays n'y a pas encore contribué.

Il a fallu beaucoup de temps et de patience pour étudier convenablement ces matériaux; mais j'ai regardé cette tâche comme un devoir à accomplir. Toutefois j'ai dû chercher à compléter mes matériaux, soit par l'entremise de collègues bienveillants d'Italie, en me procurant le plus grand nombre possible de *Scopélins* méditerranéens [1]), soit en faisant des emprunts à certains Musées (Stuttgard, Berlin) quand il s'agissait de contrôler telle description. Le Musée de Christiania a eu la complaisance de m'envoyer pour mon usage ce qu'il possédait de *Scopélins* pélagiques. Ces matériaux, quoique peu riches relativement, n'en comblaient pas moins heureusement les lacunes de notre collection. Mais, si je n'ai pas fait d'efforts notables pour mettre à contribution le plus grand nombre possible de Musées et collectionner les matériaux aussi abondamment que je le pourrais, c'est qu'en pareil cas le traitement de tous ces matériaux pourrait aisément devenir irréalisable pour moi, et aussi parce que, dans tous les cas, je ne pourrais pas, même approximativement, épuiser le sujet. De nouvelles expéditions tendant à explorer les profondeurs de la mer fourniront encore, à n'en pas douter, beaucoup de nouveau à cet égard.

La plus grande difficulté que j'aie eu à surmonter, a été de bien distinguer et définir les nombreuses espèces qui, représentées le plus souvent par des spécimens jeunes — heureusement, dans beaucoup de cas néanmoins, assez développés — appartenaient au genre *Scopelus*. Ce genre est riche en espèces, mais elles me paraissent mal définies en somme. J'ai trouvé la clef de la délimitation de ces espèces dans une étude plus approfondie de la répartition des organes lumineux — taches ou glandes brillantes — auxquels, chose étrange! on n'a pas donné toute l'attention méritée. C'est un zoologue

[1]) La Méditerranée, on le sait, est une des sources principales, lorsqu'il s'agit d'approfondir la connaissance de la vie animale pélagique, qui y est souvent localisée, resserrée par les courants de la mer, ce qui en facilite l'observation.

italien, M. le Dr. Raffaële, qui a rompu la glace sur ce point. S'il n'est pas venu entièrement à bout de sa tâche, c'est faute d'une terminologie fixe: mon premier devoir a donc été d'en établir une. Ce qui faisait ici la difficulté, c'était, d'un côté, la grande constance de certaines répartitions et relations numériques de ces organes dans le genre entier, les mêmes dispositions se reproduisant dans toutes les espèces, tandis que d'autres dispositions et nombres se montraient assez variables chez ce qui était pourtant, à ne pas s'y tromper, la même espèce: dans cette confusion apparente on ne voyait pas ce qui, dans la répartition, était constant en dedans de l'espèce, mais variable en dedans du genre. Afin d'exprimer, d'une manière simple et claire, ces différences, j'ai fait exécuter une série de figures schématiques qui, tout en respectant suffisamment les contours et l'habitus général de l'espèce, rendent passablement bien ce qu'il y a de spécifique dans la disposition des glandes lumineuses, de sorte qu'il sera possible de juger aussitôt si elle s'accorde essentiellement avec un spécimen qu'on a sous les yeux.

En ce qui concerne la structure de ces organes lumineux, je me permets de renvoyer aux excellentes études faites par M. le Dr. Lendenfeld sur les matériaux fournis par l'expédition du *Challenger*. Seulement, je rappellerai que l'une des premières observations positives faites sur un Poisson lumineux appartenant au groupe qui nous occupe, est due à feu M. Reinhardt. Cependant, cette observation n'ayant pas attiré l'attention générale, comme elle le méritait, j'en ai, dans ce qui suit, réimprimé la substance essentielle. Quant à la question de savoir si la phosphorescence des *Scopélins* n'aurait peut-être pas quelque importance pour la vie sexuelle, je renvoie à ce qui suit.

Dans un appendice je traite un genre de Poisson prétendu nouveau, genre fondé sur un échantillon unique trouvé dans l'estomac d'un grand Scombéroïde pélagique, pêché, par M. le capitaine Andréa, au débouché de l'ancien canal de Bahama, et qui descend sans doute à des profondeurs assez considérables. A propos de ce genre il m'est arrivé ce qu'un certain nombre d'ichtyologistes éminents ont éprouvé pour d'autres types, c'est que, induits en erreur par les relations apparentes de l'habitus et nous contentant provisoirement d'une appréciation superficielle, nous avons rapporté ou tenté de rattacher aux *Scopélins* ce dont la place naturelle était sur un tout autre point. En recevant mon spécimen il y a beaucoup d'années, je l'avais emmagasiné, sans l'examiner de plus près, parmi les *Scopélins*. Lui aussi, M. Léon Vaillant avait sous les yeux un Poisson bathyphile, auquel, frappé de l'analogie de l'habitus, il donna le nom de *Scopelogadus*, croyant pouvoir le classer parmi les *Scopélins*, bien que ce sujet s'en écartât de la manière la plus positive, si l'on considère les points cardinaux de l'ichtyologie. Plus tard, M. Vaillant l'a reconnu pour un Bérycidé — un *Melamphaës*. Le grand-maître de l'ichtyologie, M. le Dr. Günther, s'y prit encore plus mal, lorsque, dans son exposé sommaire du résultat obtenu, en fait de Poissons d'eaux profondes, par l'expédition du *Challenger*, il décrivait quatre espèces de *Scopelus*, que, plus tard, dans l'étude définitive, il a rapportées correctement au genre Bérycidé ci-dessus mentionné et à un genre voisin. Aussi, c'est probablement près de cette même famille que va se ranger mon *Pseudoscopelus*. J'en prends occasion pour le décrire dans le présent travail, que j'offre au bon accueil des naturalistes.

M. le Dr. Günther nous informe, dans son *Report on Pelagic Fishes*, que, parmi les nombreux spécimens du genre *Scopèle*, rapportés par l'expédition du *Challenger*, il n'y en avait que peu d'adultes, la majorité d'une longueur inférieure à 18‴, les plus petits de 5—7^{mm} seulement, à demi transparents, sans écailles ni organes lumineux développés. Deux d'entre les individus de moyenne taille, longs d'environ 1″, étaient tout à fait recouverts d'écailles, tandis que les organes lumineux développés se limitaient à un petit nombre placé sur le côté de la tête, et à un seul à la base des ventrales. M. Günther fait observer que la détermination spécifique de la plupart de ces petits Scopèles serait, non seulement très difficile, mais généralement très peu sûre, si bien qu'il serait impossible d'éviter des erreurs amenant des idées fausses sur la distribution des espèces, etc. Les matériaux considérables que j'ai étudiés, consistent, pour la plupart, eux aussi, en de petits échantillons, autrement dit, des jeunes; toutefois, il n'y en a que très peu que j'aie dû écarter comme étant indéterminables en raison de leur petitesse ou mauvais état de conservation.

M. Günther dispose les espèces qu'il connaissait en 1864 — depuis ce temps-là, on en a décrit au moins autant, — en deux groupes suivant la prédominance des rayons dans l'anale ou la dorsale. A ce propos, le Dr. Raffaële a fait remarquer que, dans certaines espèces des deux groupes, la différence dans le nombre des rayons de ces nageoires est très petite (1, 2) ou nulle. Aussi propose-t-il de classer à nouveau et comme suit les espèces provenant de la Méditerranée:

a. *Scopelus* pr. La dorsale a moins de rayons que l'anale; le corps est fusiforme; la fente buccale n'est pas particulièrement grande (elle ne s'étend en arrière plus loin que jusqu'à une ligne verticale partant du bord postérieur de l'orbite); le bord postérieur du préopercule est vertical, ou à peu près. *S. Rissoi*, *Benoiti*, *Coccoi*, *caninianus*, *Humboldtii*.

b. *Nyctophus*[1]. La dorsale et l'anale ont autant de rayons, ou peu s'en faut; le corps est claviforme, la fente buccale moyenne, le bord postérieur du préopercule oblique un peu; il y a en outre un organe lumineux frontal [et infraorbital]. *S. Rafinesquii*, *metopoclampus* et *Gemellarii*. (Cet organe lumineux frontal se trouve-t-il aussi chez le *S. Gemellarii*?)

c. *Lampanyctus*. La dorsale a plus de rayons que l'anale; la forme du corps est assez allongée, et la ligne dorsale est, pour cette raison, à peu près parallèle à la ligne ventrale; la fente buccale est grande (elle dépasse de beaucoup la ligne verticale partant du bord postérieur de l'orbite); le bord postérieur fort oblique du préopercule, fait un angle très aigu avec le bord de la mâchoire. *S. maderensis*, *crocodilus*, *elongatus*.

---

[1]) M. Raffaële et d'autres écrivent *Myctophum*. Ce nom absurde ne saurait être que le résultat d'une erreur typographique ou d'une faute d'écriture. Si l'on veut maintenir ce nom, il faut le changer en *Nyctophus* (comp. Lilljeborg, *Sveriges och Norges Fiskar* III p. 19). Il faut bien se rappeler que le *Myctophum* de M. R. ne coïncide pas avec le sous-genre du même nom de M. Günther.

J'accepte en substance cette systématisation, mais avec la réserve que, à en juger seulement d'après le nombre des rayons dans la dorsale et l'anale, le *S. maderensis* serait plutôt un *Nyctophus*, et que le *S. crocodilus* fait exception aussi au caractère attribué aux *Lampanyctus*, vu que le nombre des rayons anaux dépasse ici celui des dorsaux. De plus ces sections, dont les limites ne sont sans doute pas trop accentuées, ne doivent point passer pour autre chose que de simples sections du genre. Il me paraît surtout douteux que la distinction entre les *Nyctophus* et les *Lampanyctus* puisse être maintenue, ou que, dans tous les cas, la limite existant entre eux ne soit pas sujette à changement dans l'avenir. En outre, je pense qu'on devrait augmenter un peu le nombre des groupes. Je suis d'avis que les *Scopèles cténoïdes* doivent constituer un sous-genre ou une sous-section à part du sous-genre *Scopelus* (s. str.) (*Dasyscopelus* Gthr.). Seulement il faut remarquer ici que, dans les jeunes spécimens, les épines ou dentelures des écailles étant peu développées, échappent facilement à l'observation; on pourrait donc se tromper sur les individus très jeunes. Pourtant je constate que, dans des spécimens longs seulement de 20^{mm}, les épines des écailles, regardées de très près, sont très nettes. Cependant ce fait ne constitue pas un caractère entièrement tranché. Dans le *S. Rissoi*, les rangées d'écailles supérieures et, en partie, les inférieures sont distinctement, quoique faiblement dentelées — les autres ne le sont pas.

Une autre différence à laquelle j'attacherais plus d'importance qu'on ne lui en a jusqu'ici accordé, c'est que tantôt le museau est extrêmement court et tronqué de manière à ne pas dépasser la pointe de la mâchoire inférieure, et tantôt relativement long, conique et plus ou moins proéminent, de façon que la bouche se trouve placée à la face inférieure de la tête. Je ne nie pas la possibilité de types qui me soient inconnus et moins aisées à rattacher à l'une ou à l'autre de ces catégories, ni qu'on puisse quelquefois entretenir des doutes sur des spécimens de très petite dimension, comme ceux qui se trouvent trop souvent dans les récoltes pélagiques faites à la seine. Cependant j'ai pu triompher de tout doute à ce sujet, même en ce qui concerne de très petits spécimens; c'est pourquoi j'établis, en dedans du sous-genre *Scopelus* (s. str.), une seconde sous-section (*Rhinoscopelus* m.), dont les espèces présentent, à un très haut degré, la particularité mentionnée. On peut regarder comme type le *S. Coccoi.*

Mais il y a un autre phénomène auquel on pourrait attribuer plus d'importance qu'il n'en a réellement, c'est la présence d'une tache brillante ou métallique, grande ou petite, à la racine de la queue, et qui constitue sans doute un organe lumineux; cette tache est située ou bien en dessus, derrière l'adipeuse, ou bien en dessous, entre l'anale et la caudale, ou bien, quelquefois, dans l'un et dans l'autre endroit. On pourrait espérer que la présence et l'extension — par-dessous 1, 2 écailles ou davantage — pourraient fournir de bons caractères distinctifs. Cependant il n'en est pas ainsi, et, à coup sûr, on n'y peut voir qu'une particularité périodiquement développée. Je communiquerai ici quelques-unes des expériences que j'ai trouvées dans la bibliographie de ce sujet ainsi que quelques-unes de celles faites par moi-même sur les *Scopélins* des mers d'Europe. En parlant du *Scopelus Rissoi*, M. Günther dit: *no pearl-coloured spot on the back of the tail.* Cette tache, pourtant, s'y trouve; mais, à ce qu'il semble, elle s'étend moins qu'à l'ordinaire. Au contraire, l'auteur dit en parlant du *S. Benoiti: most*

of the specimens have an elliptical, bright, pearl-coloured patch on the back of the tail. Conformément à cela, je trouve la tache chez trois de cinq spécimens assez grands de cette espèce, tandis qu'elle faisait entièrement défaut dans trois spécimens de moindre taille. De plus, M. Günther dit du *S. parvimanus: an elliptical pearl-coloured patch on the back of the tail.* Sur la partie dorsale de la queue d'un grand *S. Humboldtii*, j'ai trouvé une tache lumineuse assez petite, un peu plus près de la caudale que de l'adipeuse, tandis que, dans un autre spécimen, je trouve à la face inférieure de la racine de la queue une grande tache métallique de la longueur de quatre écailles. Chez le *S. caninianus*, je trouve une tache pareille, longue de 4—5 écailles, derrière l'adipeuse. Voici ce qu'écrit M. Günther en parlant du *S. Coccoi: in some specimens each of the scales on the back of the tail has a pearl-coloured dot*, tandis que M. Raffaële dit: *che cosa abbia voluto intendere Cocco con quei «cinque punti argentini al disotto della codale»* — par conséquent à la face inférieure de la racine de la queue — *non so capire.* Le fait est que cet organe lumineux ne fait presque jamais défaut dans cette espèce, mais qu'il peut être ou supracaudal ou infracaudal. Je trouve aussi l'un et l'autre aux deux bords de la racine de la queue chez un grand spécimen du *S. crocodilus* et, en tout cas, dans un individu plus jeune, comme une strie blanche au même endroit. Dans le *S. elongatus*, je trouve et un organe lumineux supracaudal et un infracaudal. Dans sa notice *on the pearly organs of Scopelus*, M. Guppy dit qu'il a trouvé sept de ces organes le long de la ligne dorsale, auprès de la caudale, chez un *Scopèle* pris aux environs du cap de Bonne-Espérance, tandis qu'il n'en a pas trouvé chez deux qu'on a pris plus tard dans la même localité. Et M. Emery cite que, sur un spécimen du *S. Benoiti*, il trouva la tache caudale derrière l'anale. — Il y a donc des espèces où on les trouve constamment sur des spécimens d'une certaine taille, tandis que rarement on en constate l'absence, ou à la face supérieure, ou à la face inférieure de la racine de la queue. Pour cette raison, l'on pourrait facilement penser que, dans ces espèces, la relation de position, en haut ou en bas, serait un caractère sexuel. Mais les autres cas où l'on trouve cette *patch* dans les deux endroits à la fois, viennent infirmer une pareille hypothèse.

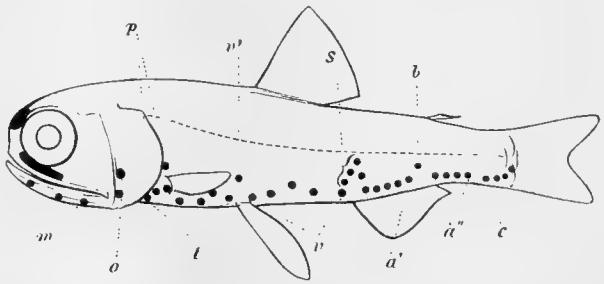
Comme on l'a vu plus haut, un organe lumineux frontal est attribué au sous-genre *Nyctophus*. En parlant du *Scopelus metopoclampus*, M. Günther dit: *snout .... with the pearl-coloured luminous apparatus occupying nearly its whole front and extending backwards over the infraorbital bone*, et M. Raffaële figure cet organe comme s'étendant sur le quart de cercle au bas et en avant de l'œil. Pour le *S. Rafinesquii*, M. Günther mentionne *a .... luminous substance in the hollow in the first infraorbital bone*, et M. Raffaële représente (fig. 7) un organe semblable à celui du *S. metopoclampus*, mais dédoublé en un antéorbital, petit et affectant la forme ronde (l'autre cercle figuré serait sans doute l'orifice de la narine), et un infraorbital ou à peu près. De mon côté, j'en ai trouvé un infraorbital, plus allongé et plus étroit, et un antéorbital ou frontal au-dessus de chaque narine.

D'autre part, c'est, comme je l'ai déjà annoncé, dans certains détails relatifs à la répartition des taches lumineuses (les glandes brillantes de petite dimension) sur les côtés du corps que j'ai trouvé l'un des meilleurs moyens de jalonner les limites entre les espèces, tâche qui serait extrêmement ardue sans cette ressource. Il faut absolument faire, de ce phénomène, une analyse plus rigoureuse qu'on ne l'a fait jusqu'ici.

Il va sans dire qu'en même temps on ne doit pas méconnaître les autres caractères ordinairement utilisés. Mais il sera bon d'établir une terminologie plus précise que celle dont on s'est contenté jusqu'ici. Le Dr. Raffaële a le mérite de s'être servi de ce moyen pour la distinction des espèces; cependant, il n'est pas allé, ce me semble, jusqu'au bout, de sorte que je ne puis, sous tous les rapports, adhérer à sa terminologie. Il est évident qu'en somme la clef du diagnostic vrai des espèces se trouve là.

Dans la rangée inférieure se trouvent:

a. *maculæ luminosæ mandibulares* (m). Chaque moitié de la mâchoire inférieure cache trois taches lumineuses (placées sur les arcs hyoïdiens); on les trouve sans doute toujours, mais elles peuvent être un peu effacées, surtout dans les individus adultes; pour ma part, je n'en ai jamais vu plus de trois.



Esquisse du *Scopelus Rafinesquii*.
m. *maculæ luminosæ mandibulares*. o. *operculares*. p. *pectorales*. t. *thoracicæ*. v. *ventrales*. v'. *supraventralis*. a'. *anales anteriores*. a''. *anales posteriores*. c. *caudales*. s. *supraanales*. b. *postero-lateralis*.

b. *m. l. thoracicæ* (t). Tous les Scopèles ont cinq paires de taches lumineuses placées sur l'isthme branchial et sur la poitrine jusque vers les ventrales. Ordinairement aussi, ces taches, généralement sur deux lignes droites, sont à peu près également espacées; mais on doit faire attention à la question de savoir si, peut-être, la distance entre les deux premières paires ou, en même temps, entre la deuxième et la troisième, est plus grande qu'entre les autres, et si, par hasard, les taches de la cinquième paire, ou de la cinquième et de la deuxième, sont espacées plus que de coutume, vers le haut et sur les côtés, cette disposition pouvant occasionner une confusion avec des taches lumineuses d'autres systèmes, mais qui, bien comprise, donne, d'autre part, de bons caractères spécifiques. C'est dans le sous-genre *Nyctophus* surtout et en partie aussi chez les *Lampanyctus* que peuvent se présenter ces dispositions qui font des exceptions à la règle générale.

c. *m. l. ventrales* (v), entre les ventrales et l'anale, ordinairement quatre paires, chez certaines espèces, cinq ou même six paires. Ici encore, il faut bien observer si la disposition des taches présente des écarts de l'arrangement équidistant normal, si l'une ou l'autre paire dévie vers la ligne médiane ou sur les côtés, etc. Sans doute, le nombre des paires est généralement défini pour chaque espèce; toutefois, je trouve, chez le *S. elongatus*, tantôt cinq, tantôt six paires de taches lumineuses ventrales, et, dans deux des quatre spécimens servant à mon étude du *S. rarus* m., je n'en trouve que deux au lieu de quatre, les deuxième et troisième paires ne s'étant pas développées.

d. *m. l. anales*, longeant l'anale et se continuant jusque vers la caudale. Ces taches, dans certaines espèces, constituent une série non interrompue; mais ordinairement une petite interruption les divise en deux groupes: *m. l. anales anteriores* (a') et *posteriores* (a''). Le nombre des taches de chacune de ces séries et leur nombre total (10, 12, 15, 16, 17, etc.) peuvent être sujets à quelque variation en dedans de l'espèce. Outre leur nombre, il faut observer si elles sont en une ligne droite ou si, p. ex., la plus avancée de chaque côté est tournée un peu en dedans de façon que le système entier en vienne à former une arcade; ou si la première et la dernière des *m. l. a. anter.* sont tellement tournées en dehors et en haut vers les côtés, que la ligne en arrive à former un arc dont la cavité regarde en haut, etc. Viennent ensuite — ordinairement au bout d'un petit intervalle:

e. *m. l. caudales* (c), à la base de la caudale: dans le sous-genre *Scopelus*, deux, qui peuvent, du reste, être tout près l'une de l'autre (*approximatæ*) ou à une plus grande distance (*remotæ*), la dernière étant plus ou moins reculée en haut vers le point final de la ligne latérale. Chez les espèces des *Nyctophus* et *Lampanyctus*, la rencontre de quatre paires est aussi constante que celle de deux paires chez le *Scopelus* s. str. (y compris les *Dasyscopelus* et *Rhinoscopelus*). Ici encore, il faut observer si les quatre taches sont toutes disposées sans interruption sur une ligne ascendante, ou si la dernière ne remonte point jusqu'à la ligne latérale ou un peu au-dessous.

Dans la rangée supérieure se trouvent de chaque côté:

f. Une *macula luminosa nasalis* (*anteorbitalis*) que j'ai trouvée, au moins dans la plupart des espèces de la Méditerranée. Serait-ce celle qui, chez les *S. Rafinesquii* et *S. metopoclampus*, apparaît sous une autre forme, comme le grand organe lumineux infraorbital ou antéorbital, mentionné plus haut? — Ce n'est que chez le *S. crocodilus* que j'en ai trouvé deux ou trois postorbitales.

g. *m. l. operculares* (o): une ou deux; mais il peut arriver qu'on les cherche vainement, au moins dans les spécimens moins favorables à l'observation.

h. *m. l. pectorales* (p): nombre normal: trois, formant le plus souvent un triangle autour de la base de la pectorale, une au-dessus, une au-dessous et une en arrière; mais, dans les cas particuliers, leur distribution peut présenter des différences caractéristiques: la plus à l'arrière peut s'écarter davantage et, par là, induire à la confondre avec la tache supraventrale, — disposition qui peut du reste être interprétée d'une autre façon (comparer l'esquisse schématique du *S. crocodilus*, p. 263) —, ou bien elles forment, toutes trois ensemble, une ligne à peu près verticale, etc.

i. Une *m. l. supraventralis* (v'), au-dessus des ventrales, se trouve toujours.

k. Trois *m. l. supraanales* (s) se trouvent, elles aussi, presque toujours, mais groupées de différentes manières, tantôt formant un triangle à angle obtus ∴, tantôt s'élevant obliquement suivant une ligne ⁝, qui ne s'écarte guère de la verticale, ou bien elles occupent une ligne à peu près horizontale, soit droite, soit faiblement brisée. De petits écarts peuvent, de temps à autre, effacer en partie la différence entre ces trois modifications. Dans une espèce (*S. rarus*), je ne vois que deux taches sur chaque côté (exceptionnellement trois sur l'un des côtés).

l. *m. l. laterales posteriores* (b): soit une, soit deux taches au-dessus de la lacune de la rangée des taches anales (ou bien au-dessus de la dernière tache lumineuse des *m. l. anal. ant.*). Si cette tache fait défaut, on trouvera toujours que la rangée des taches lumineuses anales est sans interruption (voir plus haut), fait dont il sera peut-être permis de conclure que la tache ou les taches lumineuses de la catégorie «l» sont, à proprement dire, de *disjecta membra* de la rangée des taches anales. S'il y en a deux, il faut observer si elles sont placées au-dessus ou à côté l'une de l'autre.

Que ces dispositions présentent des écarts tout à fait individuels — que, p. ex., telle tache lumineuse se déplace un peu ou manque, — ce sont des possibilités; le flanc opposé du Poisson fournira ordinairement compensation. Consulter d'ailleurs (pp. 16—17) l'aperçu en latin sur les espèces que je connais du genre *Scopelus*, et où j'ai tenu particulièrement compte de la disposition des taches lumineuses, ainsi que le tableau synoptique (p. 18) des nombres des diverses taches observées chez les espèces examinées par moi. Ces tableaux suffiront ordinairement pour la détermination; on pourra les compléter au fur et à mesure que s'augmentera le nombre des espèces classifiées d'après le schéma proposé.

J'ai dit en parlant des *Maurolicus* que ce genre se subdivise en trois sections, dont la première comprend le *M. Pennantii*, et le *M. amethystino-punctatus* qui ne semble pas différer spécifiquement de ce dernier. On a déjà rattaché à cette dernière espèce ou variété le *M. australis* de la Nouvelle-Zélande, de sorte que cette espèce est, pour ainsi dire, répartie d'une manière cosmopolite. Ensuite j'ai rendu compte du *M. mucronatus* Klunz., qui, pour le nombre et la répartition des taches lumineuses, se rattache entièrement au *M. Pennantii*. L'examen des spécimens originaux, qui proviennent de la mer Rouge, a suscité le doute que le *M. mucronatus* soit d'une autre espèce que le *M. Pennantii*: c'est donc à l'avenir de décider sur cette question.

La deuxième section est représentée par le *M. tripunctulatus* Esmark, dont on ne connaît que deux spécimens pris, l'un dans le voisinage de Madagascar, l'autre, bien loin de là, dans le détroit du Danemark, entre l'Islande et le Groenland. La courte description toute provisoire qu'en a faite feu Esmark, a été suppléée de ce que fournit une caractéristique spécifique plus ample, surtout en ce qui concerne le nombre et la distribution des organes lumineux. Cette section cadre avec le *M. Pennantii* en ce que l'une des rangées des organes lumineux ne dépasse pas les ventrales, mais elle s'en distingue — outre par la forme particulière du corps et son habitus, comp. pl. I, fig. 6 — par l'arrangement en 5 groupes des organes lumineux le long du bord inférieur de la queue, groupes dont les trois premiers ont 3 taches blanches sur fond noir, le quatrième 2 et le cinquième 4 taches.

Une troisième section est constituée par les *M. Poweriæ* et *attenuatus*, chez lesquels les rangées doubles de taches lumineuses s'étendent non seulement aux ventrales, mais jusqu'à la naissance de l'anale. La différence de ces deux espèces me paraissait douteuse; cependant j'ai reproduit les diagnoses qui m'ont été communiquées par un des connaisseurs les plus sérieux de l'ichtyologie méditerranéenne, M. Christ. Bellotti.

Quant au genre *Astronesthes*, j'en décris trois espèces: le type du genre, l'espèce relativement commune et très répandue, *A. niger*, dont je donne une nouvelle représentation (pl. III, fig. 3—5) et avec lequel, je pense, est identique l'*A. barbatus* Kner (*Stomias leucopterus* Eud. & Soul.); ensuite l'*A. Richardsonii* Poey, dont j'ai sous les yeux un spécimen provenant de l'océan Indien et figuré pl. III fig. 1—2; la forme de son corps est plus allongée, et sa dorsale s'arrête assez loin avant le point où prend naissance l'anale; enfin l'*A. Martensii* Klunz., représenté (pl. III fig. 6—7) d'après les spécimens originaux du Musée de Stuttgard; ici la courte dorsale commence un peu derrière la ventrale pour finir assez loin de l'origine de l'anale. La page 57 présente une gravure sur bois d'un spécimen jeune — probablement de la même espèce — et provenant de l'Atlantique.

Le cas vaut la peine de se rappeler que ce fut sur l'*A. niger* que feu Reinhardt fit des observations sur sa phosphorescence. Il communiqua là-dessus une notice dans les *Mémoires de la Société d'histoire naturelle* (1853). Cette notice ayant été jusqu'ici plutôt négligée qu'utilisée par ceux qui ont étudié les organes lumineux des Poissons, je la reproduirai ici en substance. A plusieurs reprises, durant la traversée au Brésil, Reinhardt avait pris ce Poisson, pendant l'été de 1850, mais il ne l'avait trouvé dans la seine qu'après le coucher du soleil, c'est-à-dire au moment où la surface de la mer commence à se peupler, par grandes masses, de Ptéropodes, Atlantes, Crustacés, etc., parmi lesquels le petit Poisson en question cherche probablement sa pâture et en compagnie desquels, durant le jour, il gagne l'eau profonde. Reinhardt réussit deux fois à prendre ce Poisson, et en vit alors rayonner une lumière verdâtre très vive, qui paraissait, disparaissait et reparaissait, mais toujours instantanément, et cessait entièrement à la mort de l'animal. Comme ni l'un ni l'autre de ces deux spécimens ne survécut plus de quelques instants très courts à sa sortie du filet; comme, en outre, la lumière émise n'était visible que dans l'obscurité, ce fut seulement à l'examen du second spécimen, pêché plusieurs jours après le premier, que Reinhardt se convainquit que la lumière jaillissait d'une tache située sur le front, un peu en avant des yeux, et qu'à partir de là elle formait comme des jets se prolongeant le long du dos jusqu'à la première dorsale, le reste du corps du Poisson restant tout à fait obscur. Reinhardt ajoute qu'en examinant sur des spécimens conservés dans l'alcool la tache blanchâtre d'où se répandait la lumière, on trouve qu'à l'endroit en question il y a sous la peau, ou peut-être plus exactement dans la peau, un tissu conjonctif formé de mailles assez grandes et remplies d'une substance d'aspect graisseux, qui forme sans doute le point de départ de la *phosphorescence*, bien qu'à vrai dire, il n'ait pas pu la poursuivre, au moins à l'état aggloméré, au dela des yeux, par conséquent moins loin en arrière que ne paraît s'étendre la *phosphorescence*.

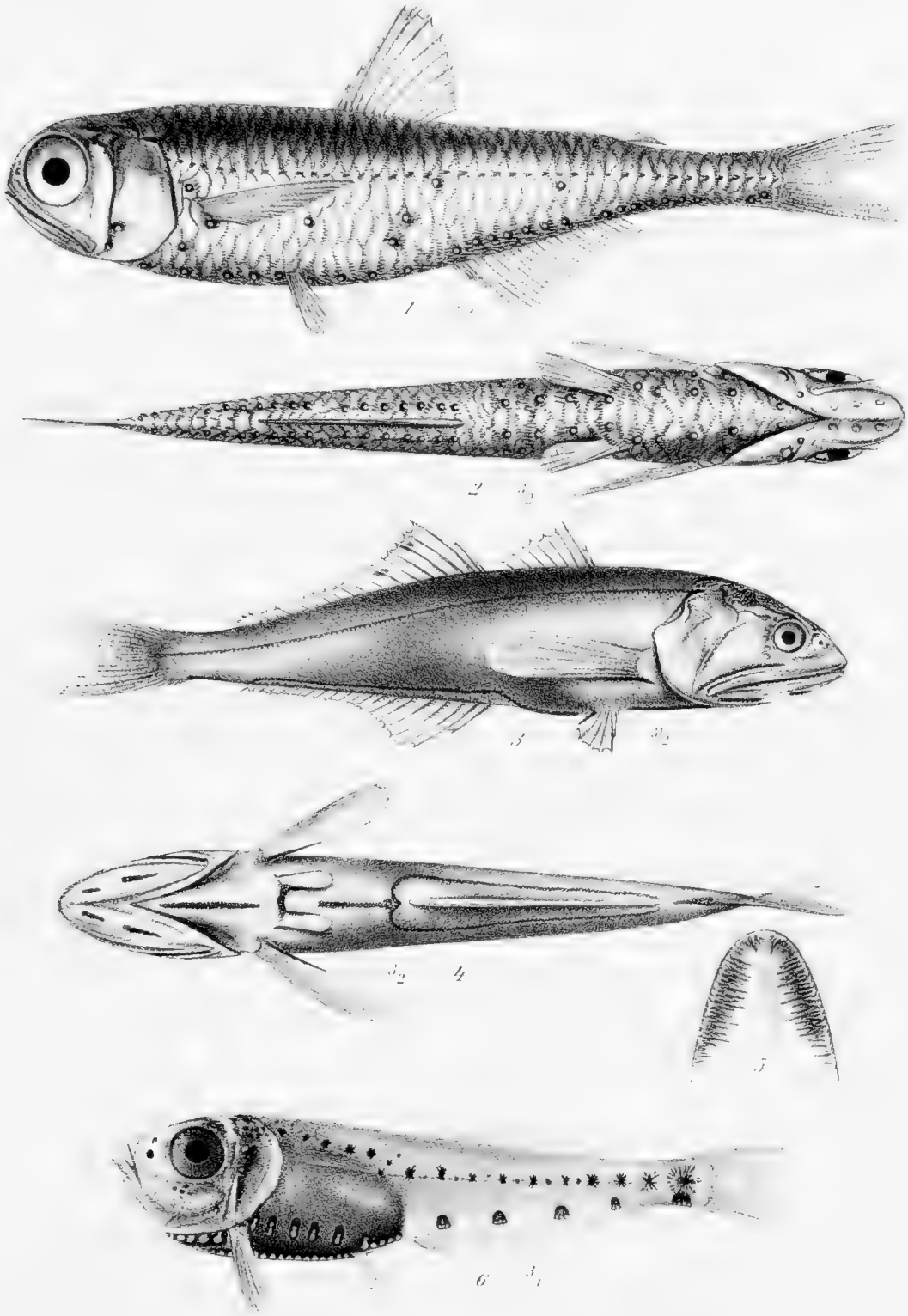
Le *Diplophos tænia* est décrit et représenté pl. II, fig. 1—3, d'après des spécimens jeunes (41^{mm}) et un autre plus âgé (85^{mm}), provenant de diverses régions de l'océan Atlantique. Je suppose que la forme assez bien développée (fig. 1 et 2) appartient à la même espèce que les individus jeunes représentés par la fig. 3 et qui répondent mieux à l'idée qu'on a pu jusqu'ici se faire de ce type rare connu, aujourd'hui encore, seulement par quelques spécimens jeunes.

J'ai profité de l'occasion pour représenter — pl. II, fig. 4—5 — le *Gonostoma (Cyclothone) microdon* Gthr., espèce très répandue, d'après des spécimens provenant de la baie de Baffin. Ailleurs j'ai rendu compte de sa synonymie et de la relation qui existe entre les genres *Neostoma*, *Gonostoma* et *Cyclothone* (comp. la citation, p. 60, note).

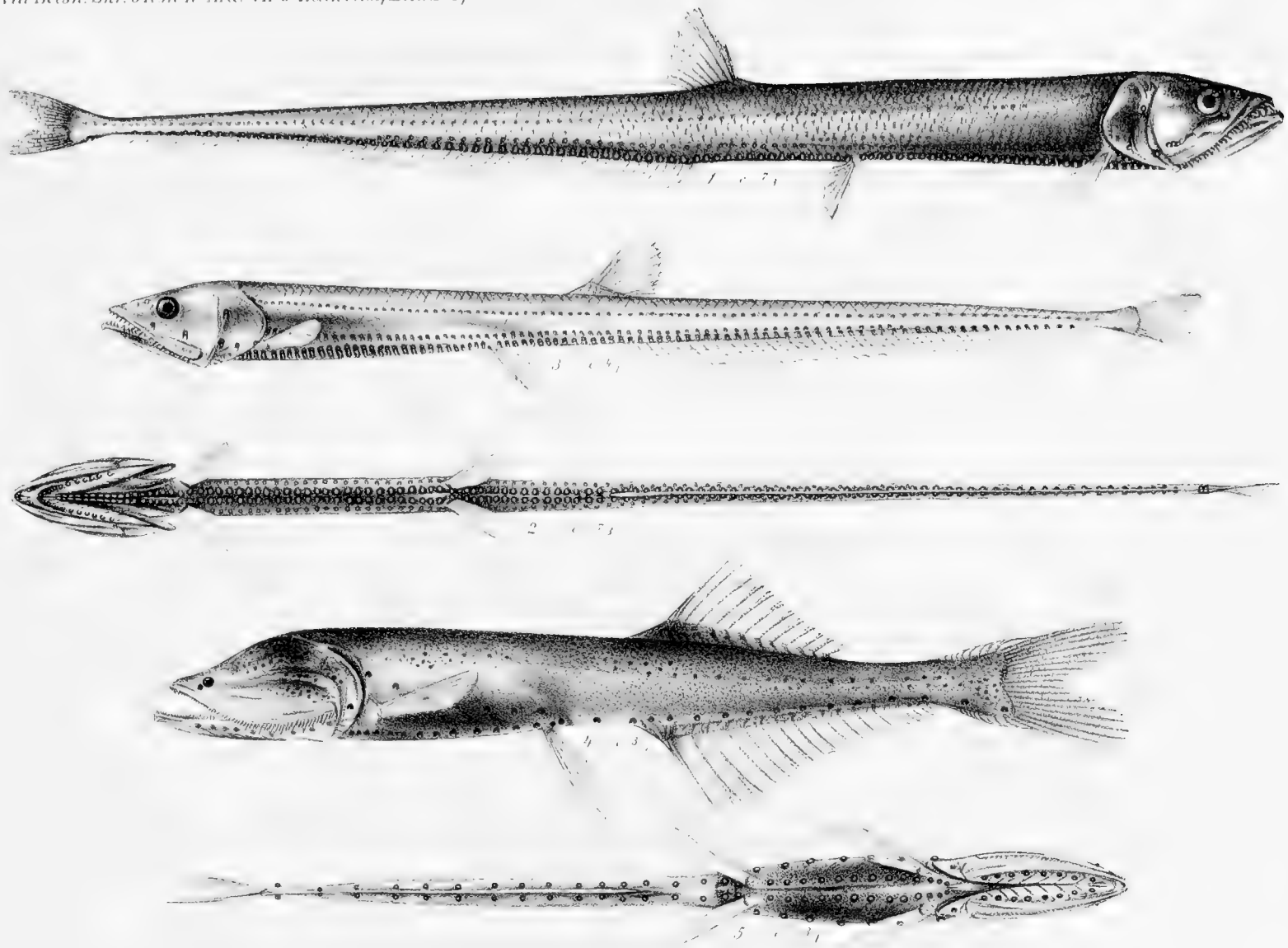
Un petit spécimen d'un *Scopélin* sans pectorales et à ventrales extraordinairement allongées, spécimen pêché dans l'Atlantique, a des rapports assez intimes avec les *Idiacanthus*, les *Photonectes* et les *Malacosteus*; on le voit figuré dans le dessin de la page 61. Il se trouva rentrer dans le genre que M. Collett appelle *Photostomias*, et, que peu après l'établissement de ce dernier, M. Alcock a établi sous le nom de *Thaumastomias*. Comme espèce il est assez sûrement identique au *Photostomias Guernei* Coll., peut-être aussi au *Th. attrox* Alc. (de l'océan Indien).

J'ai fait le relevé des lieux d'où notre Musée a tiré ses spécimens des *Sternoptyx diaphanus*, *Argyropelecus hemigymnus* et *A. Olfersii*. Ayant été à même d'étudier deux spécimens de l'*A. aculeatus*, je peux maintenir l'indépendance de cette espèce rare, tandis qu'il ne me paraît pas impossible que l'*A. Durvillii* soit l'identique de l'*A. Olfersii*. Une quatrième espèce est celle que feu Esmark donna comme *A. elongatus* provenant de la mer de Chine. J'en communique une description d'après le spécimen original du Musée de Christiania semblant appartenir à une espèce inconnue en d'autres musées. (Les *A. intermedius* Clarke et *Sternoptychides amabilis* Ogilby, de la Nouvelle-Zélande et de l'île de Lord Howe, sont mentionnés pour embrasser ce qu'on sait sur ce groupe remarquable, malgré l'insuffisance des renseignements donnés.)

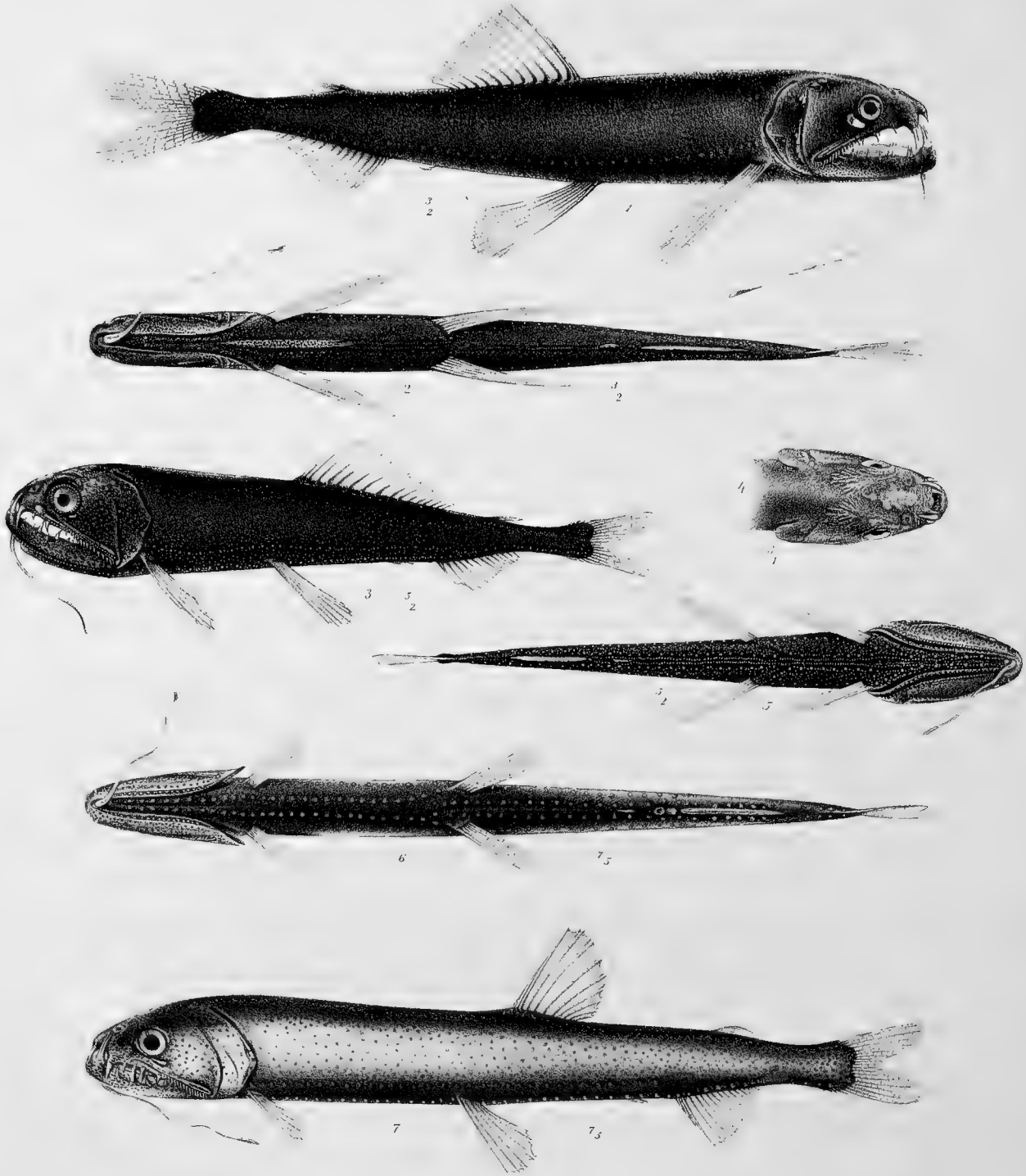
Je termine en décrivant un genre acanthoptérygien probablement nouveau, celui du *Pseudoscopelus scriptus*, dont la parenté de famille ne m'est pas claire: elle se distingue par deux dorsales et une peau nue, ornée des lignes régulières, ou plutôt des rubans étroits, formés de pores fins et indiqués dans les fig. 3 et 4 de la planche I. Je renvoie le lecteur à cette planche et à la diagnose générique donnée en latin p. 65. Le spécimen en question a été trouvé dans l'estomac d'un *Acanthocybium* pêché au débouché du détroit dit *Vieux canal de Bahama*.



1.2 Scopelus spinosus Std. 3.4.5. Pseudoscopelus scriptus Ltk.
6. Maurolicus tripunctulatus Esmark



1-3 Diplophos tænia (Günth.) 4. 5. Cyclothone microdon (Günth.)



1. 2. Astronesthes Richardsonii Poey. 3.4.5. A. niger Richards
6. 7. A. Martensii Klunz.

Om
den elektrolytiske Dissociationsvarme
af nogle Syrer.

Af

Emil Petersen.

Vidensk. Selsk. Skr., 6. Række, naturvidenskabelig og mathematisk Afd. VII. 7

København.

Bianco Lunos Kgl. Hof-Bogtrykkeri (F. Dreyer)

1892.

Indhold.

Theorien om en delvis Dissociation af de i vandig Opløsning elektrisk ledende Stoffer i deres Ioner, der er fremsat af Arrhenius[1]), har i Løbet af kort Tid vist sig at være overordentlig frugtbringende. Ikke blot have tidligere opdagede Kendsgerninger og Love derigennem fundet en rationel og énsartet Forklaring; men ogsaa hidtil ubekendte, almindelige Resultater ere afledede som Konsekvenser af Theorien og ere ved Forsøg blevne bekræftede af Erfaringen. Jeg hidsætter en ganske kortfattet Redegørelse for de vigtigste herhen hørende Arbejder.

Ved Hjælp af den mekaniske Varmetheori har van't Hoff[2]) bevist, at de almindelige Love for Luftarterne særligt ogsaa Avogadros Lov, have Gyldighed ogsaa for Stofferne i fortyndet Opløsning, idet for disse det saakaldte osmotiske Tryk har samme Betydning som det almindelige Lufttryk for Luftarterne. Resultaterne bekræftedes af de Erfaringer, der vare gjorte dels ved direkte Maaling af det osmotiske Tryk, dels ad indirekte Vej, navnlig ved Bestemmelser af Frysepunktet og Dampspændingen for Opløsningerne.[3]) Dog syntes vandige Opløsninger af de fleste Salte, Syrer og Baser at danne en Undtagelse.

For disse var det af Arrhenius[4]) vist, at Ledningsevnen for den elektriske Strøm tiltager med Fortyndingen paa en saadan Maade, at ved den yderste Fortyndingsgrad, ved hvilken Ledningsevnen praktisk lod sig bestemme, for de gode Lederes Vedkommende samtlige Molekyler deltage i Ledningen, medens ved større Koncentration kun en Del ere «aktive», Resten «inaktive». Disse Forhold saavel som Undtagelserne fra Lovene om det osmotiske Tryk forklarede Arrhenius[5]) ved den Antagelse, at disse Stoffer i vandig Opløsning ved endelig Koncentration vare delvis dissocierede i de Molekyldele, der udtræde ved Elektrolysen, d. v. s. deres Ioner, at disse forhøje det osmotiske Tryk

---

[1]) Zeitschrift für physikalische Chemie I, p. 631.

[2]) Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar 21, Nr. 17. — Zeitschr. für phys. Chemie I, 497.

[3]) Særligt Raoult: Annales de chimie et de physique, 5ième Série, Tome 26, 6ième Série, Tome 21. — Comptes rendus 87, p. 167.

[4]) Bihang till Sv. Vet.-Akad. Handl. 8, Nr. 13 (p. 61).

[5]) Zeitschr. für phys. Chemie I, p. 631.

som selvstændige Molekyler og at kun disse deltage i Ledningen. Dissociationsgraden eller Forholdet mellem Antallet af dissocierede Molekyler og det samlede Antal af Molekyler i Opløsningen bliver da lig den af Ledningsevnen beregnede Aktivitetskoëfficient og kan beregnes ogsaa af Forholdet mellem den fundne og den beregnede Frysepunktsdepression. Begge Beregningsmaader gave for en talrig Række af Elektrolyter godt overensstemmende Tal. Ligeledes stemme de af de Vries[1]) fundne Værdier for det osmotiske Tryk, udtrykt ved Hjælp af de saakaldte isotoniske Koëfficienter, godt overens med de Værdier, der beregnes af Ledningsevnen. Ogsaa den saakaldte additive Natur af flere Egenskaber hos vandige Saltopløsninger — den konstante Differens i Varmetoning og Rumfangsændring ved Nevtralisation mellem Syrer og Baser; Refraktionen, Ledningsevnen, Frysepunktsdepressionen og fl. a. — lade sig forklare ud fra Theorien[2]). Det samme gælder de saakaldte abnorme analytiske Reaktioner, ligesom der ved Theorien vindes et bestemt Kriterium paa virkelige Dobbeltsalte[3]).

For Ligevægtsbetingelsen mellem en binær Elektrolyt og dens to Ioner opstillede Ostwald[4]) den for Luftarter i analoge Tilfælde gældende Dissociationsligning, hvoraf følger den saakaldte Fortyndingslov, efter hvilken Dissociationsgraden lader sig beregne for enhver Fortynding ved Hjælp af den almindeligt gældende Konstant. Gyldigheden af Loven er vist for en talrig Række af énbasiske, organiske Syrer af van't Hoff og Reicher[5]) og navnlig af Ostwald[6]).

Den relative Affinitet eller Reaktionsevnen for Syrerne, der ved Forsøg efter forskellige Methoder — dels statiske, dels kinetiske — var bestemt overensstemmende for en større Række af Syrer i vandig Opløsning, viste sig at stemme overens med den relative Ledningsevne[7]), hvilket lader sig forklare ved Hjælp af Theorien under den Forudsætning, at Syrernes Reaktionsevne er proportional med Antallet af Ioner i Opløsningen[8]). Ogsaa for mange Basers Vedkommende har senere vist sig Tilnærmelse til en lignende Proportionalitet[9]).

Ledningsevnen af en Blanding af flere Elektrolyter beregnedes af Arrhenius[10]) ved Hjælp af den paa Dissociationen grundede Theori for isohydriske Opløsninger

---

[1]) Zeitschr. für phys. Chemie II, p. 415 og III, p. 103.
[2]) Arrhenius l. c.
[3]) Zeitschr. für phys. Chemie, III, p. 588.
[4]) Ibid. II, p. 36 og p. 270.
[5]) Ibid. II, p. 777.
[6]) Ibid. II, p. 278 og III, p. 170, p. 241 og p. 369.
[7]) Arrhenius, Bihang till Sv. Vet.-Akad. Handl. 8, Nr. 14, p. 60. — Ostwald, Journal für praktische Chemie, [2], 30, p. 95.
[8]) Arrhenius, Zeitschr. für phys. Chemie IV, p. 226.
[9]) Walker, Zeitschr. für phys. Chemie IV, p. 319; Bugardszky, ibid. VIII, p. 398.
[10]) Zeitschr für phys. Chemie II, p. 284.

og viste sig overensstemmende med Forsøgene. Derved beregnedes ogsaa den gensidige Indvirkning paa Dissociationsgraden af to Elektrolyter med en fælles Ion, hvilket prøvedes experimentelt ved Indvirkning paa Reaktionshastigheden af svage Syrer og Baser af deres nevtrale Salte[1]).

For Diffusionshastigheden af forskellige Salte, Syrer og Baser i fortyndet vandig Opløsning er af Nernst[2]) ved Hjælp af den ved Ledningsevnen bestemte Dissociation beregnet Værdier, der i de fleste Tilfælde stemme godt overens med de ved tidligere Forsøg fundne Tal.

Varmetoningen ved den elektrolytiske Dissociation er beregnet af Arrhenius[3]) paa Grundlag af den mekaniske Varmelære for et større Antal Stoffer; herved er tillige vundet en Forklaring paa Værdierne af forskellige Syrers Nevtralisationsvarme (se nærmere nedenfor).

Den gensidige Indflydelse af Salte paa hinandens Opløselighed er af Nernst[4]) beregnet paa Grundlag af Theorien og Beregningerne senere bekræftede ved Forsøg af Noyes[5]) og Le Blanc[6]).

Det anførte viser, hvor stor Betydning Theorien alt har faaet, og det tør vel antages, at vi endnu kun staa ved Begyndelsen. Foruden at finde nye Anvendelser og Konsekvenser af Theorien har det forekommet mig ogsaa at være af Interesse nærmere at undersøge og uddybe de allerede vundne Erfaringer. Ikke blot ere nemlig de Resultater, disse have givet, i adskillige Tilfælde af saa ny og overraskende Natur, at en nærmere, alsidig Drøftelse kan synes ønskelig; men gennemgaar man Rækken af de Experimentalundersøgelser, der ere udførte, tildels for at bekræfte de theoretiske Forudsætninger, findes de i flere Tilfælde vel talrige i Antal, men dog ret begrænsede i Henseende til deres Art. Saaledes gælde f. Ex. de fundne Forhold for Reaktionsevnen væsentlig kun Syrerne. Fortyndingsloven gælder kun for svage, énbasiske, organiske Syrer, medens uorganiske Syrer samt Baser og Salte enten ikke ere undersøgte eller synes at følge andre Love. Ogsaa Overénsstemmelsen mellem den af Frysepunktsdepressionen og den af Ledningsevnen beregnede Dissociationsgrad er kun paavist i et forholdsvis begrænset Antal af Tilfælde og savner ikke Undtagelser (Exempler paa Afvigelser i andre Tilfælde ville findes i det følgende). En nærmere Prøvelse af Forholdene i specielle Tilfælde — selvfølgelig gennemført uden Hensyn til, om Resultaterne tale for eller imod Theorien — vil da

---

[1]) Öfversigt af Sv. Vet.-Akad. Handl. Nr. 10, p. 619. — Zeitschr. für phys. Chemie IV, p. 237.
[2]) Zeitschr. für phys. Chemie II, p. 613.
[3]) Ibid. IV, p. 96.
[4]) Ibid. IV, p. 372.
[5]) Ibid. VI, p. 246.
[6]) Ibid. VI, p. 385.

muligvis kunne føre til at skitsere de Grænser, der i alt Fald foreløbigt maa sættes for Theoriens Gyldighed.

I den ovenfor nævnte Afhandling af Arrhenius[1]) har denne Forfatter beregnet «den elektrolytiske Dissociationsvarme» — hvorved han forstaar Varmetoningen ved Dannelsen af Stofferne af deres Ioner i vandig Opløsning, altsaa i almindelig thermokemisk Betydning Associations- eller Dannelsesvarmen — for en Række af Syrer og Salte, samt for Natronhydrat ved Hjælp af følgende Formel:

$$\frac{d\,l\,k}{d\,t} + \frac{1}{T} = \frac{A\,W}{R\,T^2},$$

hvor k er Dissociationskonstanten, der findes ved Hjælp af Dissociationsgraden, idet $k = \frac{C_1 . C_2}{C}$, hvor C_1 og C_2 er Koncentrationen af de to Ioner, C af den ikke-dissocierede Rest; A er det mekaniske Varmeækvivalent for 1^c, R Konstanten i den almindelige Ligning for Luftarter (og fortyndede Opløsninger), altsaa $\frac{A}{R} = \frac{1}{2}^c$, og endelig W Omsætningsvarmen (med Fortegn som i de thermodynamiske Formler). For at finde $\frac{d\,l\,k}{d\,t}$ sættes tilnærmelsesvis

$$\frac{d\,l\,k}{d\,t} = \frac{l\,k_2 - l\,k_1}{t_2 - t_1},$$

idet Værdierne k_1 og k_2 af Dissociationskonstanten ved forskellige Temperaturer t_2 og t_1 bestemmes ved Hjælp af Ledningsevnen. Senere[1]) har Forf. ændret denne Ligning, der gælder for konstant Tryk, til

$$\frac{d\,l\,k}{d\,t} = \frac{A\,W}{R\,T^2},$$

der gælder for konstant Volumen, og derved beregnet ny Værdier for Dissociationsvarmen, der afvige ret betydeligt fra de først beregnede.

Idet jeg bortser fra den theoretiske Begrundelse af den nævnte Ligning — der paa Grundlag af den mekaniske Varmetheoris Principer først er opstillet for Dissociationen af Luftarter[3]), og hvis Anvendelse i det foreliggende Tilfælde søger sin Berettigelse deri, at de almindelige Love for Luftarterne ogsaa have Gyldighed for Stofferne i fortyndet Opløsning — skal jeg blot nævne, at van't Hoff[4]) ved Hjælp af denne Formel har beregnet Varmetoningen for reciproke Processer mellem Stoffer i vandig Opløsning,

---

[1]) Zeitschr. für phys. Chemie, IV, p. 96.
[2]) Zeitschr. für phys. Chemie, IX, p. 339.
[3]) Van't Hoff: Études de dynamique chimique, p. 127.
[4]) Sv. Vet.-Akad. Handl. 21, Nr. 17.

nemlig for saadanne, hvor denne lader sig bestemme ved direkte Forsøg, saasom Opløsningsvarmen for en Række af Stoffer (ved Hjælp af Opløseligheden ved forskellige Temperaturer), Varmetoningen ved den partielle Sønderdeling af Natriumsulfat med Salpetersyre og Varmetoningen ved Sønderdelingen af $PbJ_2.KJ.2H_2O$ med Vand, og i disse Tilfælde fundet god Overensstemmelse mellem Theori og Erfaring.

De af Arrhenius beregnede Værdier for Dissociationsvarmen lade sig ikke bestemme ved direkte Forsøg. Forf. har søgt at kontrollere dem, idet han ved deres Hjælp beregner Nevtralisationsvarmen for en Række af Syrer og sammenligner de saaledes beregnede Værdier med dem, der ere fundne ved thermokemiske Undersøgelser. Ifølge Dissociationstheorien bestaar Nevtralisationen i vandig Opløsning væsentlig af en Vanddannelse, (HO,H), hvortil kommer den fuldstændige Dissociation af Syren og Basen (der iforvejen ere partielt dissocierede), samt endelig en partiel Saltdannelse. Varmetoningen ved de tre sidstnævnte Processer har da Forf. bestemt som ovenfor nævnt. Subtraheres Summen af disse Varmetoninger fra de ved Forsøgene fundne Tal for Nevtralisationsvarmen, skulde for alle Syrerne faas samme Værdi, nemlig Dissociationsvarmen for Vandet, hvilket virkelig med stor Tilnærmelse viser sig at være Tilfældet; i Gennemsnit bliver den (ved 21°,5) 132,1 K, den største Afvigelse fra denne Middelværdi beløber sig til 2,9 K (for Saltsyren).

Hertil maa nu bemærkes følgende. De fundne Værdier for Dissociationsvarmen ere i intet Tilfælde betydelige [1]). Da nu Dissociationen for de stærke Syrer, saavel som for Saltene og for Natronhydrat, ved de Fortyndingsgrader, ved hvilke Forsøgene ere udførte (1 Grammolekyle i 3,6—7,2 Liter), nærmer sig til at være fuldstændig, blive de Varmetoninger, der svare til de ovennævnte tre Led af Nevtralisationen, kun smaa Brøkdele af Dissociationsvarmen, altsaa forholdsvis smaa Størrelser (1—2 K), der sikkert ville forsvinde i de ved Forsøgene — saavel de elektrokemiske som de thermokemiske — uundgaaelige Fejl. Noget lignende er Tilfældet med saadanne svage Syrer som Eddikesyre, Propionsyre og Smørsyre. Af disse Syrer dissocieres vel den største Del ved Nevtralisationen; men selve Dissociationsvarmen har kun ringe Værdi (4—9 K). For alle disse Syrer kan Sammenligningen mellem den beregnede og den fundne Nevtralisationsvarme ikke siges at være noget Bevis for Rigtigheden af de fundne Værdier for Dissociationsvarmen, (med mindre man for de tre fede Syrers Vedkommende i Overensstemmelsen mellem den ringe Værdi af den fundne Dissociationsvarme og den ringe Afvigelse fra den konstante Nevtralisationsvarme vil se et Bevis paa Rigtigheden af den førstnævnte). Dette ses tydeligt ogsaa deraf, at uagtet Værdierne for Dissociationsvarmen ved Beregning efter de to forskellige Formler variere for hvert Stof c. 6 K — en Værdi, der hyppigt overskrider selve

[1]) Maximum indtræffer for H_3PO_2 med 37,5 K (ved 21°,5).

de fundne Tal — har dette dog, som Forf. bemærker[1], ingen Indflydelse paa Overensstemmelsen mellem de beregnede og de fundne Tal.

Noget anderledes stiller Forholdet sig for følgende svage Syrer: Fosforundersyrling, Fluorbrinte, Dikloreddikesyre, Fosforsyre og Ravsyre. For de fire første er den fundne Dissociationsvarme ret betydelig positiv[2], og da de tillige kun ere dissocierede i ringere Grad, bliver den beregnede Nevtralisationsvarme ikke ubetydeligt større, end den normale, hvilket som bekendt virkelig ogsaa er Tilfældet. Det syntes mig derfor af Interesse at forsøge, om man ad andre Veje kunde ved direkte Maalinger særligt for de nævnte Syrer erholde Værdier, der kunde tjene som Kontrol for Rigtigheden af de opstillede Forudsætninger. Jeg har forsøgt dette ved at bestemme: 1) Fortyndingsvarmen af Syrerne (i fortyndede Opløsninger); 2) (i enkelte Tilfælde) Varmetoningen ved Indvirkning af Syrerne paa deres Natriumsalte; 3) Frysepunktsdepressionen for Syrerne og deres Natriumsalte i vandig Opløsning; 4) Nevtralisationsvarmen i absolut Alkohol; 5) Forskellen mellem Opløsningsvarmen i Vand og i absolut Alkohol. — Forinden jeg gaar over til at omtale disse Forsøg nærmere, skal jeg meddele de Fremgangsmaader, der ere anvendte ved Fremstillingen af de undersøgte Stoffer og deres normale Opløsninger, samt en Oversigt over den af Ledningsevnen beregnede Dissociationsgrad for Syrerne og deres Natriumsalte i forskellige Fortyndingsgrader.

1. Fremstilling af de undersøgte Stoffer og deres normale Opløsninger.

Fosforundersyrling fremstilledes i vandfri Tilstand efter den af J. Thomsen[3] angivne Fremgangsmaade. Syren krystalliserede fuldstændigt ved Afkøling. Den indeholder en ringe Mængde Fosforsyre, der dog ikke faar nogen væsentlig Indflydelse paa Forsøgene (se p. 30). — De normale Opløsninger fremstilledes ved Vejningstitrering af de (ikke helt inddampede) Opløsninger med Natronopløsning og Afvejning med Nøjagtighed af 1 Ctgr. Opløsningerne af Natriumsaltet fremstilledes ved Tilsætning af et Spor af Fenolfthaleïn og derpaa Natronlud indtil svagt begyndende Farvning til de forud bestemte Opløsninger af Syren.

Fosforsyrens normale Opløsninger erholdtes ved at bestemme Syren i mere

---

[1]) Zeitschr. für phys. Chemie, IX, p. 342.

[2]) Jeg bemærker, at jeg her og fremdeles — som almindeligt i Thermokemien — regner den ved Processen udtrædende Varmemængde positiv, saa at Dissociationsvarmen faar Fortegn modsat det, der benyttes af Arrhenius, der omvendt regner den indtrædende Varmemængde positiv, som almindeligt i thermodynamiske Formler.

[3]) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Band 7, p. 994.

koncentrerede Opløsninger som Magniumpyrofosfat og fortynde ved Afvejning (paa 1 Ctgr.), Opløsningerne af énbasisk Natriumfosfat ved Blanding af lige Molekyler af det almindelige tobasiske Natriumfosfat og fri Forforsyre i Opløsninger, hvis Styrke forud var bestemt paa lignende Maade.

Dikloreddikesyren fremstilledes ved den af O. Wallach[1]) angivne Reaktion mellem Kloralhydrat og Cyankalium:

$$CCl_3.CH(OH)_2 + KNC = CCl_2H.COOH + KCl + HNC.$$

Wallach angiver, at Reaktionen helst maa udføres med spirituøse Opløsninger (hvorved erholdes Æthylætheren), da den i vandig Opløsning foregaar med for stor Heftighed. Den forløber dog i Vinaand meget langsomt og lader sig ogsaa meget vel udføre i vandig Opløsning, naar Cyankaliumopløsningen tilsættes lidt efter lidt og der sørges for fuldstændig Bortledning af den udviklede Cyanbrinte. Følgende Fremgangsmaade er fremgaaet som Resultat af ofte gentagne Forsøg: 100 Gr. Kloralhydrat opløses i sin dobbelte Vægt Vand, og Opløsningen bringes i Kog i en Kolbe, forsynet med tætsluttende Prop, hvori en Tilgydningstragt og et Allihns Svaleapparat, hvorigennem Cyanbrinten afledes. Ved Hjælp af en Skilletragt med udtrukken Spids tilsættes derpaa langsomt og draabevis 50 Gr. Cyankalium (i c. 150 Gr. Vand). Reaktionen fuldbyrdes under stærk Opbrusning. Naar alt Cyankalium er tilsat, indeholder den gulbrunt farvede Opløsning væsentlig Klorkalium og Dikloreddikesyre. Ved ligefrem Destillation af Opløsningen vilde den største Mængde af Dikloreddikesyren faas i stærkt fortyndet, klorbrinteholdig Tilstand. Opløsningen nevtraliseres derfor med Kaliumkarbonat og inddampes til Tørhed, til Slutning paa Vandbad. Remanensen udkoges med 3–4 Gange sin Vægt 95 pCt.'s Alkohol og Opløsningen filtreres varm. Efter Afkøling udkrystalliserer Kaliumdikloracetatet, der er tungtopløseligt i kold Alkohol, i saa rigelig Mængde, at det hele stivner til en tyk Grød. Moderluden frasuges og giver ved Afdestillation af Alkoholen hele den deri indeholdte Mængde af Kaliumsalt, af hvilket ialt kan faas c. 90 pCt. af den beregnede Mængde. — Ved Omkrystallisation af Vinaand kan det faas fuldkommen rent. Af det tørrede Kaliumsalt, der er vandfrit, faas Syren med Destillation med (næsten vandfri) Fosforsyre. (Svovlsyre lader sig ikke anvende, da denne reduceres i betydelig Grad af Dikloreddikesyren; Destillatet hermed indeholder Svovlsyrling og Klorbrinte i rigelige Mængder.) — Destillatet rektificeres for at befris for lidt Vand og en ringe Mængde Klorbrinte. Ved c. 120° overgaar en lidt fortyndet, klorbrinteholdig Syre, der opsamles for sig og kan oparbejdes ved Nevtralisation med Kaliumkarbonat. Naar Destillatet ikke længere giver Klorreaktion, stiger Temperaturen hurtigt til 190°—191°, hvorved overgaar under Kogning ren Dikloreddike-

[1]) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Band 10, p. 2120.

syre. — Ved nøjagtig Vejningstitrering af en afvejet Mængde med c. halvnormal Natronlud fandtes Molekularvægten 129,3 (beregnet 129,0).

De normale, fortyndede Opløsninger af Syren og Natriumsaltet fremstilledes ved Titrering og nøjagtig Afvejning af mere koncentrererede Opløsninger.

Smørsyre fremstilledes af smørsurt Natron[1]) paa sædvanlig Maade. Den vundne Syre blev efter Afvanding rektificeret gentagne Gange, idet der tilsidst opsamledes, hvad der overgik ved 161°—164°. Dette Destillat viste ved Titrering Molekularvægten 88,15 (Beregnet 88,0). Ved Fældning af den nevtraliserede Opløsning med Sølvnitrat erholdtes et Sølvsalt, af hvilket 1,1218 Gr. ved forsigtig Opvarmning til Glødning efterlod 0,6250 Gr. Sølv (beregnet 0,6210 Gr.). — Normale Opløsninger af Syren og Saltet fremstilledes paa lignende Maade som af Dikloreddikesyren.

Ravsyren fremstilledes ved flere Gange gentagen Omkrystallisation af Handelsvaren af fortyndet Salpetersyre, indtil Syren viste sig fuldkommen ren hvid.

2. Dissociationsgraden af Syrerne og deres Natriumsalte ved forskellige Fortyndingsgrader.

Graden af den elektrolytiske Dissociation eller Forholdet mellem Antallet af dissocierede Molekyler og det samlede Antal af Molekyler i Opløsningen kan beregnes ved Hjælp af den elektriske Ledningsevne. Kaldes Dissociationsgraden x, Ledningsevnen ved den paagældende Fortynding μ, ved «uendelig» Fortynding μ_∞, er[2]) $x = \frac{\mu}{\mu_\infty}$. Med stigende Fortynding voxer μ og følgelig ogsaa x. For Forholdet mellem Dissociation og Fortynding har Ostwald[3]), som ovenfor berørt, for binære Elektrolyter opstillet følgende Relation:

$$\frac{x^2}{V(1-x)} = k,$$

hvor V er det Antal af Liter, der indeholder et Grammolekyle af det opløste Stof, k en Konstant, der afhænger af Stoffets Natur. Formlen tillader at beregne Dissociationsgraden for en hvilkensomhelst Fortynding, naar Ligningen løses med Hensyn til x:

$$x = -\frac{kV}{2} + \sqrt{\left(\frac{kV}{2}\right)^2 + kV}.$$

Nedenfor meddeles til nærmere Anvendelse ved de følgende Maalinger en Oversigt over Dissociationsgraden af nogle Syrer og Natriumsalte ved forskellige Fortyndingsgrader

---

[1]) Fra Schuchardt i Görlitz.

[2]) Arrhenius, Zeitschr. für phys. Chemie, I, p. 631.

[3]) Ibid. II, p. 36 og p. 270.

tilligemed den paa angivne Maade beregnede Værdi af k. Overensstemmelsen mellem den af Ledningsevnen og den af Frysepunktsdepressionen beregnede Dissociationsgrad (se nedenfor p. 26) viser, at ogsaa de svage flerbasiske Syrer ved de foreliggende Fortyndingsgrader kunne behandles som binære Elektrolyter. Til Beregningen af x er navnlig benyttet de af Arrhenius[1]) anførte Maalinger; for de Fortyndinger, for hvilke ingen direkte Maalinger foreligge (i Oversigten mærkede med *), er x beregnet ved Hjælp af k efter ovenstaaende Ligning, idet k, hvor denne ikke er konstant, beregnes ved Inter- eller Extrapolation af de nærmeste Værdier. Tillige er vedføjet den Temperatur, for hvilken Tallene have Gyldighed.

Tab. A. **Dissociationsgraden af nogle Syrer og Salte.**

V	x	k
	$CCl_2H.COOH$ (21°,5).	
*2	0,310	0,071
4	0,408	0,070
5	0,441	0,070
*8	0,514	0,068
20	0,656	0,063
	$C_2H_4(COOH)_2$ (21°,5).	
*2 8	0,0116	$0,48 \times 10^{-4}$
4	0,014	$0,50 \times 10^{-4}$
5	0,017	$0,59 \times 10^{-4}$
20	0,034	$0,60 \times 10^{-4}$
	H_3PO_4 (21°,5).	
*2	0,154	0,0140
*2,5	0,173	0,0144
4	0,201	0,0126
*5	0,216	0,0119
6	0,228	0,0112
*8	0,257	0,0111
20	0,364	0,0104
	HF (26°).	
*3,6	0,071	0,0015
5	0,080	0,0014
*10	0,113	0,00115
20	0,128	0,0009

V	x	k
	H_3PO_2 (21°,5).	
*1	0,299	0,127
2	0,370	0,109
*3	0,418	0,100
4	0,448	0,091
*8	0,547	0,083
10	0,562	0,067
	NaH_2PO_4 (21°,5).	
2	0,567	0,371
*2,5	0,601	0,363
*5	0,702	0,331
10	0,741	0,212
	NaF (18°).	
2	0,665	0,660
*3,6	0,746	0,610
*7,2	0,798	0,438
10	0,812	0,351
	NaC_3H_7COO (21°,5).	
*1	0,486	0,460
2	0,592	0,429
*4	0,695	0,397
*8	0,760	0,301
10	0,776	0,269

Det ses, at medens k tilnærmelsesvis er konstant for de to organiske Syrers Vedkommende — overensstemmende med Ostwalds Maalinger af énbasiske, organiske Syrer —

[1]) Arrhenius, Zeitschr. für phys. Chemie, IV, p. 96.

forandrer dens Værdi for de øvrige Syrer og navnlig for Saltenes Vedkommende sig i betydelig Grad; dog gælder, som Ostwald har fremhævet, Loven kun for stærkt fortyndede Opløsninger, medens ved større Koncentration k ogsaa for de organiske Syrer voxer med Koncentrationen.

Som Kontrol for Rigtigheden af de beregnede Værdier har jeg bestemt Dissociationsgraden ad anden Vei, nemlig ved Hjælp af Frysepunktsdepressionen (se nedenfor p. 26). De saaledes fundne Tal stemme for Syrernes Vedkommende godt overens med de af Ledningsevnen beregnede.

3. Fortyndingsvarmen.

Ved Fortynding af vandige Opløsninger af Syrer, Baser og Salte tiltager den molekulære Ledningsevne og dermed Dissociationen af disse, for de i ringe Grad ledende meget betydeligt. Det ligger da nær at søge Aarsagen til Fortyndingsvarmen i Ændringen af Dissociationsgraden og den dermed forbundne Varmetoning. Bortset nemlig fra den saakaldte indre Gnidning, der for fortyndede Opløsninger kan anses for at være forsvindende, kan man, da Lovene for Luftarterne ogsaa gælde for Stofferne i fortyndet Opløsning, sammenligne Fortyndingen af Opløsningerne med Udvidelsen af en Luftart uden at denne udretter noget ydre Arbejde, hvorved, som bekendt, Udvidelsen ikke er ledsaget af nogen Varmetoning. En saadan maa da ved Opløsningerne udelukkende tilskrives den stedfindende Forøgelse af Dissociationsgraden.

Nu gælder imidlertid Lovene for Opløsningerne kun for fortyndede Opløsninger. For disse er den Varmetoning, der finder Sted ved yderligere Fortynding, i Almindelighed meget ringe, og desuden kan ved Forsøgene, hvor Stofmængden er begrændset, kun en Brøkdel af den molekulære Fortyndingsvarme maales. Endvidere er for de stærkt dissocierede Stoffer (Salte, stærke Syrer) Ændringen af Dissociationsgraden ved Fortynding ligeledes kun ringe, saa at kun en lille Del af den — som Helhed ikke betydelige — Dissociationsvarme vil ytre sig. I de fleste Tilfælde vil derfor saavel den Varmetoning, der kan maales ved thermokemiske Forsøg, som den af Dissociationsvarmen beregnede begge være saa smaa, at en Sammenligning mellem dem er betydningsløs.

Vil man derfor til Prøve paa Rigtigheden af Forudsætningerne for de af Ledningsevnen beregnede Værdier for Dissociationsvarmen anstille en saadan Sammenligning, er man i Valget af Stoffer indskrænket til saadanne, der have en relativt betydelig Dissociationsvarme og ikke ere stærkt dissocierede. Dette gælder for følgende fem Syrer: Fluorbrinte, Fosforundersyrling, Dikloreddikesyre, Fosforsyre og Ravsyre, for hvilke jeg derfor har maalt Varmetoningen ved Fortynding i forskellig Grad. Tillige har jeg maalt Fortyndingsvarmen for Natriumbutyrat (for hvilket Stof Dissociationsvarmen

ved den første af Arrhenius foretagne Beregning var funden forholdsvis betydelig, — 1140^c, medens den ved den senere foretagne Beregning er reduceret til — 547^c), her ved forskellige Temperaturer, da Beregningen af Dissociationsvarmen for dette Stof gælder for 35°.

Dog er selv for disse Stoffer den Varmetoning, der maales ved Forsøgene, ikke meget betydelig. For at opnaa større Nøjagtighed har jeg derfor for hver Fortynding foretaget flere, indtil 6 Forsøg med størst mulig Omhyggelighed. I Forsøgene, der ere anstillede med Blandingskalorimeteret, er Temperaturen af Vædskerne reguleret saaledes, at den ydre Lufts Temperatur saa godt som ingen Indflydelse har. Til Maaling af Temperaturen er benyttet det af Beckmann[1]) til kryoskopiske Forsøg konstruerede Thermometer, der er inddelt i Hundrededels Grader og tillader (med Loupe) at aflæse med Nøjagtighed af 0°,001. Samme Thermometer er benyttet til Aflæsning af begge Vædskers Temperatur. Det anbragtes først 5—6 Minutter i den øverste Beholder; naar Temperaturen i Løbet af denne Tid holdt sig konstant (eller kun forandrede sig nogle faa Tusindedele af en Grad) flyttedes det hurtigt ned i den nederste Beholder (der indeholdt Opløsningen af Stoffet), hvor det forblev 2 à 3 Minutter under Omrøring forinden Blandingen foretoges. — Ved Fortyndingen af Syrerne blev forinden til det destillerede Vand tilsat nogle faa Draaber af Syreopløsningen for at nevtralisere Virkningen af det i Vandet indeholdte Spor af Ammoniak.

I de følgende Forsøg have Tegnene den i J. Thomsens «Thermochemische Untersuchungen» almindeligt anvendte Betydning. Vandværdien af Kalorimeterbeholderen med Røreapparat og Thermometer er 9,7, ved Forsøgene med Fluorbrinte dog 12,0, idet Thermometeret her var nedsænket i et med Kviksølv til passende Højde fyldt Prøveglas, der udvendig var overtrukket med et Fedtstof. — Forsøgene ere anstillede ved en Temperatur af c. 21°,5, ved hvilken Temperatur Dissociationsvarmen er bestemt. (For Fluorbrinte gælder denne dog for 33°.) — Angivelsen af Fortyndingen betegner det Antal Kilogram af Opløsningerne, der indeholde 1 Grammolekyle af Stoffet.

Fortyndingsvarme af Syrerne.

Substans.	Fortynding.	s	T	a	b	$t_c - t_a$	$t_c - t_b$	r	R
HF	5—10	0,0964	21,1	480	480	0,019 — 0,286 — 0,316	0,003 0,306 0,325	10^c,6 18^c,3 8^c,2	111^c

[1]) Zeitschr. für phys. Chemie, II, p. 638.

Substans.	Fortynding.	s	T	a	b	$t_c - t_a$	$t_c - t_b$	r	R
H_3PO_2	1—2	0,4818	21,7	481,8	450	0,053	0,315	170c,3	353c
						0,010	0,360	170c,3	
	2—4	0,2327	21,5	465,4	450	— 0,291	0,469	80c,2	373c
						— 0,022	0,219	90c,4	
						0,006	0,188	89c,2	
						— 0,188	0,372	83c,5	
						0,014	0,175	86c,9	
	4—8	0,1144	21,5	457,6	450	0,036	0,160	90c,3	340c
						— 0,037	0,122	40c,1	
						— 0,182	0,262	36c,9	
						— 0,022	0,110	40c,5	
						— 0,011	0,098	40c,0	
						— 0,035	0,120	39c,1	
						— 0,088	0,167	36c,5	
$CCl_2H.COOH$	2—4	0,2405	21,6	481,0	450	0,008	0,133	65c,0	262c
						0,018	0,111	59c,7	
						0,013	0,124	63c,3	
						0,013	0,126	64c,2	
	4—8	0,11625	21,5	465,0	450	— 0,053	0,100	21c,8	197c
						— 0,015	0,064	22c,4	
						— 0,029	0,086	26c,0	
						— 0,003	0,052	22c,5	
						— 0,028	0,078	21c,8	
						— 0,024	0,071	22c,8	
H_3PO_4	2—4	0,24	21,6	480	465,5	— 0,076	0,116	18c,6	72c
						— 0,049	0,089	17c,9	
						— 0,039	0,076	16c,7	
						— 0,067	0,105	16c,8	
						— 0,081	0,118	16c,2	
	4—8	0,12	21,7	480	468,2	— 0,101	0,110	4c,1	43c
						— 0,086	0,095	4c,1	
						— 0,081	0,096	7c,9	
						— 0,070	0,082	5c,6	
						— 0,026	0,034	3c,9	
$C_2H_4(COOH)_2$	2,8—5	0,192	21,6	422,4	537,6	— 0,122	0,075	— 12c,2	— 59c
						— 0,153	0,100	— 12c,2	
						— 0,189	0,029	— 9c,8	

Substans.	Fortynding.	s	T	a	b	$t_c - t_a$	$t_c - t_b$	r	R
$C_3H_7.COONa$	1—2	0,48	21,5	480	427,2	0,035	0,164	88c,5	183c
						— 0,004	0,206	88c,1	
						— 0,014	0,215	86c,7	
	2—4	0,24	21,5	480	453,6	— 0,021	0,065	20c,0	82c
						— 0,038	0,082	19c,8	
						— 0,054	0,097	19c,0	
		0,24	7,9	480	453,6	— 0,117	0,154	15c,2	68c
						— 0,007	0.033	11c,9	
						— 0,036	0,007	21c,4	
	4—8	0,12	21,7	480	466,8	— 0,020	0,000	9c,6	66c
						— 0,031	0,047	7c,5	
						— 0,055	0,070	7c,0	
						— 0,033	0,049	7c,0	
						— 0,029	0,047	8c,5	
		0,12	8,2	480	466,8	— 0,026	0,033	1c,2	22c
						— 0,007	0,011	1c,9	
						— 0,039	0,043	1c,8	
						— 0,048	0,066	5c,5	

Det vil ses, at der mellem de enkelte Forsøg for hver Fortynding finder god Overensstemmelse Sted, saa at den Nøjagtighed, hvormed Varmetoningen er bestemt, er forholdsvis ret stor. Vil man nu sammenligne de fundne Værdier med de af Dissociationsvarmen beregnede, findes ved Hjælp af Tab. A Ændringen i Dissociationsgraden ved Fortynding; ved Multiplikation af denne med Dissociationsvarmen skulde erholdes Tal svarende til de ved Forsøgene fundne. I den følgende Oversigt er tillige medtaget nogle Stoffer, hvis Fortyndingsvarme er bestemt af J. Thomsen[1]). Endvidere er angivet Differensen mellem de beregnede og de fundne Værdier og i sidste Spalte den sandsynlige Maximalfejl ved Bestemmelsen af Fortyndingsvarmen. Denne er beregnet ved at multiplicere den største Afvigelse fra Middelværdien for r i de enkelte Forøg med $\frac{1}{s}$.

[1]) Thermochemische Untersuchungen, III, p. 34 ff.

Tab. B. **Dissociations- og Fortyndingsvarme af nogle Syrer.**

Substans.	Fortynding.	Dissociationsændring.	Varmetoning beregnet.	Fortyndingsvarme fundet.	Differens.	Største Fejl i Fortyndingsvarmen.
HF	5—10	0,033	116c	111c	5c	± 27c
H_3PO_2	1—2	0,071	266c	353c	— 87c	
	2—4	0,078	292c	373c	— 81c	± 24c
	4—8	0,099	371c	340c	31c	± 20c
$CCl_2H.COOH$	2—4	0,098	286c	262c	24c	± 14c
	4—8	0,106	310c	197c	113c	± 27c
H_3PO_4	2—4	0,047	100c	72c	28c	± 6c
	4—8	0,056	119c	43c	76c	± 23c
$C_2H_4(COOH)_2$	2,8—5	0,0054	— 6c	— 59c	53c	± 8c
HNO_3	1,5—3	0,013	19c	29c	— 10c	
	3—6	0,013	19c	45c	— 26c	
HCl	1,8—3,6	0,013	14c	80c	— 66c	
HBr	1,8—3,6	0,015	24c	35c	— 11c	

Tab. C. **Dissociations- og Fortyndingsvarme af nogle Salte.**

Substans.	Fortynding.	Dissociationsændring.	Varmetoning beregnet.	Fortyndingsvarme fundet.	Differens.	Største Fejl i Fortyndingsvarmen.
$C_3H_7.COONa$	1—2	0,106	— 58c	183c	— 241c	± 2
	2—4	0,103	— 56c	82c	— 138c	± 3
	4—8	0,065	— 36c	66c	— 102c	± 14
$\frac{1}{2} CuSO_4$	0,9—1,8	0,025	39c	75c	— 36c	
$CH_3.COONa$	0,9—1,8	0,029	11c	52c	— 41c	
$\frac{1}{2} MgCl_2$	0,9—1,8	0,024	16c	103c	— 87c	
$NaCl$	1,8—3,6	0,021	10c	— 50c	60c	
$NaOH$	1,8—3,6	0,011	14c	— 60c	74c	

Det vilde være urimeligt at vente nogen fuldkommen Overensstemmelse mellem Dissociations- og Fortyndingsvarmen; dertil er den Nøjagtighed, hvormed begge kunne bestemmes, for ringe. For Syrernes Vedkommende viser dog Tab. B i de anførte Tilfælde en betydelig Tilnærmelse mellem begge Størrelser, der neppe kan skyldes en Tilfældighed. Vel overgaar Forskellen den sandsynlige Fejlgrændse for Fortyndingsvarmen; men Aarsagen dertil kan være enten 1) Unøjagtighed i Bestemmelsen af Dissociationsvarmen; 2) Unøjagtighed i Bestemmelsen af Dissociationsændringen[1]); eller endelig for de mere koncentrerede Opløsninger; 3) at der ved Siden af Dissociationsvarmen gør sig gældende en Varmetoning, der hidrører fra samme Aarsag som den langt betydeligere Varmetoning, der i Reglen finder Sted ved Fortynding af meget stærkt koncentrerede Opløsninger. Medens denne har sin Grund i andre, hidtil uopklarede Aarsager, maa det efter det ovenstaaende anses for sandsynligt, at Varmetoningen ved Fortynding af vandige Opløsninger af Syrer, der forinden ikke ere stærkt koncentrerede, væsentlig stammer fra den ved Fortyndingen bevirkede Forøgelse af den elektrolytiske Dissociation.

For Saltenes Vedkommende er Materialet foreløbig for lidet omfattende til at der kan drages positive Slutninger. I det eneste Tilfælde, jeg har undersøgt — Natriumbutyrat — finder en tydelig Uoverensstemmelse Sted, idet Theorien fordrer en Varmeabsorbtion, medens Forsøgene omvendt have givet en Varmeudvikling. Dissociationsvarmen gælder for 35°, medens Fortyndingsvarmen er angivet for de Forsøg, der ere udførte ved ca. 21°,5; dog kan dette ikke være Aarsagen til Uoverensstemmelsen, da de Forsøg, der ere udførte ved lavere Temperatur, vise, at Fortyndingsvarmen snarere voxer end aftager med stigende Temperatur. Det vil nedenfor blive vist, at der saavel for det nævnte Salt som for andre Natriumsalte af de svage Syrer ogsaa paa et andet Omraade finder en betydelig Uoverensstemmelse Sted mellem Theori og Erfaring.

4. Varmetoningen ved Indvirkning af Syrerne paa deres Natriumsalte.

Ved isohydriske Opløsninger forstaas efter Arrhenius[2]) saadanne, der ved Blanding ikke forandre Dissociationsgraden af de i Opløsningerne indeholdte Stoffer. Denne vil kunne ændres, naar Stofferne have en fælles Ion, idet Opløsningerne kun ville være isohydriske, naar Koncentrationen af den fælles Ion er ens i begge Opløsninger[3]). Blandes derfor to ikke-isohydriske Opløsninger af Stoffer med en fælles Ion, ville de

[1]) Den største Afvigelse (for Dikloreddikesyre) vilde svare til en Fejl i Beregningen af Dissociationsgraden af c. 0,04 eller c. 10 pCt.

[2]) Zeitschr. für phys. Chemie, II, p. 284.

[3]) Arrhenius i Wiedemann's Annalen, Bd. 30, p. 51.

paavirke hinanden saaledes, at de blive isohydriske, og Forholdet vil blive det samme, som om man koncentrerede den Opløsning, der indeholder det svagere dissocierede Stof, og fortyndede den, der indeholder det stærkere dissocierede, indtil Koncentrationen af den fælles Ion blev ens i begge. Derved vil altsaa Dissociationsgraden af det svagt dissocierede Stof yderligere aftage, medens den omvendt vil tiltage for det stærkt dissocierede Stof. Blandes saaledes ækvimolekulære Opløsninger af svage Syrer og deres énbasiske Natriumsalte, vil Dissociationsgraden for Syren, der er svagere dissocieret, aftage, for Saltet voxe, et Forhold, der er bleven experimentelt godtgjort ved Forsøg over Indvirkning af Nevtralsalte paa deres Syrers Reaktionshastighed[1]).

For de i forrige Afsnit omtalte svage Syrer lader Varmetoningen ved Blanding med deres énbasiske Natriumsalte sig beregne, naar man beregner den ved Blandingen stedfindende Ændring af Dissociationsgraden. Kaldes:

Det samlede Rumfang af Opløsningerne V
Dissociationsgraden af Syren efter Blandingen x
Konstanten $\frac{x^2}{V(1-x)}$ . . . . . K
Dissociationsgraden af Saltet efter Blandingen . . . . . y
Konstanten $\frac{y^2}{V(1-y)}$ C

gælder efter Arrhenius følgende Ligninger:

$$x(x+y) = K.V(1-x)$$
$$y(x+y) = C.V(1-y).$$

Opløsning af disse Ligninger med Hensyn til x og y fører til den almindelige Ligning af 3die Grad. Der er imidlertid saameget mindre Grund til at foretage denne, som C og — for de Koncentrationsgrader, her er Tale om — ogsaa K ingenlunde ere konstante, men variere med Fortyndingen, ofte meget betydeligt (se Tab. A). Man kan imidlertid beregne Værdierne af x og y med stor Tilnærmelse paa følgende Maade. Af Ligningerne følger (med Udelukkelse af de negative Rødder)

$$x = -\frac{y+KV}{2} + \sqrt{\left(\frac{y+KV}{2}\right)^2 + KV}$$
$$y = -\frac{x+CV}{2} + \sqrt{\left(\frac{x+CV}{2}\right)^2 + CV}.$$

For de svage Syrer, hvis Dissociationsgrad kun er ringe, er y betydeligt større end x og forandrer sig desuden kun i ringe Grad med Fortyndingen. Man kan altsaa tilnærmelsesvis

[1]) Zeitschr. für phys. Chemie, IV, p. 237.

antage for y den Værdi, der svarer til Fortyndingen V (d. v. s. hvis Saltopløsningen tog hele Vandmængden); sættes tillige K lig Værdien for en Fortyndingsgrad af Syren af $^1/_2 V$, kan man beregne en første Værdi for x, x_1, der i Forbindelse med den Værdi af C, der svarer til Fortyndingen V, giver en ny Værdi af y (y_2), der atter giver en ny Værdi af x (x_2) o. s. fr., indtil dette ikke længere frembringer nogen Forandring i Værdierne af x og y,

Hvad den experimentelle Prøvelse af de saaledes beregnede Værdier angaar, støder man her paa den samme Vanskelighed, som ovenfor ved Fortyndingsvarmen. Varmetoningen bliver i de fleste Tilfælde saa ringe, at den unddrager sig den nøjagtige Bestemmelse. De stærke Syrer, Haloidbrintesyrerne og Salpetersyre, ere omtrent dissocierede i samme Grad som deres Natriumsalte, saa at ved Blandingen kun en ubetydelig Dissociationsændring vil finde Sted. Varmetoningen ved Indvirkning af disse Syrer paa deres Nevtralsalte er som bekendt Nul eller meget ubetydelig, hvilket altsaa er i Overensstemmelse med Theorien. Noget lignende er i mindre Grad Tilfældet med de middelmaadigt dissocierede Syrer, Dikloreddikesyre og Fosforundersyrling[1]). For de meget svagt dissocierede: Eddikesyre, Propionsyre, Smørsyre, Ravsyre, Fluorbrinte og Fosforsyre er for de fire førstes Vedkommende Dissociationsgraden saa ringe, at man uden mærkelig Fejl kan antage, at den ved Tilsætning af Natriumsaltet fuldstændigt ophæves. Den Varmetoning, der vilde være forbundet dermed, er dog saa ubetydelig, at den neppe lader sig bestemme (eller beregne) med Nøjagtighed[2]).

Tilbage er da kun Fluorbrinte og Fosforsyre. — Sættes for Fluorbrinte:

$V = 7{,}2$; $y_1 = 0{,}798$; $K = 0{,}0014$, faas

$x_1 = 0{,}012$, der i Forbindelse med $C = 0{,}438$ giver:

$y_2 = 0{,}796$, der atter giver

$x_2 = 0{,}012$.

Deraf beregnes for Indvirkningen af Fluorbrinte paa Fluornatrium:

	Dissociationsændring.	Varmetoning beregnet.
For HF	0,059	— 209^c
— NaF.	0,050	4^c
		Sum: — 205^c

Thomsen[3]) fandt for de angivne Fortyndingsgrader — 288^c, hvad vel maa betragtes som en tilstrækkelig god Overensstemmelse, særligt da Dissociationsvarmen er bestemt for en noget højere Temperatur (33°) end den, ved hvilken de thermokemiske Forsøg ere udførte.

[1]) Fos HBr og HNO_3 fandt Thomsen (Therm. Untersuch. I) smaa Varmetoninger i den af Theorien fordrede Retning, medens den af ham for H_3PO_2 fundne Værdi har det modsatte Fortegn.

[2]) For Eddikesyre fandt Thomsen 78^c, altsaa en ringe Varmeudvikling, som Theorien fordrer (for Dissociationsændringen af saavel Syren som Saltet).

[3]) Thermochem. Untersuch, I, p. 157.

For Fosforsyrens Vedkommende har jeg anstillet nøjagtigst mulige Forsøg over Indvirkning af Syren paa dens énbasiske Natriumsalt. I nedenstaaende Meddelelse af Forsøgene betyder V det Antal af Liter af de blandede Oplosninger, der indeholder 1 Grammolekyle af hvert af Stofferne; de øvrige Betegnelser have den sædvanlige Betydning.

(NaH^2PO^4Aq, H^3PO^4Aq.)

V	s	T'	a	b	$t_c - t_a$	$t_c - t_b$	r	R
					— 0,111	0,026	— 38c,6	
					— 0,225	0,123	— 44c,8	
5	0,192	21,6	457,0	461,2	— 0,170	0,083	— 38c,6	— 214c
					— 0,128	0,037	— 41c,0	
					— 0,133	0,038	— 42c,9	
					— 0,047	0,010	— 17c,2	
					— 0,029	0,000	— 13c,6	
10	0,096	21,7	468,5	470,6	— 0,011	— 0,018	— 13c,8	— 143c
					0,024	— 0,050	— 12c,3	
					0,052	— 0,074	— 11c,2	

Til Beregning af Varmetoningen ved Dissociationsændringen paa den ovenfor angivne Maade sættes (se Tab. A):

1) $V = 5$; $y_1 = 0{,}702$; $K = 0{,}0144$, hvilket giver:

$x_1 = 0{,}084$, der i Forbindelse med $C = 0{,}331$ giver:

$y_2 = 0{,}683$, der atter giver:

$x_2 = 0{,}086$

$y_3 = 0{,}683$.

Deraf beregnes:

	Dissociationsændring.	Varmetoning beregnet.
For H_3PO_4	— 0,087	— 183c
— NaH_2PO_4	0,082	32c
		Sum: — 151c.

2) Sættes $V = 10$; $y_1 = 0{,}741$; $K = 0{,}0119$, faas:

$x_1 = 0{,}121$, der i Forbindelse med $C = 0{,}212$ giver:

$y_2 = 0{,}717$

$x_2 = 0{,}124$

$y_2 = 0{,}716$

$x_3 = 0{,}125$, hvoraf beregnes:

	Dissociationsændring.	Varmetoning beregnet.
For H_3PO_4	— 0,091	— 194^c
— NaH_2PO_4.	0,014	+ 5^c
		Sum: — 189^c.

Tab. D. **Varmetoning ved Indvirkning af Fluorbrinte og Fosforsyre paa deres Natriumsalte.**

Substans.	V	Varmetoning beregnet.	Varmetoning funden.	Differens.	Fejlgrændse for funden Varmetoning.
HF, NaF	7,2	— 205^c	— 288^c	83^c	
H_3PO_4, NaH_2PO_4	5	— 151^c	— 214^c	63^c	± 19^c
—	10	— 189^c	— 143^c	— 46^c	± 36^c

Overensstemmelsen er heller ikke her fuldstændig, men maa dog kaldes ret tilfredsstillende, naar det erindres dels, at Dissociationsændringen ikke lader sig beregne ganske nøjagtigt, dels, at Dissociationsvarmen for Saltenes Vedkommende gælder for 35°. Der er derfor en ikke ringe Sandsynlighed for den Antagelse, at den Varmetoning, der finder Sted ved Indvirkning af enkelte svage Syrer paa deres nevtrale (eller énbasiske sure) Salte væsentlig skyldes Ændringen af Syrens Dissociation og ikke en partiel Dannelse af sure Salte (der overhovedet neppe kunne existere i fortyndet vandig Opløsning).

Blandt de svage Syrer, hvis Dissociationsvarme Arrhenius har bestemt, mangler desværre en af de vigtigste, nemlig Svovlsyren. Svovlsyrens Nevtralisationsvarme er (pr. Ækvivalent) 15689^c [1]. Subtraheres derfra Summen af Varmetoningen for Associationen af 1 Mol. Vand og Dissociationen af $NaOH$ (efter Arrhenius) eller 13392^c, faas c. 2300^c, der altsaa skulde svare til Summen af Varmetoningerne ved Svovlsyrens fuldstændige Dissociation og ved Dannelsen af den ikke-dissocierede Del af Saltet. Gaar man ud fra, at den sidste Værdi (som for de fleste Salte) kun er ringe, maa altsaa Dissociationsvarmen for Svovlsyre have en ret betydelig (positiv) Værdi. Dermed stemmer det, at Indvirkningen af Svovlsyre paa Natriumsulfat, begge i fortyndet vandig Opløsning, er ledsaget af en betydelig Varmebinding [2]. At denne neppe kan skyldes Dannelsen af sure Salte, er alle-

[1]) Thermosch. Unters. I, p. 164.
[2]) l. c., p. 165.

rede klart fremhævet af Thomsen, idet han bemærkede, at det samme Fænomen gentog sig ved alle undersøgte Baser, og derfor udtaler sig saaledes[1]: «Sandsynligvis hidrører Varmeabsorbtionen snarere fra en fysisk Forandring af Opløsningerne end fra Dannelsen af sure Sulfater.» — I Virkeligheden er Ændringen af Dissociationsgraden ogsaa snarere en fysisk end en kemisk Forandring.

Fortyndingsvarmen af Svovlsyren er meget betydelig og er af Thomsen[2]) eftervist til en forholdsvis høj Grad af Fortynding. Han fandt bl. a. for 1 Mol. Svovlsyre:

Fortynding.	Varmetoning.
1,8— 3,6	207^c
3,6— 7,2	248^c
7,2—14,4	328^c
14,4—28,8	216^c,

altsaa en Varmeudvikling, svarende til den positive Dissociationsvarme[3]). Ogsaa for denne Syres Vedkommende vilde man da sandsynligvis ikke finde nogen principiel Uoverensstemmelse mellem Theori og Erfaring.

5. Frysepunkt af de vandige Opløsninger af Syrerne og deres Natriumsalte.

Beregningen af Dissociationsgraden for Syrerne og Saltene sker som ovenfor (p. 12) meddelt ved Hjælp af Ledningsevnen for de Fortyndingsgrader, for hvilke Maaling af denne foreligger, for andre Fortyndingsgrader ved Inter- eller Extrapolation mellem de beregnede Værdier for Dissociationskonstanten. Da Beregningen er ført ned til saa koncentrerede Opløsninger som 0,5- eller endog 1,0-normale, i hvilke muligvis Lovene ikke længere have streng Gyldighed, har jeg søgt at kontrollere de fundne Tal ved at maale Dissociationsgraden ad anden Vej, nemlig ved Hjælp af Frysepunktsdepressionen. Vel kunde det ikke ventes ad denne Vej at erholde Værdier fuldstændigt overensstemmende med de af Ledningsevnen beregnede; dels er nemlig Frysepunktsmethoden mindre nøjagtig, dels bevirker de forskellige Temperaturer, ved hvilke Bestemmelserne ad de to Veje udføres, en mindre Forskel i Dissociationen. Dog kunde det maaske ventes, at Differenserne mellem Dissociationsgraderne ved forskellige Fortyndinger (ɔ: Dissociationsændringen ved Fortyndingen), paa hvilke det ved de ovenfor foretagne Sammenligninger udelukkende kommer an, vilde vise sig at være de samme ved begge Bestemmelsesmaader.

---

[1]) Therm. Unters. I, p. 165.

[2]) Therm. Unters. III, p. 48.

[3]) Dermed stemmer det af Pickering (Journal of the Chemical Society, 1889, p. 323) fundne Forhold, at Svovlsyrens Nevtralisationsvarme aftager med stigende Fortynding.

Overensstemmelsen mellem de ad de to forskellige Veje fundne Værdier for Dissociationsgraden er vist for en Række af Stoffer[1]) og udgør en af de vigtigste Støtter for Dissociationstheorien. Det vil derfor ogsaa af den Grund være af Interesse at undersøge dette Forhold nærmere for de i denne Sammenhæng betragtede Stoffer. I det følgende skal da omtales Resultaterne af de Forsøg, jeg har anstillet til Bestemmelse af Frysepunkterne for vandige Opløsninger af Syrerne og deres Natriumsalte ved forskellige Fortyndingsgrader; de svage Syrers Dissociationsgrader tiltage, som tidligere nævnt, stærkt med stigende Fortynding.

Til Frysepunktsbestemmelserne er benyttet Beckmann's Thermometer, men forøvrigt ikke det af ham konstruerede Apparat, hvis Beholder kun giver Plads til 15—20 Ccm. af Opløsningen. Den Beholder, jeg benyttede, indeholdt ved Forsøgene c. 110 Ccm. af Opløsningen, der omtrent fyldte den halvt. Derved undgaas lettere en større Overafkøling[2]), der navnlig for de mere koncentrerede Opløsninger kan bevirke, at Depressionen findes lidt for høj. Beholderen bestaar af et cylindrisk Glas med halvkugleformet Bund og er foroven forsynet med en Krave. I den tredobbelt gennemborede Prop indsættes 1) et videre Glasrør, der tjener til Indføring af den ringe Ismængde, der iværksætter Frysningen; Røret naar lidt nedenfor Gennemboringen og kan lukkes med en Prop; 2) et snevrere Rør til Røreapparatet, der bestaar af en Ebonitplade af Diameter omtrent som Beholderens indvendige Gennemsnit og med Gennemskæring for Thermometeret; Pladen er paaskruet en fernisseret Messingstang; 3) Thermometeret. — Efter at Opløsningen er anbragt i Beholderen, afkøles denne direkte i en Kuldeblanding omtrent til det ved et foreløbigt Forsøg fundne Frysepunkt, uden at nogen Isudskillelse finder Sted. Efter Aftørring af Beholderen anbringes denne derpaa i et Bægerglas (der tjener som Luftkappe), hvilket atter ophænges i et almindeligt Batteriglas. I dette sker den sidste, langsomme Afkøling ved Hjælp af en i en Kuldeblanding afkølet Kogsaltopløsning. Naar Temperaturen af denne før Forsøget er 5°—7° under Opløsningens Frysepunkt, vil den i Reglen ved Frysepunktet være 3°—5° under dette. Der afkøles under stadig Omrøring indtil c. 0°,05 under det formodede Frysepunkt, hvorefter en ringe Mængde Is indføres ved Hjælp af en Platintraad. Thermometeret synker endnu nogle Hundrededele af en Grad og stiger derefter til Frysepunktet, saa at Afkølingen sjeldent overskrider 0°,1. Efter Aflæsning af det konstante Maximum tages Beholderen ud af Bægerglasset, Isen optøs og Forsøget gentages. Frysepunktet varierer paa denne Maade i Reglen kun faa Tusindedele af en Grad i de enkelte Forsøg. Det rene Vands Frysepunkt bestemtes ved Forsøg før og efter hver Forsøgsrække.

Sættes den molekulære Depression, ɔ: den, der frembringes af 1 Grammolekyle

[1]) Zeitschr. für phys. Chemie I, p. 631.

[2]) Den relative Ismængde, der udskilles, er naturligvis ved samme Overafkøling uafhængig af Vædskemængden.

(ikke-dissocieret) Stof, opløst i 1 Liter Vand, efter van't Hoff[1]) lig 1°,890, bliver den beregnede Depression (d) for en Opløsning, der indeholder 1 Grammolekyle opløst i M Ccm. Vand:

$$d = \frac{1890}{M}.$$

Er den fundne Depression d' og i Forholdet mellem den fundne og den beregnede Depression, endvidere x Dissociationsgraden, haves for binære Elektrolyter[2]):

$$i = \frac{d'}{d} = 1 + x; \quad x = i - 1.$$

Den følgende Tabel indeholder den fundne Depression for Syrerne i de forskellige Fortyndingsgrader, endvidere den deraf beregnede Værdi for Dissociationsgraden ($i - 1$) og i sidste Spalte samme beregnet af Ledningsevnen ved 18°. For de to sidste Talrækker er endvidere beregnet Differenserne, ɔ: Dissociationsændringerne ved Fortyndingen. V angiver det Antal Kilogr. af Opløsningen, der indeholder 1 Grammolekyle af det opløste Stof; er dettes Molekularvægt m, bliver følgelig: $M = 1000\ V - m$.

Tab. G. **Frysepunktsdepression og Dissociationsgrad af nogle Syrer ved forskellige Fortyndinger.**

Substans.	V	Frysepunkts-depression.	$i - 1$	Diff.	x	Diff.
H_3PO_2	1	2,625	0,297	0,075	0,312	0,073
—	2	1,341	0,372	0,081	0,385	0,076
—	4	0,698	0,453	0,083	0,461	0,085
—	8	0,366	0,536		0,546	
$CCl_2H.COOH$	2	1,337	0,324	0,122	0,318	0,098
—	4	0,706	0,446	0,116	0,416	0,112
—	8	0,375	0,562		0,528	
H_3PO_4	2	1,154	0,161	0,043	0,161	0,047
—	4	0,583	0,204	0,067	0,208	0,062
—	8	0,304	0,271		0,270	
$C_2H_4(COOH)_2$	5	0,424	0,095		0,017	

[1]) Zeitschr. für phys. Chemie I, p. 497.
[2]) Ibid., p. 631.

Overensstemmelsen mellem Tallene i de to sidste Spalter maa siges at være særdeles tilfredsstillende (naar Ravsyren undtages), saa at man maa antage, at de Værdier for Syrernes Dissociationsgrad, der i de tidligere Afsnit ere lagte til Grund for Beregningerne, ikke kunne være beheftede med væsentlige Fejl. Særligt vise de beregnede Tal for Dissociationsændringen ved Fortyndingen kun smaa Forskelle ved begge Methoder. For Ravsyrens Vedkommende viser der sig dog en forholdsvis betydelig Afvigelse; muligvis maa denne Syre allerede ved den benyttede Fortynding opfattes som ternær Elektrolyt; for noget større Koncentrationer (f. Ex. for $V = 2{,}8$) lader Frysepunktet sig ikke bestemme, da der ved Afkøling udkrystalliserer Ravsyre.

Anderledes stiller Forholdet sig for Saltenes Vedkommende. I nedenstaaende Tabel indeholdes, foruden Frysepunktsdepressionen, Forholdet mellem den fundne og den beregnede Depression $\left(i = \frac{d'}{d}\right)$, samt i sidste Spalte den med 1 forhøjede Værdi for Dissociationsgraden, beregnet af Ledningsevnen ved 18° $(x + 1)$, der skulde stemme nogenlunde overens dermed.

Tab. H. **Frysepunktsdepression, samt de af Depressionen og af Ledningsevnen beregnede Værdier af i for nogle Syrers Natriumsalte.**

Substans.	V	Frysepunkts-depression.	$i = \frac{d'}{d}$	$x + 1$
$CCl_2H.COONa$	2	2,148	2,10	1,63
—	10	0,418	2,18	1,78
H_2PO_2Na	2	1,956	1,92	1,65
—	10	0,386	2,02	1,80
$CH_3.COO.Na$	2	1,919	1,95	1,63
—	4	0,914	1,89	1,71
$C_3H_7COO.Na$	2	2,000	2,00	1,59
—	4	0,948	1,95	1,68
—	8	0,470	1,96	1,76
$C_2H_4(COO)_2.HNa$	2	1,819	1,79	1,70
—	10	0,377	1,97	1,76
$H_2PO_4.Na$	2,5	1,124	1,42	1,59
—	5	0,570	1,50	1,69

Afvigelserne mellem de af Frysepunktsdepressionen og de af Ledningsevnen beregnede Værdier for i overskride betydeligt Grænsen for Forsøgsfejlene og gaa — med Undtagelse af Værdierne for H_2PO_4Na — alle i samme Retning, idet de førstnævnte Værdier ere betydeligt større end de sidste.

Den af Arrhenius[1]) opstillede Tabel til Sammenligning mellem de nævnte Værdier — der indbefatter alle de der undersøgte Stoffer — indeholder flere Tilfælde, i hvilke en Afvigelse finder Sted. Dette findes navnlig for Saltenes Vedkommende, saaledes for de fleste Sulfater, Kadmiumjodid o. a. Disse Afvigelser gaa imidlertid alle i modsat Retning af de ovenfor fremdragne, idet den af Frysepunktsdepressionen beregnede Værdi for i er mindre end den, der beregnes af Ledningsevnen. Arrhenius antager til Forklaring af Afvigelserne Tilstedeværelsen af sammensatte Molekyler, hvilket bekræftes af den Iagttagelse, at Afvigelserne formindskes betydeligt med tiltagende Fortynding[2]) (hvorved de sammensatte Molekyler spaltes i enkelte).

Det er ikke let ud fra de Forudsætninger, Theorien frembyder, at forklare de ovenfor meddelte Afvigelser for Saltene af de svage Syrer. I enkelte Tilfælde overskrider den fundne Depression endog det dobbelte af den beregnede, hvilket for en binær Elektrolyt ikke kan forklares ved en Dissociation i 2 Ioner. Man kunde maaske formode, at der ved Siden af den elektrolytiske fandt en saakaldet hydrolytisk Dissociation Sted (som for Salte af svage Syrer og svage Baser, f. Ex. Ammoniumacetat) altsaa en Spaltning i fri Syre og fri Base. Dog er denne Antagelse temmelig usandsynlig; Syrerne nevtralisere Natronhydrat fuldstændigt i vandig Opløsning, lade sig f. Ex. bestemme med fuldkommen Nøjagtighed ved Titrering (undtagen Fosforsyre). Til Forklaring af enkelte andre, i lignende Retning gaaende Afvigelser har Arrhenius[3]) tænkt sig en Art Tiltrækning mellem det opløste Stof og Opløsningsmidlet i Analogi med den Tiltrækning mellem Luftarternes Molekyler, man bl. a. har antaget som Forklaring paa Afvigelser fra Boyle's og Avogadros Love for Luftarterne. Dog maatte vel en saadan Antagelse for at være fyldestgørende som Forklaring først prøves nærmere ad experimentel Vej.

6. Nevtralisationsvarme af Syrerne i alkoholisk Opløsning.

Det er ovenfor (p. 8) omtalt, hvorledes Arrhenius har beregnet Syrernes Nevtralisationsvarme ved Hjælp af Dissociationsvarmen for Syrerne, deres Natriumsalte samt Natronhydrat, i Forbindelse med Vandets Dissociationsvarme, der er beregnet som Diffe-

---

[1]) Zeitschr. für phys. Chemie I, p. 631.
[2]) Ibid. II, p. 491.
[3]) Ibid. II, p. 491.

rens. Den elektrolytiske Dissociation er udelukkende knyttet til vandige Opløsninger, og de for Dissociationsvarmen beregnede Værdier have naturligvis kun Gyldighed for saadanne. Det forekom mig derfor at være af Interesse at undersøge, hvorledes Forholdet stillede sig for et andet Opløsningsmiddel, saasom Alkohol. Forsøg over Saltdannelsen i alkoholisk Opløsning foreligge allerede udførte af Deventer og Reicher[1]) for Eddikesyres, Benzoësyres samt de tre Haloïdbrintesyrers Vedkommende. Disse Forf. benyttede en Opløsning af Kalium eller Natrium i absolut Alkohol og maalte Varmetoningen ved Indvirkning af den vandfri Syre eller af denne opløst i absolut Alkohol. Derved undgaas vel fuldstændigt den elektrolytiske Dissociation, men der indgaar samtidigt andre Led i Nevtralisationsprocessen — Spaltning af Alkoholat i Stedet for Salt, Dannelse af Alkohol i Stedet for Vand — saa at Processen ikke direkte lader sig sammenligne med Nevtralisationsprocessen i vandig Opløsning. Da netop Vanddannelsen efter Theorien skulde være det væsentligste Element ved Nevtralisationen, har jeg foretrukket at opløse Natronhydrat i absolut Alkohol og maale Varmetoningen ved Mætning med Syren, ligeledes opløst i absolut Alkohol. Derved dannes ganske vist 1 Mol. Vand, hvilket maaske bevirker, at Saltdannelsen ikke bliver absolut fuldstændig. Men da Dissociationen i alle Tilfælde sikkert kun er ringe og Dissociationsvarmen af Saltet tilmed ikke betydelig, kan dette ikke antages at øve nogen mærkelig Indflydelse paa Resultatet.

Ved denne Methode maales altsaa Varmetoningen for en Proces, der bestaar af de samme fire Led som Nevtralisationen i vandig Opløsning, nemlig:

1. Dannelse af 1 Mol. Vand.
2. — - 1 Mol. Salt.
3. Spaltning af 1 Mol. Syre.
4. — - 1 Mol. Natronhydrat.

Hvis de Varmetoninger, der ledsage disse Processer, havde samme Værdi i den alkoholiske som i den vandige Opløsning, vilde man for Nevtralisationsvarmen i Alkohol finde Værdier overensstemmende med dem, der kunne beregnes af Dissociationsvarmen for de Stoffer, der deltage i Processen. For de svage Syrer vilde da Nevtralisationsvarmen blive større i alkoholisk end i vandig Opløsning, idet der vilde indgaa Dissociationsvarmen for hele Molekylet af Syren; f. Ex. for

Eddikesyre	140,8 *K*
Smørsyre	154,8 -
Dikloreddikesyre	166,1 -
Fosforundersyrling	180,5 -

[1]) Zeitschr. für phys. Chemie, V, p. 176, VIII, p. 536.

Da Værdierne for Dissociationsvarmen kun gælde for den elektrolytiske Dissociation i vandig Opløsning, kan en saadan Overensstemmelse dog ikke ventes; Forsøgene ville tvertimod vise, i hvor høj en Grad de i kemisk Henseende ensartede Processer afvige fra hinanden i fysisk Henseende i de to Opløsningsmidler.

Nevtralisationsforsøgene ere anstillede med saadanne Syrer, hvis Natriumsalte forblive opløste i Alkoholen, hvilket ikke er Tilfældet med Fosforsyre og Ravsyre, men derimod med Eddikesyre, Propionsyre, Smørsyre, Dikloreddikesyre, Fosforundersyrling, Brombrinte og Jodbrinte. Til Forsøgene er benyttet absolut Alkohol, tilberedt af 95 pCt.'s Alkohol, der henstod i et Døgn med brændt Kalk, derefter blev opvarmet til Kogning i c. 2 Timer med Kalken under tilbagegaaende Afsvaling, endelig destilleret i et Apparat, hvis Forlag kommunicerede med Luften gennem et Klorkalciumrør. For Alkoholen er antaget Varmefylden 0,6. Forsøgene ere udførte med Blandingskalorimetret med de sædvanlige Forsigtighedsregler. Luftens Temperatur er holdt lidt højere (c. 1°) end Vædskernes før Blandingen, da Alkohol lettere afkøles gennem Fordampning end Vand. Temperaturen af Vædskerne før Forsøgene forblev i flere Minutter næsten konstant. Samme Thermometer (Beckmann's) er benyttet til Maaling af begge Vædskers Temperatur (se p. 15). Opløsningen af Natronhydrat i Alkohol opbevaredes i en Flaske med dobbelt gennemboret Prop, forsynet med Hævertrør og et Rør, fytdt med Klorkalcium og Natronkalk. Den holdt sig fuldstændigt klar og forandrede i Løbet af c. 8 Dage ikke sin Titerstilling i nogen mærkelig Grad. Styrken bestemtes ved Titrering med c. $^1/_{10}$ normal Saltsyre i stærkt fortyndet Opløsning med Fenolfthaleïn som Indikator. I ren alkoholisk Opløsning af Syrer eller Baser lader Titreringen sig overhovedet ikke foretage, idet et Overskud af Natron her aldeles ikke virker paa de almindelige Indikatorer (Lakmos, Fenolfthaleïn) før ved stærk Fortynding. Det samme er Tilfældet med Syrerne. Iseddike f. Ex. i absolut Alkohol forandrer aldeles ikke Udseendet af Lakmos før ved Tilsætning af Vand — Forhold, der bekræfte den af Dissociationstheorien dragne Slutning, at Stoffernes Reaktionsevne er knyttet til Existensen af frie Ioner.

Ved Forsøgene tilsattes et lille Overskud af Syren, der befandt sig i den øverste Beholder. Af Fosforundersyrlingen benyttedes dog et større Overskud, og Syren befandt sig her i den nederste Beholder. Ved Blanding af ækvivalente Mængder Syre og Natronhydrat faas nemlig et ringe Bundfald af i Alkohol uopløseligt Fosfat, hidrørende fra et uundgaaeligt Indhold af Fosforsyre i den vandfri Fosforundersyrling. Overskuddet af Syre faar neppe nogen Indflydelse paa Resultatet. — Reaktionen af de blandede Vædsker prøvedes efter Forsøget ved Fortynding med Vand. — I det følgende betegner a og b Vægtmængden af Alkohol i resp. øverste og nederste Beholder. Beregningen af Forsøgene sker efter Formlen: $r = 0{,}6\,a(t_c - t_a) + (0{,}6\,b + 9{,}7)(t_c - t_b)$.

$(A_{\text{Alk.}}, NaOH_{\text{Alk.}})$

A	s	T	a	b	$t_c - t_a$	$t_c - t_b$	r	R
$C_2H_4O_2$	$\frac{3618}{82098}$	19,6	360	360	0,691	0,848	340°,6	76,6 K.
					0,676	0,840	355°,6	
					0,699	0,824	337°,8	
$C_4H_8O_2$	$\frac{3618}{82098}$	19,2	360	360	0,141	1,275	318°,2	72,2 K.
					0,323	1,114	321°,2	
					0,367	1,046	315°,4	
$C_2H_2Cl_2O_2$	$\frac{3618}{82098}$	19,2	360	360	0,893	1,081	436°,9	98,9 K.
					0,958	1,033	440°,1	
					0,908	1,037	430°,2	
H_3PO_2	$\frac{2412}{82093}$	19,3	240	480	0,503	1,176	422°,5	144,2 K.
					0,617	1,126	424°,1	
					0,632	1,120	424°,4	

Af Reichers og Deventers Forsøg lader Nevtralisationsvarmen sig beregne for andre Syrer end de ovenfor nævnte. Disse Forf. fandt nemlig:

$$(NaC^2H^5O\,\text{Alk.},\ C^2H^4O^2\,\text{Alk.}) = 73{,}0\ K.$$
$$(NaC^2H^5O\,\text{Alk.},\ HBr\,\text{Alk.}) = 124{,}0\ K.$$
$$(NaC^2H^5O\,\text{Alk.},\ HJ\,\text{Alk.}) = 112{,}0\ K.$$

Den af dem for Eddikesyre fundne Værdi er da kun 3,6 K. mindre end den ovenfor fundne Nevtralisationsvarme. Med denne Forskel beregnes Nevtralisationsvarmen for Brombrinte i Alkohol til 127,6 K., for Jodbrinte 115,6 K.

Jeg sammenstiller de fundne Værdier med dem, der gælde for den vandige Opløsning[1]). Syrerne ere ordnede efter aftagende «Styrke», saaledes som denne er funden overensstemmende ved Reaktionsevnen og Ledningsevnen.

Tab. E. **Nevtralisationsvarme af nogle Syrer i vandig og alkoholisk Opløsning.**

	Nevtr.-Varme i Vand.	Nevtr.-Varme i Alkohol.	Differens.
HBr	137,5 K.	127,6 K.	9,9 K.
HJ	136,8 —	115,6 —	21,2 —
H_3PO_2	151,6 —	144,2 —	7,4 —
$CCl_2H.COOH$	148,3 —	98,9 —	49,4 —
$CH_3.COOH$	134,0 —	76,6 —	57,4 —
$C_3H_7.COOH$	137,5 —	72,2 —	65,3 —

[1]) Thermoch. Untersuch. I. passim.

Det ses, at Nevtralisationsvarmen i alkoholisk Opløsning er meget forskellig for de forskellige Syrer; den største Forskel er 72,0 *K.*, medens den for den vandige Opløsning kun er 17,6 *K.* Endvidere er for de enkelte Syrer Nevtralisationsvarmen i alkoholisk Opløsning betydeligt mindre end i vandig Opløsning, idet Forskellen er størst for de svage Syrer, mindre for de stærkere Syrer. Endnu større er Forskellen mellem de i alk. Opløsning fundne og de af Dissociationsvarmen (p. 29) beregnede Værdier. Disse have kun Gyldighed for den vandige Opløsning, og de i kemisk Henseende ens Processer ere i de to Opløsningsmidler ledsagede af højst forskellige Varmetoninger.

Af Nevtralisationsvarmen i vandig Opløsning lader den samme i alkoholisk Opløsning sig beregne, naar Forskellen mellem de i Processen deltagende Stoffers Opløsningsvarme i Vand og i Alkohol er bekendt. Er *A* Syren, *B* Basen, *AB* Saltet, er nemlig:

$$(A_{\text{Alk.}}, B_{\text{Alk.}}) = (Aaq, Baq) - [(AB, Aq) - (AB, \text{Alk.})] + [(A, Aq) - A, \text{Alk.})] + [(B, Aq) - (B, \text{Alk.})],$$

hvorved dog ikke er taget i Betragtning Virkningen af det ved Nevtralisationen dannede Vand dels ved at blandes med Alkohol, dels ved Indflydelse paa Saltets Opløsningsvarme. Men naar Nevtralisationen, som i de ovenfor omtalte Forsøg, foretages med fortyndede alkoholiske Opløsninger, er denne Virkning sikkert forsvindende lille.

Da det ikke vilde være uden Interesse at undersøge, paa hvilken Maade de tre paa højre Side af ovenstaaende Ligning staaende Differenser bevirke den betydelige Forskel i Nevtralisationsvarmen i de to Opløsningsmidler, har jeg bestemt Opløsningsvarmen for Syrerne dels i absolut Alkohol, dels i Vand (forsaavidt denne ikke var forud bekendt) samt endvidere Opløsningsvarmen for Natronhydrat og for Natriumacetat i Alkohol. Derved vindes en Kontrol for Rigtigheden af den for Eddikesyre i alkoholisk Opløsning fundne Nevtralisationsvarme, og endvidere lader derigennem Forskellen mellem Saltenes Opløsningsvarme i Vand og i Alkohol sig beregne.

7. Opløsningsvarme af Syrerne i Alkohol.

Til Bestemmelse af Opløsningsvarmen er benyttet et tyndvægget Reagensglas, forsynet med en gennemboret Prop, hvorigennem gaar en Glasstang, forneden forsynet med et bredere Hoved. I Glasset afvejes Substansen og begge Dele anbringes derpaa i Vædsken i Kalorimeterbeholderen for at antage dennes Temperatur. Efter Aflæsning af Temperaturen blev ved Hjælp af Glasstangen Bunden stødt ud, og Opløsningen af Substansen foregik da under Omrøring i Løbet af et Par Minutter. I Forsøgene opløstes 1 Mol. af Syre i c. 150 Mol. Alkohol. Varmetoningen er beregnet af Ligningen:

$$R = \frac{M}{m}(t_b - t_a)(0{,}6a + 9{,}7),$$

hvor M er Syrens Molekularvægt, m Vægten af den opløste Syremængde, a Alkoholmængden i Gram. Der fandtes:

(A, Alk.)

A	m	a	T	$t_b - t_a$	R	Middel.
H_3PO_2 (smeltet)	7,860 6,990	750	19,2	— 0,211 — 0,188	— 834 c — 816 c	— 825 c
$CCl_2H.COOH$	12,556 12,229	700	19,2	0,810 0,782	3577 c 3545 c	3561 c
$CH_3.COOH$ (smeltet)	8,304 8,535	700	19,2	0,005 0,003	23 c 13 c	18 c
$C_3H_7.COOH$	5,907 5,162	720 700	19,6	— 0,005 — 0,003	— 22 c — 15 c	— 18 c

Medens altsaa Varmetoningen for de to første Syrer er ret betydelig, er den for Eddikesyre og Smørsyre saa ringe, at den forsvinder i Forsøgsfejlene. Strax efter Forsøgene foretoges en Titrering af Opløsningerne (med Natronlud) for at undersøge, hvorvidt der havde fundet nogen mærkelig Ætherdannelse Sted. Den viste sig imidlertid at være umærkelig (eller forsvindende lille), medens den som bekendt ved Opvarmning eller længere Tids Henstand bliver meget betydelig.

Til Sammenligning blev tillige bestemt Opløsningsvarmen i Vand for dem af Syrerne — Smørsyre og Dikloreddikesyre — for hvilke denne Størrelse ikke tidligere var bestemt. Der fandtes:

(A, Aq)

A	m	a	T	$t_b - t_a$	R	Middel.
$C^3H^7.COOH$	8,371 8,741	960	18,5	0,056 0,060	536 c 550 c	543 c
$CCl_2H.COOH$	12,750 12,334	900	18,5	0,267 0,267	2457 c 2540 c	2498 c

Endelig bestemtes Opløsningsvarmen i Alkohol af Natriumacetat og Natronhydrat. Acetatet blev afvandet, smeltet, pulveriseret og fint sigtet, hvorefter det opløste sig fuldstændigt i Alkoholen i Løbet af 2—3 Minutter (c. 3 Gram i 700 Gram Alkohol). Ved Forsøgene viste det sig, at Opløsningen ikke er ledsaget af nogen Varmetoning. I et Forsøg blev Thermometret staaende nøjagtigt paa samme Sted, i et andet sank det 0°,002—0°,003; Varmetoningen for denne Proces maa derfor sættes lig Nul.

Opløsningsvarmen af Natronhydrat i Alkohol er det vanskeligt at bestemme med Nøjagtighed, da Stoffet ikke lader sig fint pulverisere uden at tiltrække Fugtighed fra Luften, og Opløsninger af den groft knuste Substans kræver længere Tid for at blive fuldstændig. Bestemmelsen udførtes ved at anbringe i Kalorimeterbeholderen den ene Gren af et galgeformigt bøjet Glasrør, hvis anden Gren gik lufttæt gennem en Prop, anbragt i en Glaskolbe, hvorfra et ligeledes lufttæt anbragt Rør med Hane stod i Forbindelse med en Aspirator. Naar Temperaturstigningen efter 4—6 Minutters Forløb havde naaet en passende Størrelse (d. v. s. saa at Temperaturen endnu var 0,6—1,0 Grad under Luftens Temperatur, der da ikke udøver nogen synderlig Indflydelse), blev Røreapparatet standset og samtidigt med den sidste Aflæsning af Temperaturen ved Aabning af Hanen en Del af Opløsningen (150—200 Gr.) suget over i Glaskolben, hvortil kun medgaar nogle faa Sekunder. Mængden af opløst Natron blev heri bestemt ved Fortynding med Vand og Titrering med c. $^1/_{10}$ normal Saltsyre. Der fandtes ved Forsøgene:

($NaOH$, Alk.)

a	$1/s$	T	$t_b - t_a$	R	Middel.
700	46,56	19,7	0,643	128,6 K	127,2 K.
	80,68		0,352	122,1 —	
	61,34		0,497	130,9 —	

Indsættes i den ovenfor (p. 32) nævnte Ligning de til Eddikesyre, Natronhydrat og Natriumacetat svarende Værdier, saaledes som disse ere fundne ved de ovenfor nævnte Forsøg eller tidligere bekendte[1]), faas (med de forhen brugte Betegnelser):

$$(B, \text{Alk.}) = [(Aaq, Baq) - (A\,\text{Alk.}, B\,\text{Alk.})] + [(A, Aq) - (A, \text{Alk.})] + (B, Aq)$$
$$\qquad 134{,}0\,K \qquad 76{,}6\,K \qquad 3{,}8\,K \qquad 0{,}2\,K \qquad 99{,}4\,K$$
$$- [(AB, Aq - (AB, \text{Alk.})]$$
$$\qquad 38{,}7\,K \qquad 0{,}0\,K$$
$$= 121{,}7\,K.$$

[1]) Thermochem. Untersuch. I og III passim.

Forskellen mellem den beregnede og den direkte fundne Værdi maa vistnok navnlig tilskrives den mangelfulde Nøjagtighed ved den direkte Bestemmelse. Da den beregnede Værdi sandsynligvis er den nøjagtigste, er den i det følgende lagt til Grund for Beregningerne.

For Varmetoningen ved Absorbtion af Brombrinte i Alkohol fandt Berthelot[1]) 195 *K* og for Jodbrinte omtrent det samme Tal. For Absorbtionsvarmen i Vand fandt Thomsen[2]) for Brombrinte 199,4 *K* (medens Berthelot angiver 174,6 *K*), for Jodbrinte 192,1 *K*.

Ved Hjælp af de fundne Tal i Forbindelse med tidligere bestemte kunne da Differenserne mellem Opløsningsvarmen i Vand og Alkohol for Syrerne, Basen og Saltene beregnes. I den nedenfor anførte Tabel indeholder den sidste Spalte Forskellen mellem Nevtralisationsvarmen i Vand og i Alkohol, der er lig Summen af de i de 3 foregaaende Spalter indeholdte Tal.

Tab. F. **Forskellen i Opløsningsvarme i Vand og Alkohol af nogle Syrer, deres Natriumsalte og Natronhydrat.**

A	$(AB, Aq)-(AB, \text{Alk.})$	$-[(A, Aq)-(A, \text{Alk.})]$	$-[(B, Aq)-(B, \text{Alk.})]$	$(A_{Aq}, B_{Aq})-(A_{\text{Alk.}}, B_{\text{Alk.}})$
HBr	— 8,0 *K*	— 4,4 *K*	22,3 *K*	9,9 *K*
HJ	— 8,0 —	6,9 —	—	21,2 —
H_3PO_2	14,8 —	— 29,7 —	—	7,4 —
$CCl_2H.COOH$	17,0 —	10,1 —	—	49,4 —
$CH_3.COOH$	38,7 —	— 3,6 —	—	57,4 —
$C_3H_7.COOH$	48,2 —	— 5,2 —	—	65,3 —

Man ser, at for disse Syrers Vedkommende bidrager Forskellen mellem Opløsningsvarmen i Vand og Alkohol af Natronhydrat væsentligt til den fundne Differens i Nevtralisationsvarmen. For de 3 første (stærkere) Syrers Vedkommende bidrage de to andre Addender til at formindske denne Differens, medens den for de 3 sidste (svagere) Syrer forøges betydeligt, særligt paa Grund af den store Forskel i Opløsningsvarmen af Saltene.

Den Varmetoning, der ledsager Dissociationen ved Opløsning af Stofferne i Vand, udgør saavel for Syrerne og Basen som for Saltene enten kun en ringe Del af Forskellen i Opløsningsvarmen eller har endog modsat Fortegn; kun for Fosforundersyrlingens Ved-

[1]) Annales de chimie et de physique, 5ième Série, Tome 9, p. 347.
[2]) Thermochem. Untersuch. II, p. 27 og p. 34.

kommende udgør den omtrent Halvdelen af den fundne Differens. Den Tilstandsforandring, Stofferne vilde lide ved at overføres fra det ene til det andet af de to Opløsningsmidler, er da i sin Helhed langt betydeligere og af anden Art end den Del deraf, der knytter sig til den elektrolytiske Dissociation i vandig Opløsning.

Til de her omtalte Undersøgelser angaaende Forholdene ved Saltdannelsen i alkoholisk Opløsning kunde slutte sig andre, som jeg dog endnu ikke har haft Lejlighed til at udføre, saaledes Undersøgelser vedrørende Syrernes Affinitetsforhold. Ifølge Dissociationstheorien beror Syrernes Reaktionsevne i vandig Opløsning paa Graden af deres elektrolytiske Dissociation. For Aviditeten eller Delingsforholdet af en Base mellem 2 Syrer har Arrhenius[1]) saaledes vist, at to Syrers Aviditet ved en given Fortynding forholde sig tilnærmelsesvis som Dissociationsgraderne ved samme Fortynding. En Bestemmelse af Reaktionsevnen eller af Aviditeten under Forhold, hvor Dissociationen var undgaaet, f. Ex. i alkoholisk Opløsning, vilde derfor have Betydning ved for første Gang at vise Syrernes relative Affinitet uafhængig af denne. De udførte Bestemmelser af Nevtralisationsvarmen i Alkohol, der vise betydelig Forskel i Værdierne for de forskellige Syrer, kunde da benyttes ved Maaling af Aviditeten ad den thermokemiske Vej, der her synes at egne sig særligt dertil.

Undersøgelser af denne Art haaber jeg at kunne faa Lejlighed til at udføre i et senere Arbejde.

Hovedresultaterne af de i det foregaaende omtalte Undersøgelser ere i Korthed følgende:

1) Den Varmetoning, der iagttages ved yderligere Fortynding af fortyndede Opløsninger af svage Syrer, maa antages væsentligst at hidrøre fra den ved Fortyndingen bevirkede Forøgelse af den elektrolytiske Dissociation.

2) Ligeledes maa den Varmetoning, der finder Sted ved Indvirkning af de svage Syrer paa deres (sure eller normale) Natriumsalte, begge i fortyndet vandig Opløsning, antages at hidrøre fra den Formindskelse af Dissociationsgraden, der for disse Syrers Vedkommende finder Sted ved Indvirkning af deres Natriumsalte.

---

[1]) Öfvers. af Kongl. Vet.-Akad. Förhandl. Nr. 10, p. 619, Stockholm 1889.

I begge disse Tilfælde finder ingen væsentlig Uoverensstemmelse Sted mellem de ved Forsøgene fundne Tal og de, der ere beregnede theoretisk ved Hjælp af Ledningsevnen. Dog kunne de førstnævnte paa Grund af deres ringe Størrelse — saalidt som Sammenligningen mellem Værdierne for Nevtralisationsvarmen — afgive nogen sikker Maalestok for Bedømmelsen af Nøjagtigheden af de beregnede Værdier. Dette gælder i endnu højere Grad for Saltenes Vedkommende. Gyldigheden af de for disse beregnede Værdier savner hidtil ethvert experimentelt Bevis.

3) Den af Ledningsevnen beregnede Værdi for Dissociationsgraden stemmer for de undersøgte svage Syrers Vedkommende i de forskellige Fortyndingsgrader godt overens med den, der kan beregnes af Frysepunktsdepressionen. — For Natriumsaltenes Vedkommende finder derimod i de fleste Tilfælde betydelige Afvigelser Sted.

4) Nevtralisationsvarmen for de svage Syrer i alkoholisk Opløsning er meget forskellig for de undersøgte Syrer indbyrdes og afviger betydeligt fra de Værdier, der gælde for den vandige Opløsning. — Den Dissociation, der efter Theorien finder Sted i vandig Opløsning, udgør kun en ringe Del af den Tilstandsforandring, der vilde finde Sted, naar Stofferne overførtes fra det ene af de nævnte Opløsningsmidler til det andet.

Omend adskillige af disse Resultater maa siges at tjene til Bekræftelse paa Theorien om den elektrolytiske Dissociation, kunne dog flere af de fundne Kendsgerninger neppe forklares ud fra denne. For Syrernes Vedkommende synes her, som paa andre Omraader, at være god Overensstemmelse mellem Theori og Erfaring, medens Saltene vise et andet Forhold. Afvigelser for Saltenes Vedkommende træffes ikke blot som her i Forholdet mellem Frysepunktsdepression og Ledningsevne; ogsaa Ostwalds Fortyndingslov gælder kun for Syrerne — i fuld Strenghed kun for svage, énbasiske, organiske Syrer i meget fortyndede Opløsninger — medens Saltene afvige betydeligt. — Proportionaliteten mellem Reaktionsevne og Ledningsevne, der er en af Hovedstøtterne for Theorien, lader sig ifølge Sagens Natur kun paavise for Syrer og Baser. Dissociationsændringen ved Indvirkning af svage Syrer paa deres Salte er for de sidstes Vedkommende saa ringe, at den neppe ved noget Middel (Ledningsevne, Reaktionshastighed, Varmetoning) lader sig — saaledes som Syrernes — tilnærmelsesvis bestemme.

Theorien maa vel foreløbigt betragtes som uundværlig. Dens empiriske Grundlag er imidlertid kun for Syrernes Vedkommende udarbejdet i betydelig Udstrækning, medens Saltene i mange Tilfælde enten unddrage sig Erfaringens Prøve eller ved

denne give tilkende, at andre, hidtil uopklarede Forhold af væsentlig Betydning maa tages med i Betragtning.

Det er mig ved Slutningen af denne Afhandling en behagelig Pligt at rette en Tak til Bestyreren af Universitetets kemiske Laboratorium, Hr. Professor, Dr. med. & phil. J. Thomsen, der med sædvanlig Velvilje har stillet Stoffer og Apparater til min Raadighed.

Bidrag

til

Scitamineernes Anatomi

af

O. G. Petersen.

Avec résumé en français.

D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr., 6. Række, naturvidensk. og mathem. Afd. VII. 8.

Kjøbenhavn.

Bianco Lunos Kgl. Hof-Bogtrykkeri (F. Dreyer).

1893.

Indhold.

Navnet *Scitamineae* bruges her som Betegnelse for den monokotyledone Planteorden, der omfatter Familierne *Musaceae*, *Zingiberaceae*, *Cannaceae* og *Marantaceae*, nævnte i den Rækkefølge, der formentlig er den mest naturlige, naar Hensyn tages til Blomstens større eller mindre Afvigelse fra den monokotyledone Typus. Efter i nogle Aar at have bearbejdet disse Planter i systematisk og deskriptiv Henseende[1]) paa Grundlag af et meget betydeligt fra de vigtigste kontinentale Herbarier sammenbragt Materiale, har jeg fundet det betimeligt, saa vel som i særlig Grad overensstemmende med min Tilbøjelighed, at gjennemgaa denne Plantegruppe anatomisk; dette skete tildels som et af Forarbejderne til en eventuel monografisk Bearbejdelse af Gruppen i hele sit Omfang, et Arbejde, der dog af bestemte Grunde har maattet opgives.

Da disse Planter i morfologisk og det vil altsaa sige systematisk Henseende indtage en høj Rang i Monokotyledonernes Klasse og tillige indbefatte nogle af de mest almenkjendte tropiske Planter, har heller ingenlunde deres anatomiske Bygning været ukjendt, tværtimod foreligger der vigtige Bidrag til Scitamineernes Anatomi fra den yngre Moldenhawer, Meneghini, Wittmack, Falkenberg, de Bary, Arthur Meyer, H. Ross o. fl., Undersøgelser, til hvilke der selvfølgelig vil blive taget det tilbørlige Hensyn i det følgende. Hvad der imidlertid giver Fremkomsten af denne Afhandling sin Berettigelse, er dels det, at den paa en naturlig Maade slutter sig til en forudgaaende systematisk Behandling, dels og navnlig det, at den er bygget paa et stort og sikkert bestemt Materiale, for største Delen af levende Planter. Da dette væsentligst er bleven tilvejebragt med Bearbejdelsen for Flora Brasiliensis for Øje, er Hovedvægten herved kommet til at ligge paa de amerikanske Former og derved ere *Marantaceerne* blevne trukket noget i Forgrunden; men dette er egentlig ret heldigt, thi under det Virvar og den Usikkerhed i Bestemmelsen særlig af Væxthusplanterne af denne Familie, der har hersket i lang Tid, har det tidligere været

---

[1]) Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, II. Bd., 6te Abth., S. 1—43; Flora Brasiliensis, Fasc. CVII.

umuligt at levere noget systematisk brugbart i anatomisk Henseende. *Thalia dealbata* og *Maranta arundinacea* var i mange Aar Væxthusenes eneste rigtig bestemte Marantaceer, den sidste maaske endda knap nok.

Skjønt der nu altsaa som bemærket foreligger vigtige Bidrag til Scitamineernes Anatomi, navnlig vedrørende Karstrængenes Fordeling og de mærkelig store Skruetracheïder foruden en almindelig Skildring af Bananernes Anatomi m. m., vil jeg dog opsætte den nærmere Omtale af disse og foretrække strax at give Fremstillingen af mine egne Undersøgelser.

Dog finder jeg det rigtigt at forudskikke en Bemærkning om den anvendte anatomiske Terminologi. Jeg bruger Ordet Karstræng i den gamle Betydning, altsaa synonym med Nägelis Fibrovasalstræng; jeg benytter Ordet Bast kun om mekaniske Væv og som Følge deraf vil der ogsaa kunne blive Brug for Schwendeners Begreb og Terminus Mestom (= Karstræng ÷ Bast) eller i Stedet for dette Ordet Ledningsstræng eller Ledningsvæv. Endvidere ville Haberlandts Termini Hadrom og Leptom finde Anvendelse, eller i Stedet for det sidste som dansk Terminus Sistræng eller Sivæv. Ordet Blødbast vil jeg undgaa, og jeg vilde overhovedet ønske, at det vilde udgaa af den botaniske Terminologi.

Dernæst skal jeg med Hensyn til Plantenavnene bemærke, at jeg overalt i Texten anfører dem uden Autornavn, men for at dette ikke skal give Anledning til Misforstaaelser, giver jeg i Slutningen af Afhandlingen en Liste over alle de i denne omtalte Arter, for saa vidt jeg selv har undersøgt dem, med vedføjet Autornavn; derved opnaas tillige at faa en Oversigt over de til Undersøgelsen benyttede Former.

Fremstillingen vil falde naturligt saaledes, at jeg i et første Afsnit giver en anatomisk Skildring af Stængel, Blad og Rod gjennem alle 4 Familier, i et andet Afsnit dels gjennemgaar eller berører nogle særlige Spørgsmaal, dels gjør nogle systematiske Betragtninger, for at ende med at give en anatomisk Diagnose af Ordenen og Familierne.

Første Afsnit.

Anatomisk Skildring af Stængel, Blad og Rod gjennem de 4 til Scitamineernes Orden hørende Familier.

Stænglen.

Marantaceae.

Som Udgangspunkt vil det være passende at vælge Slægten *Calathea*, der alene indeholder omtrent lige saa mange Arter som alle de andre Marantacé-Slægter tilsammen. Hos nogle af disse Arter sidder Blomsterstanden paa Enden af et bladløst eller kun med skjælagtige Blade forsynet Skaft, hos andre paa en Axe, der bærer idetmindste 1, undertiden flere vel udviklede Løvblade; jeg vil begynde med en Art af den sidste Kategori.

Calathea violacea. Den overjordiske Stængel nedenfor Løvbladet har i Tværsnit ganske Bladstilksform, idet den paa den ene Side er begrænset af en næsten ret, lidt indadgaaende Linie. Bygningen er følgende: Helt igjennem et storcellet, kun ud imod Epidermis lidt mer smaacellet parenchymatisk Væv, i hvilket der ikke er nogen Antydning af en Sondring i en Centralcylinder og en Bark. Karstrængene ere fordelte paa en bestemt Maade i 3 Grupper. Langs Epidermis og kun adskilt fra denne ved 1 eller 2—3, undertiden slet intet Cellelag findes en tæt Kreds af Strænge, for hvilke det karakteristiske er, at Basten er det overvejende, enkelte af dem reducerede til en i Tværsnit kredsrund Baststræng med nogle faa Tracheer i Midten, de mindste mangle ganske Tracheer,

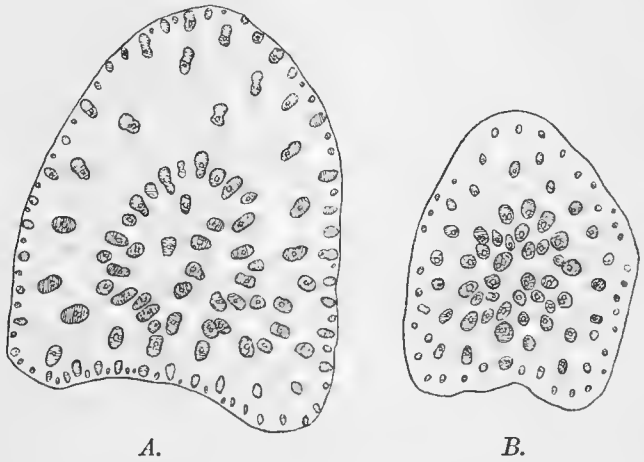


Fig. 1. *Calathea violacea.*

A. Tværsnit gjennem Stænglen nedenfor det øverste Løvblad. *B.* ovenfor dette, altsaa gjennem Blomsterstandens Stilk. De skraverede Partier ere her som i de følgende Figurer Karstrængene.

ere altsaa rene Baststrænge. Ind imod Stænglens Midte findes et andet Parti af Karstrænge med en meget svagere Belægning af Bast, enten kun paa Leptom- eller ogsaa baade paa denne og paa Hadromsiden; disse Karstrænge have ligesom de andre Strænge i Reglen kun 1, sjældent 2—3 store Skruetracheider foruden et større eller mindre Antal meget snævre. Dette centrale Parti af Karstrænge er adskilt fra Randstrængene ved et bredt Parenchym, i hvilket der i Almindelighed ikke findes mere end en enkelt Kreds af Strænge, der i Henseende til Udviklingen af Basten staar omtrent midt imellem de to andre Grupper (Fig. 1, *A*). Karstrængene, navnlig de større, ere ofte noget indknebne paa Midten; deres Sirør ere ledsagede af tydelige Annexceller. Hvad Dækcellerne[1]) angaar, optræde disse baade paa Karstrængenes indadvendte og udadvendte Side umiddelbart uden paa Basten; de ere kun ubetydeligt eller slet ikke ensidigt fortykkede og ere ofte noget bugede paa den Flade, der vender til, og navnlig paa den, der vender fra Basten; de svare i Bredde til flere Bastceller, optræde enten i enkelte Rækker, eller i flere Rækker tæt paa hverandre (Fig. 36) og indeholde Kisellegemer, der minde om morgenstjerneformede Druser af oxalsur Kalk, eller have en mere uregelmæssig, ubestemmelig Form (Fig. 36, *c*). Spredt omkring i Stænglens Parenchym forekomme smaa Krystaller af oxalsur Kalk, af hvilke de fleste have Former som dem, der ere fremstillede i Fig. 38, *E*. Epidermis bestaar af meget snevre, langstrakte Celler.

Blomsterstandens Stilk (Fig. 1, *B*), det Stykke af Stænglen, som ligger mellem det øverste Løvblad og Blomsterstanden, har væsentlig samme Bygning som det nys beskrevne, men afviger dog i følgende Forhold: 1) Det under Epidermis liggende Cellelag træder tydeligere frem ved Cellernes Strækning i radial Retning. 2) De periferiske Karstrænge træde længere tilbage fra Epidermis. 3) Det intermediære Parti af Karstrænge er mindre tydeligt fremtrædende. 4) Den paa Midten indknebne Karstrængsform har tildels veget Pladsen for en i Tværsnit mere elliptisk Form. 5) Basten er mindre fremherskende.

I den stærkt sammentrængte Blomsterstands Axe, i hvilken Karstrængene lige som i de i det følgende nævnte Bladfæster — og denne Axe bestaar jo egentlig af lutter Bladfæster — indeholde en Mængde store Tracheer, optræde Kisellegemerne, som vi fra den vegetative Stængel kjendte fra Dækcellerne, paa en anden og mere iøjnefaldende Maade, nemlig spredte i Mængde som morgenstjerneformede, spidstakkede druselignende Legemer i det storcellede parenchymatiske Væv, ved hvilket de enkelte Karstrænge ere sondrede fra hverandre, 1 stor Druse i hver Celle.

Dette ikke tidligere paaagtede Forhold synes at være almindeligt hos *Marantaceerne*, navnlig hos dem med tætte Blomsterstande. Som et Exempel instar omnium giver jeg i Fig. 30 en Afbildning deraf, saaledes som jeg har fundet det hos *Calathea pacifica*.

---

[1]) Angaaende denne Terminus se pag. 58.

Skjønt Bladets Bygning vil blive skildret senere, skal Bladskedens Bygning her omtales med et Par Ord, for derfra at komme ind paa en Bemærkning om Bladsporenes Forløb. I Bladskeden findes der flere Lag Karstrænge, i hvilke man, uden at de dog kunne holdes skarpt ude fra hverandre, kan skjelne mellem en ydre, en indre og en mellemliggende Kreds. Imellem Karstrængene i den indre Kreds optræder der Luftgange; disse ere ved Diaphragmer af Stjerneparenchym delte paatværs.

Ville vi følge Sammenhængen mellem Bladskedens og det tilhørende Internodiums Karstrænge, se vi, at Skedens to ydre Strængkredse fortsætte sig næsten lodret ned i Internodiet og udgjøre dettes to ydre Kredse, medens den indre Kreds pludselig bøjer af, træder ind i Stængelmidten og her indordner sig i Stænglens centrale Karstrængparti, hvis enkelte Strænge derpaa gjennem det lange Ledstykke have et næsten lodret Forløb. Foruden den i Bladfæstet stedfindende stærke Anastomosedannelse, hvis Enkeltheder vel lade sig beskrive, men ikke frembyde noget af særlig Interesse, finder der en midlertidig histologisk Forandring Sted med Karstrængene paa dette Overgangsstadium. Medens der nemlig som ovenfor omtalt i Internodiets Karstrænge findes et Antal meget smaa og i Reglen kun 1 eller sjældnere 2—3 store Tracheer, udvide i Bladfæstet de smaa Tracheer sig betydeligt, saa at der dér kan fremkomme et Tværbælte eller en Halvkreds eller andre Grupperingsformer af 10—20 forholdsvis ret vide Tracheer, blandt hvilke ingen enkelt er særlig dominerende. Dette er et Udtryk for den ogsaa paa andre Maader, nemlig ved Bastens Reduktion, fremtrædende Tendens til Mestomets Overvægt over det mekaniske Væv i Bladfæsterne. Lignende Forhold, hvad Karstrængenes Forløb angaar, finder Sted i Stænglen hos *Maranta arundinacea.*

I den allernederste noget opsvulmede Del af Stænglen er saavel denne som den her tykke Bladskede af en mere blød Textur. Karstrængene, navnlig de ydre, have en tyk Belægning af mekanisk Væv, der her ikke er forvedet, men antager en violet Farve ved Klorzinkjod; den er et Slags bastagtig Collenchym[1]. — Rhizomets Bygning har jeg ikke havt Lejlighed til at undersøge hos denne Plante. Endnu skal jeg kun bemærke, at de store Tracheer, der have skrueformig Fortykkelse, ere omgivne af et Lag meget fine langstrakt parenchymatiske Celler, et Forhold, jeg ogsaa kommer tilbage til senere.

Calathea grandifolia har væsentlig samme Væxtmaade som *C. violacea*, men den er en i det hele taget meget større og kraftigere Plante end denne. Bygningen af den overjordiske Stængel nedenfor Løvbladet ligner ogsaa den foregaaendes, dog med følgende

[1]) Ganske lignende Forhold ere iagttagne tidligere hos flere Græsser: de Bary, Anatomie, p. 343; Russow, Bot. Centralb., Bd XIII, p. 101; Strasburger, Leitungsb., p. 339. Man bedes navnlig lægge Mærke til den store Overensstemmelse mellem de Bary's Afbildning, Anat., p. 344, Fig. 150, af en Karstræng i Basaldelen af en Bladskede af *Zea Mais* og min Afbildning af en Karstræng fra Basaldelen af en Stængel af *Canna latifolia*, p. 15.

Afvigelser: 1) Den indre Del af Stænglen, hvor Karstrængene ere mindre tæt samlede end hos foregaaende, er stærkt fyldt med Stivelse, hvilket ganske eller tildels mangler udadtil; herved fremkommer der i Stængelmidten som et Slags Marv. 2) Karstrængene i det intermediære Parti ere tilstede i flere Kredse, Adskillelsen af 3 Karstrængpartier i Stænglen bliver derfor mindre tydelig. 3) Ikke blot umiddelbart under Epidermis optræder der talrigere rene Bastbundter, men ogsaa lidt længere ind i Barken forekomme disse karakteristiske smaa Bundter. Dækcellerne forekomme ogsaa i Mængde hos denne og under samme Forhold samt med samme Beskaffenhed af Kisellegemerne som hos foregaaende. — Ligesom i Stænglen nedenfor Løvbladet findes der ogsaa i Blomsterstandens Stilk en Adskillelse mellem et mere storcellet Parti i Stængelmidten og et mere smaacellet udenfor i en Tykkelse af omtrent den halve Radius, en Adskillelse, som ikke fandtes hos *C. violacea.* Stivelsekornene forekomme i denne Region i langt ringere Mængde og af meget mindre Størrelse end i Ledstykket under Løvbladet. De ydre Karstrænge ere her, ligesom hos *C. violacea*, trukne tilbage fra Epidermis, men ikke slet saa meget som hos denne. De centrale Strænge give i Midten Plads for et ikke ubetydeligt strængløst Parti i Modsætning til *C. violacea.* Kalkoxalat-Krystallerne ere næsten naaleformige; i nogle af de bredeste forholdt Længden sig til Bredden omtrent som 12 : 1, medens hos *C. violacea* Længden af de mere langstrakte Krystaller forholder sig til Bredden omtrent som 3 : 1.

Hos *Calathea Lietzei*, der hvad Væxtmaaden angaar, hører til samme Afdeling som de to foregaaende, er Stænglen væsentlig bygget som hos *C. violacea.* Kiseldannelsen synes noget tilbagetrængt og Kiselcellerne danne perlesnorformige Rækker. Stivelsen findes her kun i 1 eller 2 Celledrag paa hver Side af Karstrængene ɔ: de store intermediære og de indre, beliggende ud for disses ydre Halvdel, altsaa ud for Leptomet og den ydre Del af Hadromet. Blomsterstandens Stilk er meget kort og nærmer sig i sin anatomiske Karakter til Rachis. Den hos *C. violacea* antydede Hypodermdannelse træder her tydeligere frem, idet der findes en af 2 Cellelag dannet Hypoderm, hvis Celler ere radialt strakte og chlorofylfri. Karstrængene træde tilbage fra Epidermis. Morgenstjerneformede Kisellegemer forekomme spredte i det indre Parenchym. Sclerosen meget tilbagetrængt, reduceret til Tracheerne. Selve Rachis, der har en halvtrind Form, afviger fra Stilken ved at der uden om den Del af det centrale Karstrængparti, der vender mod den buede Side, findes et bueformigt Parti af meget lakunøst Væv. Udtrykket «centralt Karstrængparti» er for saa vidt ikke korrekt, som Bygningen af Rachis er udpræget ensymmetrisk; det paagjældende Strængparti er mod den flade Side kun adskilt fra Hypodermen ved nogle faa, omtrent 4, Cellelag med meget smaa Lakuner, medens der mod den buede Side uden om det ovennævnte lakunøse Væv findes et halvmaaneformigt Parti af Cellevæv, indesluttende 2—3 Lag Karstrænge. Ogsaa i Rachis er Forvedningen indskrænket til Tracheerne.

Calathea medio-picta hører til de Arter, hvor alle Løvbladene udgaa fra Rhizomet,

hvor altsaa Blomsterstanden, der er kogleformig tæt, sidder paa Enden af et bladløst Skaft. Dette har som man kunde vente omtrent samme Bygning som Blomsterstandens Stilk hos *C. violacea.* De ydre Strænge ere rene Baststrænge og drage sig noget tilbage fra Epidermis; ellers forekomme spredte Baststrænge ikke, men Karstrængenes Bastbelægning er tyk. Krystallerne af oxalsur Kalk ere faa og smaa. Angaaende Kisellegemerne gjælder det samme, der er bemærket for *C. Lietzei*; dog synes her foruden de morgenstjerneformede Legemer at forekomme flere Klumper med næsten jævn Overflade. I Rachis findes store Mængder af Kiselsyrelegemer spredte i det centrale Karstrængparti.

Calathea virginalis har den foregaaendes Væxtmaade. De større Karstrænge i Midten af Skaftet have en meget stærk Bastbelægning, de smaa Strænge i Barken ere næsten udelukkende dannede af Bast. Her findes en Kreds af meget smaa Lakuner, af hvilke hver i Størrelse andrager omtrent det samme som en af de store Parenchymceller. De fleste af de større Karstrænge med 1 stort Skruekar samt med en Belægning af talrige Dækceller med Kisellegemer af — tildels uregelmæssig — Morgenstjerneform. Talrige lave Parenchymceller med en nærmest kjødfarvet Cellesaft spredte gjennem hele Skaftet. Umiddelbart under den tætte Blomsterstand udvider Skaftet sig og dette Forhold er i det indre ledsaget af en stærk Lakunedannelse; indenfor denne tykke meget luftførende Bark ere de store stærkt mekanisk udstyrede Karstrænge sammentrængte og allerede her viser sig Kisellegemernes Tendens til at træde ud fra Karstrængene.

Skaftet hos *Calathea Achira* har en ret ejendommelig Bygning, idet der findes en Centralcylinder med en Mængde meget tæt stillede Karstrænge med en ringformig Belægning af særdeles stærkt fortykkede Bastceller, en Bark med nogle faa Karstrænge i Midten og en tætstillet Kreds af Karstrænge nær under Epidermis, adskilt fra denne ved nogle faa Cellelag. Endvidere findes der i Centralcylindren, omgivende Karstrængene en Mængde store Kisellegemer; saadanne mangle i Barken. Den stærke Sammenrykning af Centralcylindrens Karstrænge kan maaske forstaas ud af Pöppigs Bemærkning om Plantens Voxemaade: «Caules . . . . basi decumbentes, interdum radicantes»[1]).

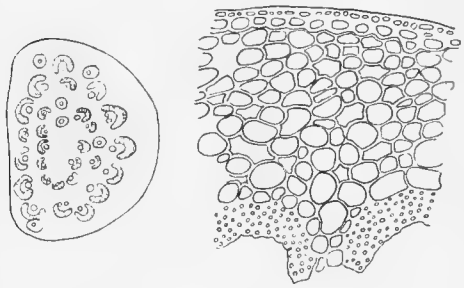
Hos *Catathea villosa, C. grandis, C. barbata* og *C. lateralis* ere Barkens periferiske Strænge forsynede med en særdeles tyk Bastbelægning, der hos de to sidste endog er mer eller mindre sammenflydende.

En endnu stærkere Udvikling af de mekaniske Væv findes hos de faa Arter, jeg — efter opblødt Materiale — har haft Lejlighed til at undersøge af Calathea-Slægtens østlige Repræsentant, Slægten *Phrynium.* I Skaftet hos *Phr. capitatum* findes der, adskilt fra Epidermis ved omtrent 3 Lag temmelig tynde Celler, en overordentlig stærk Bastbelægning, stærkere end iagttaget hos nogen anden Scitaminee. Denne Belægning er sammen-

[1]) Pöppig et Endlicher, Gen. Nov., II, pag. 21.

hængende paa lange Strækninger, springer forskjelligt langt frem ind i Stænglen og staar ikke i direkte Forbindelse med Ledningsstrængene; derpaa følge Ledningsstrænge med Bast og endelig rene Mestomstrænge. Hos *Phr. dichotomum* har Skaftet ligeledes en tyk og næsten sammenhængende Bastbelægning, men adskiller sig dog fra foregaaende ved flere Forhold, som ville blive omtalte senere.

En meget kraftig Bygning findes ogsaa hos de faa undersøgte Arter af Slægten *Ischnosiphon*. Hos *I. laxus* er Rachis inflorescentiae i Tværsnit næsten halvcirkelformig. Karstrængene, der ere rykkede noget længere tilbage fra den hvælvede end fra den flade Side, have en meget stærk halvbueformig Belægning af Bast, nogle enkelte af dem i Udkanten ere helt omgivne af en tyk Skede af Bast. Ogsaa her findes der i Reglen kun 1 stor Traché i hver Stræng. Særligt bør det endvidere fremhæves, at Hypodermen her er udviklet som et rent mekanisk Væv, samt at Lakunerne vel ere tilstede, men smaa og lidet iøjnefaldende. *I. plurispicatus* forholder sig væsentlig paa samme Maade, kun har den meget større Lakuner.



A. *B.*

Fig. 2. *Ischnosiphon laxus.*
A. Tværsnit gjennem Blomsterstandens Axe; *B.* et lille Parti af dennes Omkreds, stærkere forst.

Af Slægten *Thalia* har jeg kun haft Lejlighed til — for saa vidt Stænglen angaar — at undersøge et Par Arter efter opblødt Herbariumsmateriale. Skaftet hos *Th. geniculata*, den eneste Art, der vil blive omtalt paa dette Sted, har, adskilt fra den smaacellede Epidermis ved 2—3 Lag Celler, en overmaade kraftig Bastskede, hist og her tildels, men ikke fuldstændig afbrudt af Parenchymceller, der kile sig ind i den indvendig fra, lige som der ogsaa indvendig læne sig Karstrænge op til den, hver indesluttende 1 meget stort Skruetraché; dette sidste er ogsaa Tilfældet med Karstrængene saavel i Blomsterstandens Stilk som i Rachis inflorescentiae; i denne ere alle Karstrængene tættere samlede som en Centralcylinder og imellem denne og Epidermis, hvis Celler ere paafaldende større end i Skaftet og Blomsterstandens Stilk, findes 3—4 Lag Celler, af hvilke de inderste paa Grund af mange Lakuner ere meget løst sammenhængende.

Gaa vi dernæst over til at betragte de 4 nærmere indbyrdes forbundne Slægter: *Maranta*, *Stromanthe*, *Ctenanthe* og *Saranthe*, ville vi begynde med

Stromanthe Tonckat (Fig. 3). Den overjordiske Stængel har yderst en af særdeles smaa Celler dannet Epidermis, derunder en Hypoderm af meget større Celler, derunder 1—2 Lag af noget mindre chlorofylførende Celler, og derunder kommer en næsten sammenhængende Bastskede, bestaaende af flere Lag Celler; til dennes Indreside støtte sig

med regelmæssige Mellemrum mindre Ledningsstrænge. Ganske smaa Bastbundter af omtrent en Parenchymcelles Dimension, ere spredte omkring i Stænglens indre Del, men Bastbelægningen paa Karstrængene er her ringe; disse ere omgivne af stivelseførende Celler; i Karstrængene findes der gjerne en stor Traché med ringformig Fortykkelse og mediant for denne en lille med skrueformig Fortykkelse. Væsentlig overensstemmende med denne er Stænglen hos *Stromanthe lutea*. I Blomsterstandens Fællesstilk hos *S. lutea* er der den Forskjel fra den egenlige Stængel, at de spredte smaa Bastbundter ere meget reducerede i Antal, at Bastbelægningen paa de indre Karstrænge er endnu svagere samt at den mekaniske Skede mod Stænglens Periferi er mindre sammenhængende — med andre Ord, i det Hele en Reduktion i det mekaniske System. I den enkelte Blomsterstands Specialstilk forekomme ikke længer de indre smaa spredte Baststrænge, og den periferiske Bast er dels mere reduceret, dels har den trukket sig længere tilbage fra Epidermis, hvorimod der et Par Cellelag under Epidermis har udviklet sig en Kreds af Lakuner. I Internodierne af selve Rachis endelig er dette Lakunesystem stærkere fremtrædende udenom hele Karstrængmassen, der altsaa er trængt tilbage fra Overfladen. Det ledende Væv er her mere fremtrædende paa Bekostning af det mekaniske Væv; her optræder ofte mere end 1 eller 2 store Tracheer; 2 Dobbelttracheer ere saaledes ret hyppigt.

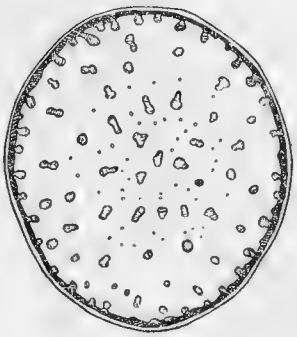


Fig. 3. *Stromanthe Tonckat.* Stænglen i Tværsnit.

Maranta arundinacea. I Stængelbygningen hos denne kommer der et nyt Moment til, som ikke har været iagttaget hos de hidtil omtalte Marantaceer, nemlig Tilstedeværelsen af endel spredte schizogene Lakuner, uden at der derved fremkommer noget, der ligner Stjerneparenchym. Sirørene store, ligge i de ydre Karstrænge i en Halvkreds, omgivne af en Halvbue af Bast. De rent mekaniske Strænge stærkt fremtrædende, adskilte fra Epidermis ved nogle faa Lag Celler; de aftage i Størrelse fra Periferien og indefter i Barken, høre derpaa fuldstændig op, men vise sig atter længere inde i Stænglen. Der er dog den Forskjel mellem disse indre og de ydre Baststrænge, at hine ere meget solidere, hvilket præcisere kan udtrykkes saaledes, at deres Cellelumina ere meget mindre i Diameter end de adskillende Fællesvægge, medens i de ydre Baststrænge Cellerummenes Diameter er større end Tværmaalet af de nævnte Vægge. I Grenenes opsvulmede Basaldel optræder i Stedet for Basten langt mægtigere Masser af Collenchym[1]; en anden og ikke uinteressant,

[1]) Dette i denne Afhandling gjentagne Gange omtalte Forhold er af Russow taget til Indtægt for den Opfattelse, at Vandbevægelsen finder Sted i Planten, ikke intermicellært i Vedcellerne, men i de tracheale Elementers Lumina, da det jo faktisk medfører en kortere eller længere Afbrydelse i de af forvedede Elementer dannede Strænge (Bot. Centralb., XIII, pag. 101). Se fremdeles under Musaceerne.

sikkert konstateret Forskjel er, at der i dette Parti af Stænglen uden paa den ikke med Collenchym belagte Del af Karstrængen, altsaa uden paa Mestomet, findes stivelseførende Celler, medens Stivelse ikke er til at paavise i den øvrige Del af Internodiet, hverken langs Karstrængene eller andetsteds. — I Blomsterparrets Fællesstilk er al ydre Bast forsvundet, Karstrængene have — i Modsætning til hvad der finder Sted i den vegetative Stængel — intetsteds Bast paa mer end 1 Side; derimod findes der i den ydre Del af Barken en Kreds af Lakuner. Store morgenstjerneformede Kisellegemer forekomme, uden at staa i Forhold til Basten, ligeledes Octaëdre af oxalsur Kalk, der ere meget mindre end Kisellegemerne. I Fig. 4 er afbildet et Brudstykke af en Skruetraché med de den omgivende, ikke forvedede Celler — Basten ligger til den modsatte Side —; op til disse grænse nogle større Celler, af hvilke 4 hvert indeholder et stort, Cellerummet næsten ganske udfyldende Kisellegeme, og udenfor disse komme atter nogle meget store Celler, hvoraf flere indeholde et Kalkoxalatoctaëder.

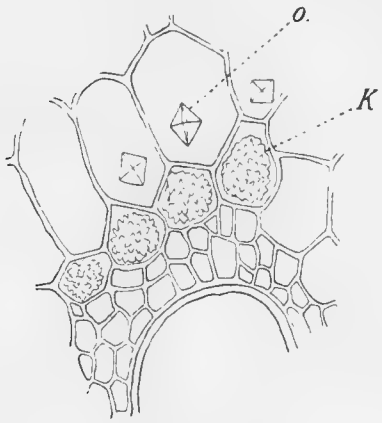


Fig. 4. *Maranta arundinacea.* Parti af Tværsnittet af Blomsterparrets Fællesstilk med morgenstjernef. Kisellegemer (*K*) og Octaëdre af Kalkoxalat (*O*).

Hos *Maranta bicolor* er Stængelbygningen væsentlig som hos foregaaende. Opad imod Blomsterne modificeres den saaledes, at Blomsterstandens Stilk især afviger fra Stænglens ved følgende Forhold: 1) Det mekaniske Væv mindre udviklet, 2) Karstrængsystemet trængt mere sammen paa Midtaxen, 3) en Kreds af Lakuner udenom Centralcylindren, 4) det subepidermale Lag Celler har antaget Karakteren af en Hypoderm (Vandvæv); ligesaa i Blomsterstandens Rachis. Her findes i det storcellede Parenchymvæv, uden særlig at være knyttet til Karstrængene, morgenstjerneformede Kisellegemer, men sparsomt. Med denne stemmer den nær beslægtede *M. leuconeura.* — Hos *M. divaricata* er Blomsterstanden undertiden stærkt forgrenet, Grenene store opret-udstaaende; de ere ganske uden smaa indre spredte Bastbundter og det ydre mekaniske Væv er heller ikke stærkt udviklet; der maa imidlertid lægges Mærke til, at Grenene ere tæt omsluttede hver af et langt tokjølet Forblad, der nogle Cellelag indenfor sin Epidermis har et sammenhængende baandformigt stærkt udviklet Bastlag, bestaaende af flere Lag stærkt fortykkede Bastceller. Længere oppe i Blomsterstanden er et hypodermatisk klart Cellelag mere iøjnefaldende, og i Blomsterparrets Fællesstilk er dette endnu mere fremtrædende, men derhos findes her en kun ved 1 Cellelag fra denne Hypoderm adskilt Kreds af store Lakuner, hvorhos Karstrængene ere trængte ind mod Midten. I den enkelte Blomsts Stilk er det samme Tilfældet, kun er Antallet af Karstrænge formindsket; her findes ingen Forøgelse af Karstrængenes Antal som hos

mange andre Marantaceer. Oppe under Blomsten udvider Stilken sig pæreformigt; dette finder Sted ved en stærkere Udvikling af alt det Væv, der ligger udenfor Karstrængene, særlig det lakunøse. — Ligesom hos denne forekommer der ogsaa hos *M. bicolor* og *M. bracteosa* kun een stor Traché i Karstrængene i Blomsterstandens Stilk og Rachis.

Saranthe leptostachya har sin axformede Blomsterstand siddende paa Spidsen af et ikke meget langt Skaft, der kun bærer et langt grønt Dækblad. I den Del af Skaftet, der er under dette Dækblad, ere Karstrængene jævnt spredte over det hele; de ere smaa, i Tværsnit rundagtige med en enkelt stor Ringtraché og svagt udviklet Bastbelægning, adskilte fra Epidermis ved 4—5 Lag Celler. I den yderste Del af den karstrængførende Del af Stænglen findes nogle smaa rene Baststrænge, ellers ikke. De kiselførende Celler have slet ikke Karakter af Dækceller; de minde meget mer om Forholdene hos *Canna* og *Strelitzia*. Det mekaniske Væv er her svagt udviklet. Ingen periferiske Lakuner. Blomsterstandens Stilk (ovenfor det grønne Højblad) viser samme Forhold, ogsaa hvad Kisellegemerne angaar, men her optræde Lakuner mellem Karstrængmassen og Epidermis. Endnu kun 1 Traché i hver Stræng. I Blomsterstandens Rachis er følgende at bemærke: 1) Lakunerne meget mer udviklede, 2) flere Tracheer i hver Stræng, 3) Kisellegemerne hist og her traadte ud i Parenchymcellerne mellem Karstrængene, 4) det under Epidermis liggende Cellelag fremtrædende som en Hypoderm. Den enkelte Blomsterstands (Specialblomsterstandens) Stilk: Af Karstrænge findes kun ganske faa, adskilte fra hverandre ved et Parenchym, i hvilket der findes rigelig Stivelse. Det ledende Cellevæv i Karstrængene encherskende paa Bekostning af det mekaniske, som mangler. — Ligesom hos denne er hos *Saranthe Eichleri*, *S. cuiabensis*, *S. urceolata* og *S. Riedeliana* Blomsterstandens Axe karakteriseret ved, at samtlige Karstrænge ere dragne ind mod Axens Midte, at Barken altsaa er tyk, at den tillige er rig paa store Lakuner, at der findes mange omtrent lige store Tracheer i de enkelte Karstrænge og at der mellem disse findes en større eller mindre Mængde af Kisellegemer, der i Reglen have et morgenstjerneformigt Udseende.

For nu at komme til foreløbig Afslutning med Stængelbygningen hos Marantaceerne skal jeg for Slægten *Ctenanthes* Vedkommende indskrænke mig til at bemærke, at *Ct. pilosa* har sin Stængel i alt væsentligt bygget ligesom *Stromanthe Tonckat*, der er afbildet S. 13. Hos *Ct. setosa* har jeg dog havt Lejlighed til at undersøge Rhizomet og skal derfor omtale det med et Par Ord. Rodstokkens Forgrening er her sympodial. Umiddelbart nedenfor Basis af Luftstænglen udgaa vandrette Udløbere, der med en Tykkelse af henimod 1 Centimeter strække sig undertiden flere Decimetre, inden de efter deres Tur bøje tilvejrs og udvikle Løvblade; da der tilmed ofte udgaar mere end 1 Udløber fra Grunden af Luftstænglen, har Planten Betingelserne for en stærk Udbredning. Rhizomets Lavblade dø hurtigt bort og reduceres til Rester af et Trevlenet. Birødder udvikles hist og her, i større Mængde ved Grunden af Luftstænglen. Da Rodstokkens ældre Dele hurtigt dø bort,

bestaar den kun af de alleryngste Aargange, eller egentlig kun af den sidste Aargang med en Stump af den foregaaende. Grændsen mellem Centralcylindren og Barken dannes her af en iøvrigt ikke meget fremtrædende Endoderm, hvis Celler ikke ere særlig fortykkede; umiddelbart indenfor denne Endoderm findes en Kreds af tætstillede Karstrænge, for hvilke det mest karakteristiske er, at der næsten intet mekanisk Væv findes i dem, medens Tracheerne ere saa rigt udviklede, at de omtrent indtage det halve af Karstrængtværsnittets Areal. Saavel indenfor som udenfor findes der nu en Mængde Karstrænge spredte over hele Tværsnittet, næsten alle med en mer eller mindre tyk Belægning af mekanisk Væv; dette farves violet af Chlorzinkjod; i Barkens ydre Del ere disse Strænge mindre og ganske blottede for Ledningsvæv, i Tværsnit omtrent kredsrunde. Epidermis yderst smaacellet. Stivelsen optræder især i Mængde i den indre Del af Barken.

Cannaceae.

Canna Warszewiczii. Frem for alt afviger Stænglen fra Marantaceernes ved Tilstedeværelsen af en Kreds af lange, i Tværsnittet kredsrunde eller noget ovale Slimgange,

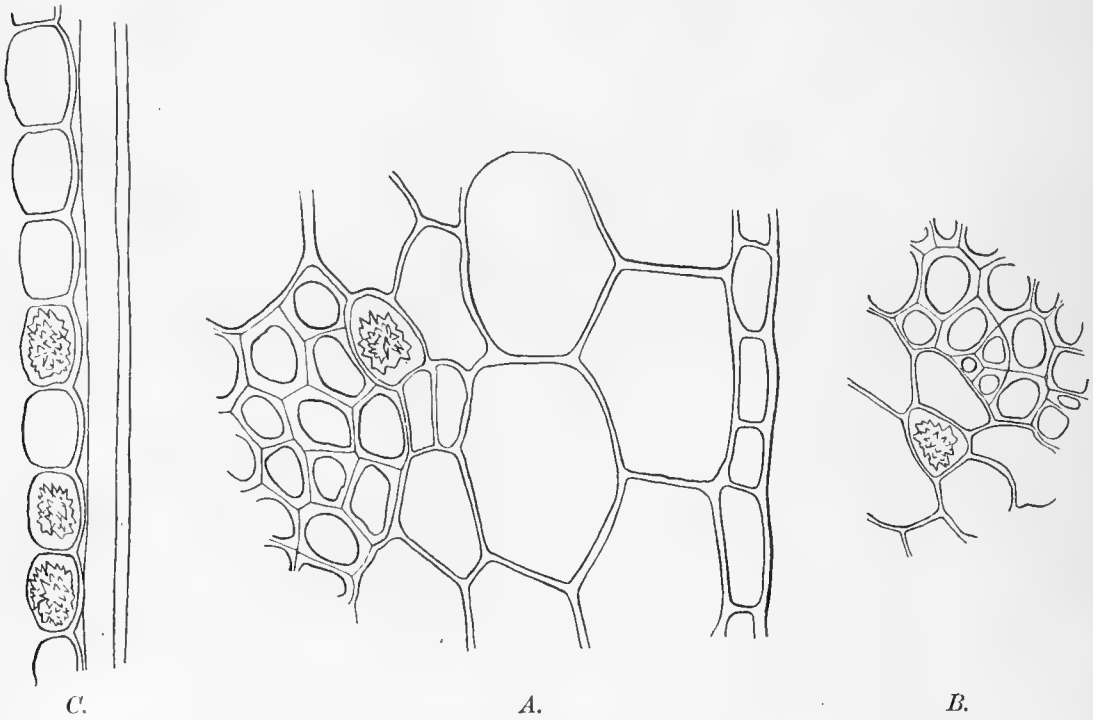


Fig. 5. *Canna Warszewiczii.*

A. Tværsnit gjennem Stænglen med en kiselførende Celle, der grænser op til Basten; *B.* et lignende, hvor den kiselførende Celle er adskilt fra Basten ved en Parenchymcelle. *C.* Længdesnit svarende til *A.*

som dog ikke naa ud i den ydre Del af Stænglen; disse kunne under aftagende Mængde følges helt op igjennem Blomsterstandens Stilk og ind i Rachis inflorescentiae, idet de samtidigt rykke længere ind mod Axens Midte, indtil der i den øvre Del af Rachis kun findes 1 enkelt central Slimgang. Ogsaa i Rhizomet findes de. De ydre Karstrænge ere belagte med tyk Bast og de alleryderste vexle med Baststrænge, der i Tværsnit ere næsten kredsrunde og paa intet Punkt smelte sammen indbyrdes. Kiselmasserne ere i Stænglen ikke meget fremtrædende ved deres Mængde; de optræde som morgenstjerneformede Legemer, der dels i lange Rækker følge Basten, dels i enkelte Tilfælde ere adskilte fra denne ved en Parenchymcelle. I Blomsterstandens Axe savnes de eller optræde ialtfald ikke paa den Maade som hos visse Calathea-Arter. Det bør ogsaa fremhæves, at Karstrængene i Inflorescensaxen ikke have Tendens til at rykke ind mod Stængelmidten, at der ikke her dannes lakunøst Væv i Barken samt at Basten følger med helt op dels som Belægning, dels som rene Bastbundter. Ved sin Basis har Stænglen og Bladskederne den sædvanlige Opsvulmning med Omdannelse af Karstrængenes Bast til Collenchym, der navnlig i Skederne ofte optræder uden Ledsagelse af Mestom.

Canna lutea, *C. coccinea* og *C. latifolia* synes i alt væsentligt at være i nøje Overensstemmelse med foregaaende i Stænglens Bygning baade nedadtil i den opsvulmede Del (Fig. 6)[1]) og opadtil i Blomsterstandens Axe, i Slimgangenes Stilling — ogsaa i den enkelte Blomsterstilk findes en central Slimgang — o. s. v. Slimgangene findes ikke i Bladene. I Rhizomet af *Canna latifolia* findes der som Grændse mellem Bark og Centralcylinder en Endoderm, der om end ikke meget tydelig udpræget dog i Reglen lader sig følge paa længere Strækninger. Saa vel i Bark som i Centralcylinder er der Stivelse, men langs Endoderm-Regionen findes der et stivelsefrit Parti.

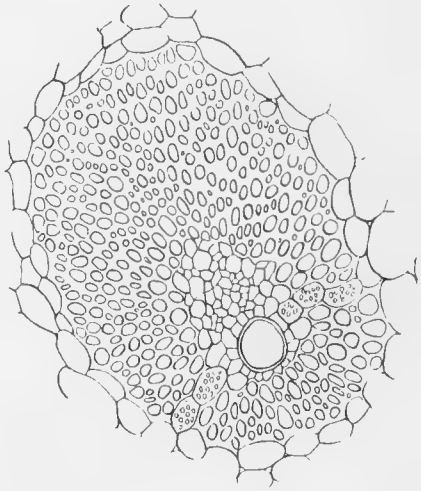


Fig. 6. *Canna latifolia.*
Tværsnit gj. en Karstræng fra den nederste opsvulmede Del af Stænglen. Stivelseførende Celler føre ind til Ledningsvævet.

[1]) Som man vil se, er der stor Overensstemmelse mellem dette Tværsnit og det Billede, som de Bary giver i sin Anatomi Fig. 151, pag. 334 af en Stræng fra den nedre Del af Bladskeden hos *Zea Mais*, ogsaa deri, at Ledningsstrængens Leptom er adskilt fra Collenchymet ved et Lag fine Parenchymceller. En Forskjel er det, at *Canna*-Strængen ogsaa paa sin indre Side er forsynet med Collenchym, der dog er skilt fra den store Traché ved et Lag meget fine Celler, som Figuren viser.

Zingiberaceae.

Rhizomerne hos nogle *Curcuma*-, *Zingiber*- og *Alpinia*-Arter ere saa godt skildrede baade i morphologisk og anatomisk Henseende af Arthur Meyer[1]), at jeg for ikke at komme med Gjentagelser i det væsentlige kan henvise hertil og iøvrigt fatte mig temmelig kort.

Hos *Alpinia calcarata* er Rodstokken sympodialt udviklet. Umiddelbart nedenfor Basis af det løvbladbærende Luftskud udgaa de vandrette Udløbere, der med en Tykkelse af 1 Centimeter kun strække sig omtr. 5 Cm., før de bøje tilvejrs og danne Løvblade. Da Rhizomets ældre Dele holde sig ret længe, kommer det til at bestaa af adskillige Aargange, af hvilke de ældre ere betydelig tyndere end de yngre; dets Lavblade ere ligeledes længe vedblivende og danne en brun Beklædning paa de yngre Aargange. Birødderne, der ere tykke og kraftige, ere næsten ligelig fordelte paa hele Rhizomets Underside. — Sammenligne vi Rhizomets Bygning med den nedre Del af Luftstænglen, iagttages følgende: I den overjordiske Stængels Internodier findes der en Bastskede, der gjør Skjel mellem Bark og Centralcylinder og bestaar af 3—4 Lag forvedede Celler. Barkens Karstrænge have en stærk Bastbelægning, der naaer helt rundt, men rene Baststrænge forekomme ikke, Centralcylindrens Karstrænge ere næsten ganske blottede for specifik mekaniske Væv. I Rhizomet, hvis Bark er omtrent dobbelt saa tyk som Luftstænglens, findes der ingen væsentlig Forskjel mellem Karstrængene i Bark og Centralcylinder; de ere omtrent ens udstyrede, hvad mekanisk Væv angaar, og staa i denne Henseende lidt tilbage for Stænglens Bark-Strænge. I Rhizomet mangler Bastskeden eller er i alt Fald kun antydet, men Grænsen mellem Bark og Centralcylinder markeres, foruden ved de her langt tættere stillede Karstrænge, derved, at Stivelsen, hvad der ogsaa er Tilfælde i Stænglen, næsten udelukkende optræder i Barken; den findes her i tiltagende Mængde udenfra indefter, indtil den ganske pludselig ophører ved Centralcylindren. Hvad der her særlig maa fremhæves til Adskillelse fra *Marantaceer* og *Cannaceer* er Tilstedeværelsen af en Bastskede, der er saaledes beliggende, at i det mindste 1 Kreds af Karstrænge forløbe udenfor; dette er aldrig Tilfældet hos de faa Marantaceer, hvor der findes en sammenhængende Bastskede, idet denne nemlig altid ligger udenfor de yderste Karstrænge, kun adskilt fra Epidermis ved ganske faa Lag Celler. For strax at give en Forestilling om Stængelbygningen hos Zingiberaceerne henvises til Fig. 8, Side 20.

Stængelbygningen hos *Costus spiralis* er omtrent følgende: Centralcylindren begrænset udadtil af en sammenhængende 2—3 Cellelag tyk Bastskede; i Forbindelse med denne staar en Kreds af Karstrænge, der springe noget ind i Barken; omtrent midt i

---

[1]) Beiträge zur Kenntniss pharmaceutisch wichtiger Gewächse, II. Ueber die Rhizome der officinellen Zingiberaceen, *Curcuma longa* L., *Curcuma Zedoaria* Roscoe, *Zingiber officinale* Roscoe, *Alpinia officinarum* Hance (Archiv der Pharmacie, 218 Bd., 6 Hft., 1881).

Barken findes en Kreds af Karstrænge, af hvilke enkelte nærme sig Bastskeden; Karstrængene i denne yderste Kreds ere forbundne indbyrdes ved et af noget mindre og finere Celler dannet Bælte, ved hvilket altsaa Barken deles i en ydre og indre Del. Samtlige Karstrænge ere i Tværsnit runde eller noget ovale med en stor Skrue-Traché, beliggende næsten i Midten, undertiden med en Dobbelttraché, de i Centralcylindren uden eller med meget svag Bastbelægning, Barkens derimod med ofte helt rundt udviklet Bast. Stivelse findes rigeligt i Centralcylindren, navnlig omkring Karstrængene og op ad Bastskedens Indreside, ikke eller kun i ringe Mængde i Barken. Kiselførende Celler med morgenstjerneformede Kisellegemer forekomme langs Basten. Kalkoxalatkrystallerne ere mest stavformige og findes spredt omkring i Grundvævet, ikke knyttede til Karstrængene. Centralcylindrens og Barkens Grundvæv saa vel som Epidermis er dannet af fintvæggede Celler. Op mod Grunden af Blomsterstanden forandrer Stængelbygningen sig paa den Maade, at Centralcylindren trækker sig sammen, at Barken altsaa bliver tykkere og at Bastskeden afløses af et fintcellet, tilsyneladende ikke mekanisk udviklet Væv, og i Rachis af den koglelignende Blomsterstand kommer hertil, at Kisellegemerne træde ud fra Karstrængene og optræde i de mellemliggende Parenchymceller, om just ikke i den Mængde som hos visse Arter af *Calathea*. — Rhizomet afviger fra Luftstænglen ved sin tykkere Bark med flere Lag Karstrænge samt ved Mangel af sclerificeret Skede. Dette Forhold, at der i Barken findes flere Lag Karstrænge, kan følges flere Internodier op i Luftstænglen. En lignende Stængelbygning have forskjellige andre *Costus*-Arter; disse vise dog mindre Bygningsafvigelser, dels fra *C. spiralis*, dels indbyrdes.

Hedychium coccineum. Stængelbygningen væsenlig som hos *Costus* med Bastskede osv. Rene Bastbundter synes lige saa lidt at forekomme her som hos foregaaende. Bastskeden kun undtagelsesvis i direkte Forbindelse med Ledningsstrænge i Internodiet, bestaar af 5—6 Lag ikke meget stærkt fortykkede Celler. Næsten alle Centralcylindrens Karstrænge med svag Bastbelægning. Ingen Lakuner. Barken med 2—3 Kredse af Karstrænge. Opad Blomsterstanden til optræder i Barken en Kreds af Chlorofylvæv og samtidig begynder Udviklingen af Luftgange, der navnlig oppe i Rachis inflorescentiae ere stærkt fremtrædende. Hele Blomsterstandens Axe har hos denne Plante en frisk grøn Farve; Bastskeden er her dels tyndere, dels rykket indefter, saa at Barken altsaa er tykkere. Karstrængene i Blomsterstandens Axe indeholde indtil 20 Tracheer. — Nede i Stænglens opsvulmede

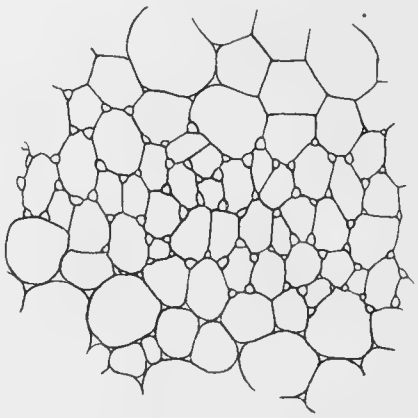
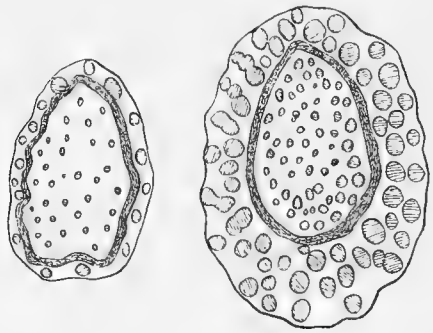


Fig. 7. *Hedychium coccineum.* Et lille Parti af Skeden i den nederste opsvulmede Del af Stænglen med collenchymatisk fortykkede Celler. Tværsnit.

Basis sker den sædvanlige Forandring, at Karstrængenes Bastbelægning afløses af Collenchym; men ogsaa Skeden, der danner Grænsen mellem Bark og Centralcylinder, optræder her som en Collenchymskede, dannet af noget aflangt parenchymatiske, svagt collenchymatisk fortykkede Celler (Fig. 7), der træde ret tydeligt frem mod de omgivende Celler, der have større Bredde end Længde og ere adskilte ved Intercellulærrum; hvor Karstrængene træde fra Barken ind i Centralcylindren, er denne Skede afbrudt. I Rhizomet er ethvert Spor til specifik mekanisk Væv forsvundet; der gjør sig heller ingen anden Afgrænsning mellem Bark og Centralcylinder gjældende end den, der er en Følge af Karstrængenes Orientering. Kiselførende Celler ikke iagttagne hos *Hedychium*.

Brachychilum Horsfieldii hører til samme Type. Fra *Hedychium coccineum* afviger Stængelbygningen ved, at Bastskeden er overmaade stærkt reduceret, og svarende hertil er i den nederste opsvulmede Del af Stænglen Collenchymskeden saa reduceret, at den collenchymatiske Udvikling af Cellerne egentlig kun kan siges at være antydet, medens den forekommer — dog ikke stærkt fremtrædende — ved Karstrængene; disse ere helt og holdent, dog mest de i Barken, omgivne af Collenchym, der taber sig i det omgivende Parenchym. Stænglen gaar nedadtil over i et kjødet Rhizom, i hvilket Grænsen mellem Bark og Centralcylinder dannes af tætstillede tildels anastomoserende Karstrænge; ethvert Spor til mekanisk Væv mangler her. — Op i Rachis inflorescentiae bliver Bastskeden noget tykkere, samtidig indsnævres Centralcylindren og i Barken dannes der schizogent et meget udviklet System af luftførende Gange, adskilte ved enkelte Cellerækker (-plader); dette Parti af Stænglen er chlorofylførende og ret talrige Spaltaabninger ere tilstede. Kiselførende Celler ikke iagttagne.

Cautlea gracilis. En kraftig Bastring forefindes i Stænglen. I Barken findes en enkelt Kreds af Karstrænge, dels lænet op til, dels adskilt fra Bastringen, alle med kraftig Bastbelægning. Centralcylindrens Karstrænge særdeles forskjellige fra Barkens, idet de, saa vidt det lod sig konstatere paa det opblødte Herbariumsexemplar, der havdes til Undersøgelse, ere ganske blottede for mekanisk Væv.



A. Fig. 8. *B.*

Stængeltværsn., *A.* af *Cautlea gracilis*, *B.* af *Renealmia strobilifera*. De store Tracheer ikke indtegnede i de skraverede Karstrænge.

Renealmia strobilifera. Stænglen har en forholdsvis tynd afstivende Skede. Barken er tyk med 3 Kredse af store Karstrænge, den mellemste Kreds størst, alle med stærk Bastbelægning. Centralcylindrens ydre Karstrænge med 1 stor Traché, de indre med flere noget mindre Tracheer. Barken er propfuld af Stivelse; indenfor mangler denne ganske. Hos *R. occidentalis* har Stænglen lidt

neden for Blomsterstandens Axe en afstivende Skede, hvis Celler farves gule ved Klorzinkjod, men ere meget tyndvæggede. Flere Kredse af Karstrænge i Barken. Stivelse udelukkende i Barken og her temmelig rigelig. I Rachis inflorescentiae befandtes Skedens Celler at være fortykkede. Et Tværsnit gjennem Blomsterstilken hos *R. macrantha* viser Karstrængpartiet trukket tilbage fra Overfladen, omgivet af en temmelig tyk strænglos Bark. Karstrængene i det Hele med mange Tracheer. Lignende Forhold hos *R. exaltata.*

I Blomsterstandens skjælklædte Skaft hos *Zingiber Cassumunar* findes en Bastskede, der dog kun bestaar af 1—3 Lag Celler med tynde Vægge. Det gule harpixagtige Stof findes i lange smalle Intercellulærgange, der næsten altid stryge langs med en Karstræng op ad dennes Ydreside. Hist og her Celler med de for Scitamineerne sædvanlige monokliniske Former af Kalkoxalatkrystaller; enkelte Steder iagttaget Parenchymceller, som indeholde Druser og Oktaedre, der i Udseende komme regulære Oktaedre temmelig nær, begge bestaaende af oxalsur Kalk. I Barken adskille Karstrængene, af hvilke der her findes omtrent 3 Lag, sig fra dem i Centralcylindren ved den langt stærkere Udvikling af det mekaniske Væv, der ofte findes som en tyk Belægning — dog ikke af meget stærkt fortykkede Elementer — uden paa Ledningsstrængen, saa vel paa dennes Indreside som paa dens Ydreside; her findes ogsaa ofte flere større Tracheer. Igjennem hele Centralcylindren er Basten næsten slet ikke udviklet, og den største Del af de smaa Karstrænges Tværareal indtages af 1 eller 2 store Tracheer. En nøjere undersøgt mindre Barkstræng havde følgende Bygning. I Traché er stærkt dominerende; den er en Tracheide med tætte Skruevindinger og, naar undtages de ganske faa Steder, hvor den støder op til de smaa Tracheider, er den helt rundt beklædt med et Lag af meget finvæggede Celler, der ere langstrakt parenchymatiske; først uden paa disse komme de mekanisk virksomme Celler. Leptomet bestaar af større Sirør med mellemliggende mindre Celler; disse optræde i nogle Tilfælde ret karakteristisk som Annexceller, i andre Tilfælde som Cambiform; heri findes ofte Krystaller af oxalsur Kalk i Form af smaa, langstrakte og derfor spidse Kvadratoktaedre, saa at altsaa det oxalsure Kalk kan optræde under meget forskjellige Former i det samme Organ af en og samme Plante. Sirørene have en tyk, ofte noget hvælvet Siplade og Sidevæggene ere ikke sjældent noget indhvælvede paa Grund af Nabocellernes Tryk.

Ligesom Slægten *Globba* i Blomstens Bygning indtager en særegen Plads i Zingiberaceernes Familie, saaledes er der ogsaa Forhold, der ere karakteristiske for den i anatomisk Henseende. For Stænglens Vedkommende er det navnlig Bastskedens Reduktion, der er ejendommelig. Jeg har undersøgt Exemplarer af *Gl. strobilifera*, hvor Bastskeden fuldstændig har manglet; heller ikke ved de enkelte Karstrænge er Basten hos denne Plante synderlig udviklet, dog stærkere ved de periferiske end ved de indre, og isolerede Bastbundter mangle fuldstændig. Den nederste Del af Stænglen er paa en

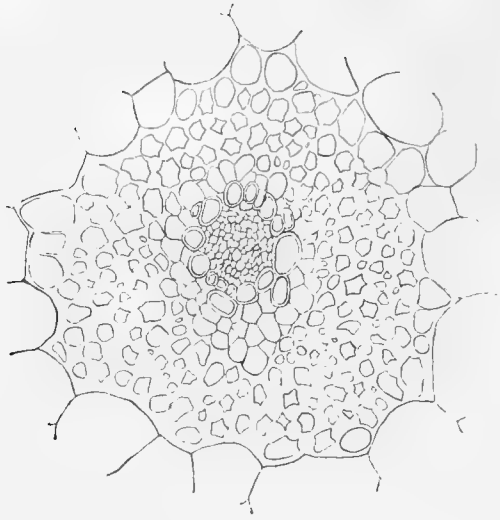


Fig. 9. *Globba strobilifera.*
Tværsnit gjennem en amphivasal, af Collenchym omgivet Karstræng fra den nedre Del af Stænglen.

Strækning af et Par Centimetre noget opsvulmet og her ere de ydre Strænge i Stedet for Bast ledsagede af Collenchym[1]), der ringformigt omslutter hele Ledningsstrængen; da tilmed nogle af disse Karstrænge ere udpræget amphivasale[2]), faa saadanne Strænge et meget ejendommeligt Udseende (Fig. 9). De ydre Karstrænge ere i denne opsvulmede Del af Stænglen paafaldende store i Sammenligning med de indre, der lige som højere oppe i Stænglen ere næsten ganske blottede for mekanisk virksomt Væv; derimod finder der en meget udbredt Anastomoseforbindelse Sted mellem dem ved Karstrænge, der bestaa af 1 eller flere Skruetracheer, ledsagede af Leptom. Ogsaa Periferiens store Karstrænge anastomosere; de yderste af disse ere mindre, Collenchymet er ikke helt omsluttende og fra nogle Strænge er Mestomet helt forsvundet, saa at der altsaa kun bliver en Collenchymstræng tilbage.

I den omtrent 2^{mm} tykke, nedre Del af Blomsterstandens Rachis, der i Blomsternes Sted bærer Bulbillerne, findes der i Internodierne flere Afvigelser fra den rent vegetative Stængels Bygning. Her optræder, men temmelig dybt inde i Stænglen, en Skede, bestaaende af 1—2 svagt fortykkede bastagtig udviklede Cellelag; omtrent midt imellem denne Skede og Epidermis findes et Bælte af chlorofylførende Celler og umiddelbart paa dettes Indreside, eller paa anden Maade i Forbindelse med det, en Kreds af Karstrænge, de eneste i Barken. Indenfor Skeden findes Centralcylindrens Karstrænge, omtrent en Snes Stykker, med svagere Bastbelægning end Barkens, men forbundne ved Anastomoser. — I et Rachis-Internodium af den øverste blomsterbærende Del af Blomsterstanden er Bastskeden endnu delvis tilstede, men rykket endnu mere ind, saa at Centralcylindrens Karstrænge ere meget faa; Barken bliver altsaa her forholdsvis tyk, og særlig iøjnefaldende er den hypodermatiske Udvikling af de som Vandvæv optrædende yderste Cellelag i Barken. — Kiselførende Celler lige saa lidt iagttagne i Plantens Axe- som Bladdele.

---

[1]) Den ikke sjældne Forekomst af Collenchym som Del af Scitamineernes Karstrænge er af ikke ringe Interesse, da dette Væv ellers i Reglen kun forekommer hos Dicotyledoner og ikke knyttet til Karstrængene.

[2]) Cfr. Strassburger, Leitungsbahnen, hvor lignende Forhold ere fremdragne for *Zea Mais* i Stængelknudernes Karstrænge. S. 335, L. 25—26.

Globba atrosanguinea har i Stænglen en paa sine Steder afbrudt Bastring. Udenfor denne nærmest kun en enkelt Kreds af Karstrænge lænede til Skeden. Hos *G. Schomburgkii* har Stænglen nogle faa Centimetre neden for Blomsterstanden en tynd Bastskede.

Musaceae.

Wittmack[1]) har givet en saa god Beskrivelse af disse Planters Stængelbygning, at der ikke bliver meget at tilføje.

Den Del af Skaftet hos *Musa sinensis*, der er indesluttet imellem og altsaa støttet af Bladskederne, og den foroven frit fremragende Del adskille sig i anatomisk Henseende paa følgende Maade fra hinanden: I hin er det mekaniske Væv, der ledsager Karstrængene, dannet af Bastceller med meget tynde Vægge, der kun utydelig vise Vedreaktion, i denne af noget mere fortykkede Bastceller med udpræget Vedreaktion; i hin findes der rigelig Stivelse, i denne intet. I Stivelsens Optræden i den indesluttede Del af Skaftet finder der et ret ejendommeligt Forhold Sted (Fig. 10). Den optræder ikke umiddelbart ind til Karstrængene, saaledes som ellers ofte er Tilfældet, men altid adskilt fra disse ved 1—2 Lag store Parenchymceller; hvor Karstrængene staa tæt ved hverandre, bliver der derfor saa at sige ingen Plads til Stivelsen, f. Ex. i den ydre Del af Barken og i den ydre Del af Centralcylindren, medens derimod den indre Del af Barken er stærkt fyldt dermed; herved dannes der en, navnlig efter Tilsætning af Jod, meget iøjnefaldende Grænse mellem Bark og Centralcylinder. Dennes Tracheider ere meget videre end Barkens. Specifik mekanisk Skedevæv mellem Bark og Centralcylinder findes ikke. Wittmack bemærker[2]), at hos *Musa sinensis* findes der i Bladet kun faa af de smaa Blærer eller Kugler af en gummiagtig Beskaffenhed, der ellers ere saa hyppige og give Mælkesaften sin hvidlige Farve; dette er ogsaa rigtigt, men i Blomsterstandens Axe er der desto rigeligere af dem, hvorfor Mælkesaften her, der er meget garvesyreholdig, hurtig tørrer ind til en klæbrig Masse. En lignende Bygning har Skaftet hos *Musa sapientum*.

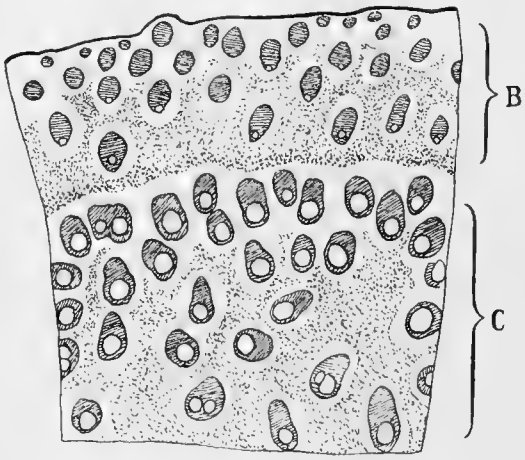


Fig. 10. *Musa sinensis.*
Tværsnit gjenn. et Stykke af Skaftet paa Overgangen mellem Bark (*B*) og Centralcylinder (*C*). Det punkterede er stivelseførende Væv.

---

[1]) L. Wittmack: *Musa Ensete.* Ein Beitrag zur Kenntniss der Bananen. Halle 1867.
[2]) L. c. pag. 59, hvor denne Plante er benævnt *Musa Cavendishii.*

Hvad den korte og tykke, næsten ægformige, egentlige og vedblivende Stamme angaar, saa har jeg havt Lejlighed til at undersøge den hos flere *Musa*-Arter, og vilde jeg give en Afbildning af et Længdesnit af den, vilde den aldeles svare til den Afbildning, der findes hos Wittmack af *M. Ensete*[1]).

Sammenligne vi nu med *Musa*-Stammens Bygning hos *Ravenala madagascariensis* og *Strelitzia Nicolai*, se vi, idet vi jo iøvrigt erindre, at *Ravenala*- og *Strelitzia*-Stammen ikke svarer til Skaftet, men kun til den korte underjordiske Stamme hos Musa, at der er en stor Overensstemmelse i Bygningen. Det er karakteristisk for disse Axeorganer, ogsaa iøvrigt for den af Skederne indesluttede Del af Skaftet hos *Musa*, at de enkelte Elementer i Karstrængenes Bast ere saa paafaldende tyndvæggede; dette er maaske allermest tydeligt hos *Ravenala madagascariensis*, af hvilken en Afbildning er vedføjet. Denne Plantes ret tykke Stamme er overhovedet paafaldende blød og vandholdig, men selve Baststrængene ere seige nok; efter over et Aars Maceration i Vand ere de fuldstændig vel bevarede. — Hos *Strelitzia reginae*, der bl. a. afviger fra *S. Nicolai* ved kun at være en forholdsvis lille Plante med den overjordiske Stængel indskrænket til et med en Blomsterstand afsluttet Skaft, er dettes Bygning for saa vidt mere overensstemmende med *Zingiberaceerne*, som der findes en Bastskede paa Grænsen mellem Bark og Centralcylinder; men saavel denne Bastskede som Karstrængenes særlig de ydres Bastbelægninger bestaa, i Lighed med hvad der finder Sted hos de hidtil omtalte *Musaceer*, af tyndvæggede Celler; ved endel af de yderste Strænge findes intet Mestom. Denne Art gjør Overgangen til Slægten *Heliconia*, der habituelt minder mere om de andre *Scitamineer* og hvis Skaft ogsaa har en med disse mer overensstemmende anatomisk Bygning.

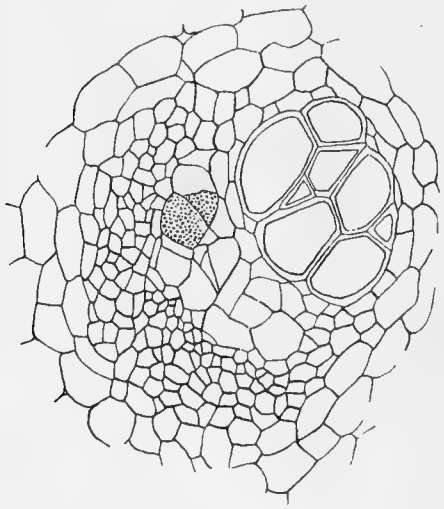


Fig. 11. *Ravenala madagascariensis.* Tværsnit gjennem en af Stammens Karstr.

I Skaftet af *Heliconia psittacorum* findes der en af smaa tykvæggede Celler dannet Epidermis, derunder et subepidermalt Lag og saa en meget stærk Bastbelægning. Bastbundterne tykke og for største Delen rene, dog omtrent hvert 4de eller 5te ledsagede af en Ledningsstræng; i de enkelte Tilfælde, hvor de rene Bastbundter ere smaa, ligger der umiddelbart indenfor en med Bast belagt Ledningsstræng. Bastbelægningen aftager meget

[1]) L. c. Fig. 1.

hurtigt indefter og Udfyldningsvævet bestaar i sin Helhed af store og tyndvæggede Parenchymceller, hvorfor ogsaa Skaftet i tørret Tilstand er sammentrykt. Medens en Grænse mellem Bark og Centralcylinder ikke findes i Skaftet, er en saadan tydelig udpræget i Rhizomet, hvis Bark yderst er begrænset af et Korklag. Umiddelbart indenfor dette optræde meget smaa, i Tværsnit kredsrunde, fjerntstaaende rene Bastbundter, der længere inde træde i Forbindelse med Ledningsstrænge, hvilke de bueformigt omslutte paa Ydresiden; først i Centralcylindren findes Basten udviklet til begge Sider eller helt rundt omkring Ledningsstrængene, der her staa meget tæt. Rhizomets Bark, der er meget tyk (i en 7^{mm} tyk Rodstok andrager Centralcylindren kun en Diameter af $1^3/_4{}^{mm}$), er propfuld af Stivelsekorn; disse ere store, aflange, trinde, med tydelig Lagdeling og ofte en Tværspalte paa samme Maade som hos *Maranta arundinacea.* Ejendommelige ere de store Stivelsekorn i Musa-Stænglen[1]). Samme Bygning af Skaftet findes hos *H. Bihai* og *H. brasiliensis.*

Bladet.

Det er karakteristisk for *Scitamineernes* Bladplade, at de fra Bladstilken modtagne Karstrænge først efterhaanden træde ud fra hverandre som Nerver, der løbe ud mod Bladranden, og altsaa forinden stryge tæt ved Siden af hverandre og danne en tyk Midtribbe; dennes Antal af Karstrænge mindskes altsaa efterhaanden som den afgiver Sidenerver; henimod Bladets Spids sker der ofte en mere pludselig Opløsning af Midtribben i en Mængde vifteformigt udstraalende Nerver. I meget store Blade, i ringere Grad ogsaa i mange mindre *Scitaminé*-Blade, ere Sidenerverne af meget forskjellig Styrkegrad, saaledes at man kan skjelne mellem Sidenerver af 1ste Grad, de eneste, der udspringe direkte fra Midtribben, og Sidenerver af 2den, 3die Grad o. s. v.; disse udspringe som Forgreninger af Nerverne af 1ste Grad eller fra hverandre indbyrdes, og de allerfineste ere ved Mesofyl adskilte fra de andre Nerver. Disse Forhold ere udførlig skildrede af Wittmack for *Musa Ensete*[2]).

Et andet særligt Forhold, som er karakteristisk for *Scitamineernes* Blade i Almindelighed, er det, at Karstrængene, naar de træde fra Stænglen over i Bladskeden faa en ejendommelig Tværsnitsform, idet de blive stærkt indknebne paa Midten, saa det undertiden sér ud, som de skulde falde fra hinanden i 2 Dele (Fig. 12). Denne Form holder sig op igjennem Stilken og ud i Bladpladen og gjenfindes mer eller mindre udpræget hos de

[1]) Afbildede hos Wittmack, l. c. Fig. 19.
[2]) L. c. pag. 27—28 og Fig. 2

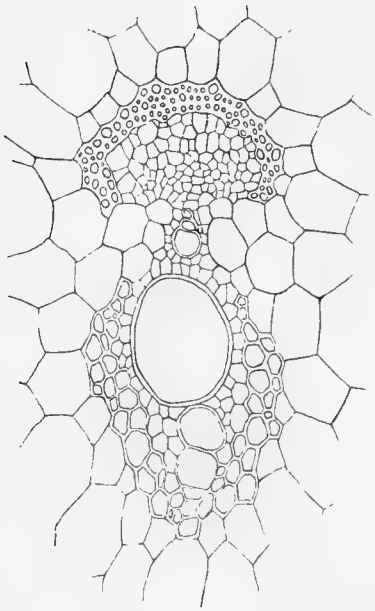


Fig. 12. *Heliconia martinicensis.* Tværsnit gj. en Karstræng fra Bladet.

fleste Scitamineer[1]), dog ikke helt ud i Bladstilkens Periferi, hvor Karstrængen i Almindelighed bliver mere cylindrisk.

Vi gaa derefter over til at omtale Bladets Bygning hos nogle Typer af de forskjellige Familier.

Marantaceae.

Calathea violacea (Fig. 13). Bladstilken (*A*) har en sammentrykt Form og har 9—11 Lakuner, der ere stillede afvexlende med de midterste Karstrænge, dog lidt udenfor dem; de yderste Karstrænge, der grænse op til Epidermis eller til det derunder liggende Cellelag, ere smaa og i Tværsnit næsten kredsrunde samt helt omgivne af en tyk Bastskede, medens de andre Karstrænge have en ydre og en indre Bastbue. Der findes ret hyppig Anastomoser (Fig. 13, *B*), bestaaende af en Række Skruetracheider, omgivne af Leptom, og, som rimeligt er, forbundne med Karstrængene paa Siderne dér, hvor Bastbelægningerne ikke naa sammen; men ogsaa til de yderste smaa Karstrænge grene de sig ud, og her findes paa det Sted, hvor Anastomoserne støde til, en Afbrydelse i Basten, gjennem hvilken Forbindelsen finder Sted med den indesluttede ringe Mestomstræng. Spredte Baststrænge i Parenchymet uden Mestom findes ikke, medens Forekomsten af saadanne ikke er sjælden hos andre *Scitamineer*, ogsaa *Marantaceer*.

Ved Overgangen til Ledpuden, der hos alle *Marantaceer* findes indskudt mellem Bladstilken og Bladpladens Grund, strække Cellerne i det 3die yderste Cellelag, altsaa det næstyderste under Epidermis, sig i radial Retning og hæves samtidig opad med sin udadvendte Ende, indtil der fremkommer det for Marantaceerne saa karakteristiske mekaniske Væv[2]) af meget langstrakte, under en Vinkel af omtrent 45° opadrettede Celler, der vise en svag Vedreaktion, men i det foreliggende Tilfælde ikke ere forsynede med nogen Slags Porer og kun meget svagt minde om, hvad man ellers forstaar ved Bast (Fig. 13, *D*). Af Tværsnitsbilledet (Fig. 13, *C*) ses, at Karstrængene her i Ledpuden (articulus) ere langt mere trængt sammen i Midten end i den øvrige Bladstilk.

---

[1]) En god Afbildning heraf findes ogsaa i Mohls Palme-Anatomi Tab. G, Fig. 3 (*Musa paradisiaca*).

[2]) Disse Cellers Retning er der ved min Fremstilling i Engl. u. Prantl, die nat. Pflanzenf., ved en Fejltagelse vendt op og ned paa.

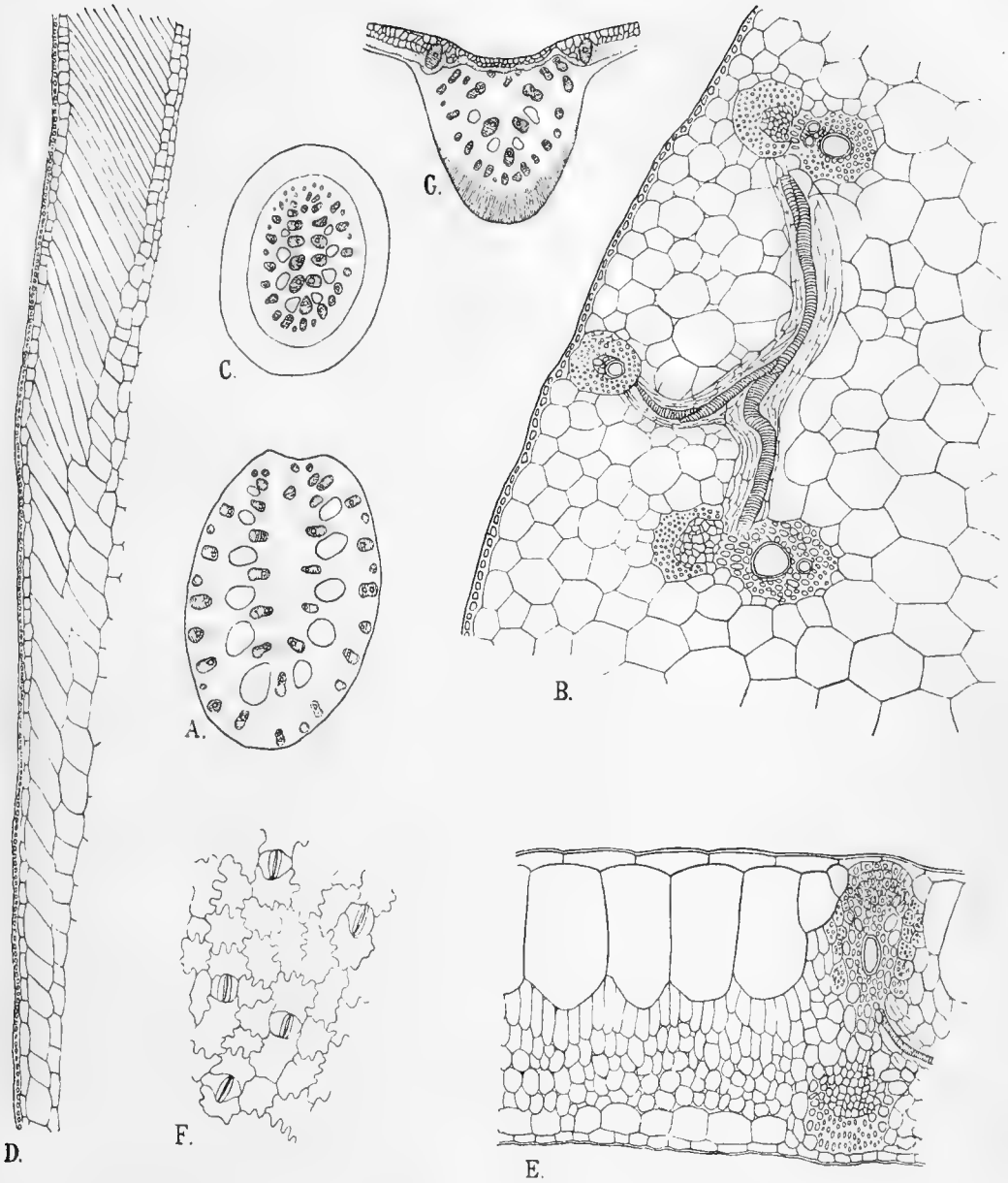


Fig. 13. *Calathea violacea.*

A. Tværsnit gjennem Bladstilken. *B.* Et lille Parti af samme, stærkere forstørret. *C.* Tværsnit gjennem Ledpuden. *D.* Parti af et mediant Længdesnit gjennem Bladstilkens øverste og Ledpudens nederste Del. *E.* Tværsnit gjennem Bladpladen. *F.* Bladundersidens Epiderm med Spaltaabningerne. *G.* Tværsnit gjennem Bladpladens Hovedribbe. I Fig. *B* ligger den mod Periferien rettede Anastomosegren i Virkeligheden noget under det Niveau, hvori Tværsnittet af den lille Karstræng er tegnet; derfor ses Afbrydelsen i Bastvævet ikke i Figuren.

Bladpladens Midtribbe er halvcylindrisk fremspringende paa Undersiden. Strax ved sin Indtræden i Bladpladen taber Ledpudens karakteristiske af skraastillede Celler dannede mekaniske Væv sig øjeblikkeligt paa Oversiden, men fortsættes paa Bladribbens Underside som et i Tværsnit bueformigt Parti (Fig. 13, *G*), der ikke naaer op til Mesofyllet; det kan følges langt ud i Bladet og ophører først et Sted mellem Bladmidten og Bladspidsen. Lakunerne ere ophørte noget tidligere.

Hvad Bladpladens øvrige Bygning angaar, maa først fremhæves den overordentlige Størrelse, som det under Epidermis liggende Lag Celler paa Bladets Overside har, idet disses Diameter lodret paa Bladets Flade næsten er lige saa stor som den øvrige Bladmasses. Det tilsvarende Lag paa Bladets Underside bestaar af meget mindre Celler, idet disses tilsvarende Diameter er 4—5 Gange kortere. Chlorofyl-Parenkymet er omtrent 5 Lag Celler tykt. En svag Modsætning mellem et Pallisadevæv og Svampevæv fremkommer ved at Mesofyllets Celler ere noget længere strakte mod Oversiden, mod Undersiden næsten runde. De Karstrænge, der danne Sidenerverne, spænde fra Epidermis til Epidermis og have en kraftig Bastbelægning paa begge Sider. Epidermiscellernes Vægge ere paa Bladundersiden fine og de paa Fladen lodretstaaende stærkt bugtede (Fig. 13, *F*); her findes rigelig Spaltaabninger; paa Oversiden ere de retvæggede eller, navnlig ud mod Bladranden, svagt bugtede; her findes yderst faa Spaltaabninger.

Det turde være rigtigt her strax at bemærke, at det, at Epidermiscellerne paa Bladoversiden hos denne Plante ere retvæggede, er noget næsten enestaaende indenfor Marantaceernes Familie, der gjennemgaaende har bølgede Epidermisceller paa Løvbladene.

De store grønne Dækblade afvige i deres Bygning fra Løvbladene hovedsagelig ved følgende Forhold: 1) Undersidens hypodermale Cellevæv er kun lidet mindre end Oversidens. 2) Epidermiscellerne paa Undersiden have ikke fine og bugtede, men rette samt tykke og porøse Vægge. 3) Sidenerverne dannes af Karstrænge, der ikke spænde tværs over Bladet; paa Undersiden naa de ganske vist ud til Epidermis, fordi Bladet her danner en Fure ud for hver Nerve, mod Oversiden, der er jevn, ere de dækkede af den store Hypoderm.

Denne for *Calathea violacea* givne Skildring af Bladets Bygning passer for Hovedtrækkenes Vedkommende ogsaa paa følgende af mig undersøgte *Calathea*-Arter: *C. grandifolia*, *C. Lietzei*, *C. medio-picta*, *C. variegata*, *C. virginalis*, *C. Veitchiana*, *C. rotundifolia*, *C. varians*, *C. zingiberina*, *C. colorata*, dog med den Forskjel, at disse have Epidermiscellerne bugtede baade paa Bladets Underside og dets Overside. Desuden findes der mange mindre Forskjelligheder, f. Ex. at Hypodermcellerne kunne være omtrent lige store paa Bladets Over- og Underside (Fig. 14).

Phrynium capitatum. Ligesom Skaftet har ogsaa Bladstilken, adskilt fra Epidermis ved nogle faa tyndvæggede Cellelag, en sammenhængende Bastskede, dog ikke saa tyk som

Skaftets og med Ledningsstrænge lænede op til sin Indreside. Iøvrigt stemmer den i sin Bygning med *Marantacé*-Typen, men har meget store Lakuner, saa den i denne Henseende kommer nærmest til *Thalia dealbata*.

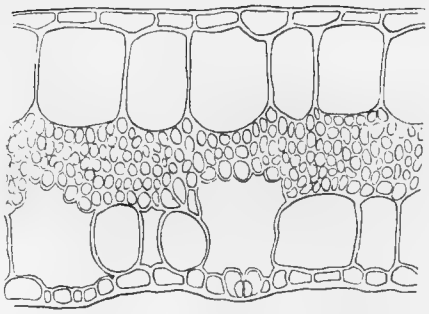


Fig. 14.
Bladtværsnit af *Calathea Bachemiana*.

Ischnosiphon pruinosus. Lakunerne i Bladstilken ere meget store, med mange Gange større Tværsnit end Karstrængene, omtrent i samme Forhold som *Calathea variegata* (se Fig. 41, *C*), dog med den Forskjel, at den mediane Lakune er den største, bredt hjerteformig. Den subhypodermale Bastbelægning har en usædvanlig Udstrækning, idet den danner en paa længere Strækninger sammenhængende Bastmasse, der i udadtil fremspringende Partier optager Mestom i sig. Ledpuden har ganske den sædvanlige Bygning. Bladpladen er dorsiventralt bygget. Karstrængene i Tværsnit mindre smalle, strække sig fra Hypoderm til Hypoderm, have en stor Traché i Midten og en svær Bastbelægning paa begge Sider. Hypodermcellerne paa Oversiden stærkt udviklede, omtrent $^1/_3$ af Bladets Tykkelse, paa Undersiden ganske ubetydelige. Epidermiscellerne ere langstrakte og stærkt bølgede, baade paa Bladets Overside og Underside. Spaltaabninger findes, som det synes, kun paa Undersiden.

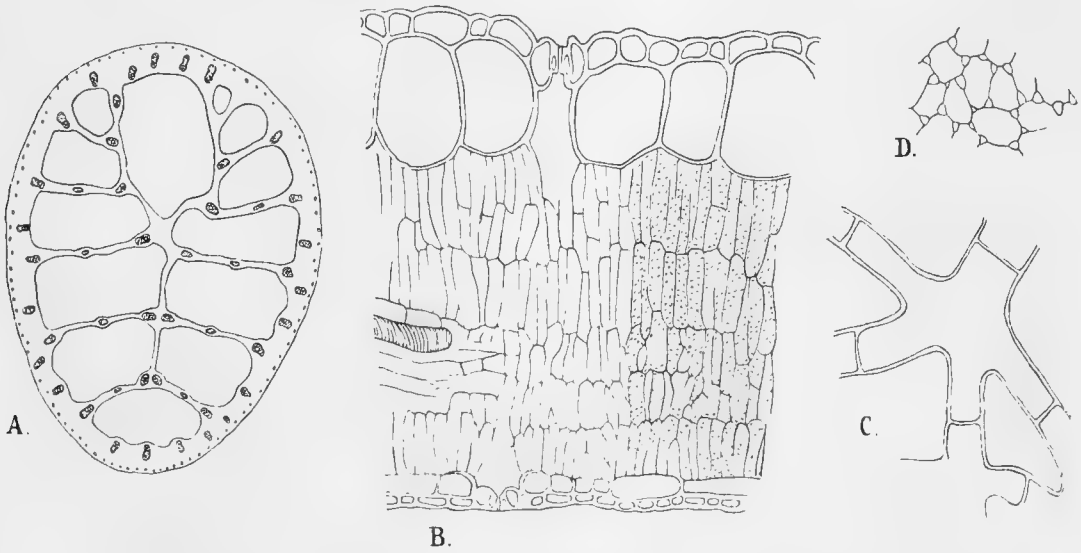


Fig. 15. *Thalia dealbata*.
A. Tværsnit gjennem Bladstilken. *B*. Tværsnit gjennem Bladpladen. *C*. Parti af et af Yderlagene, og *D*. af det mellemliggende Lag i en Diaphragma, lige stærkt forstørrede.

Thalia dealbata. Bladstilken, der er meget lang, afviger fra alle andre mig bekjendte *Marantaceer* ved den kolossale Udvikling af Luftgangene, saaledes at Cellevævet er indskrænket til et forholdsvis tyndt Lag langs Overfladen og til ganske smalle mellem Lakunerne udspændte Plader, der ikke ere tykkere, end at de ofte maa vide sig lidt ud, for at give Plads til Karstrængene, der ikke optage mere Plads, end at de allesammen vilde kunne anbringes i en af de større Lakuner. Disse ere paatværs gjennemsatte af Diaphragmer[1]), bestaaende enten blot af et Lag Stjerneparenchym eller af 2 Lag Stjerneparenchym med et mellemliggende Lag af det meget smaacellede med smaa Intercellulærer forsynede Væv, der forekommer hyppigt i Scitamineernes Diaphragmer (Fig. 15). Desuden ere saa vel Lakunerne som Diaphragmerne gjennemsatte af lange fine, aldeles regelmæssigt forløbende Strænge, bestaaende af nogle ganske faa, lange Bastceller[2]), der ere blevne tilbage, medens det øvrige Cellevæv har opløst sig; man kan i Reglen se Rester af det opløste Væv paa disse Strænge. Meget smaa Bastbundter findes spredt i Bladstilken, men iøvrigt have kun de Overhuden allernærmeste Karstrænge nogen betydelig Bastbelægning. Ledpuden er, navnlig i Sammenligning med den lange Bladstilk, kort, og dens skraatstillede Cellelag viser her den sædvanlige Beskaffenhed, men strækker sig kun omtrent 1 Centimeter ind i Midtribbens Underside, taber sig derpaa fuldstændigt.

Bladpladens Epidermisceller ere bølgede baade paa Oversiden og paa Undersiden og den er karakteristisk ved, at der ogsaa findes ret rigelig Spaltaabninger paa Oversiden; mulig hænger dette sammen med, at Bladet næsten er isolateralt bygget (Fig. 15, *B*), idet alt Chlorofylvævet — og det er her ret tykt — nærmest har Karakter af Pallisadeparenchym, dog med endel Intercellulærer i den nedre Halvdel. Hypodermen paa Undersiden kun svagt fremtrædende med undertiden meget flade Celler, paa Oversiden vel udviklet, dog kun indtagende omtrent $^1/_4$ af Bladets Tykkelse.

Stromanthe Tonckat. Bladskeden, der er forholdsvis tynd, udmærker sig ved sine meget smaa, kun i den mediane Del udviklede Lakuner. Rene Bastbundter forekomme, paa Ydersiden ret talrige og helt ud til Epidermis, paa Indresiden færre og adskilte fra Epidermis ved i Reglen 2 Lag Celler. De mekaniske Celler i Ledpuden nedenfor Midten meget lidt skraatstillede. Bladpladen i Hypodermcellerne paa Oversiden meget store, omtrent det halve af Bladets Tykkelse, de paa Undersiden smaa. Epidermis baade paa Over- og Undersiden med stærkt bølgede Celler. Spaltaabninger kun paa Undersiden. Skarp Modsætning mellem Pallisadevæv og Svampevæv.

Hos *Str. sanguinea* og *Str. Porteana* ere Lakunerne ligeledes smaa; hos sidstnævnte er deres Fordeling i den lange og faste Bladstilk ret ejendommelig, idet den

[1]) Cfr. De Bary, Vergl. Anat., pag. 228.

[2]) Duval-Jouve, Diaphragmes vasculifères des Monocotylédones. Mém. Acad. Montpellier, 1873, pag. 168.

mediane Lakune er et godt Stykke fjernet fra de ovrige, stor og i Tværsnittet bredt hjerteformig; foruden den findes her omtrent 6 mindre Lakuner. Hos *Str. lutea* ere Lakunerne store. Hos alle de undersøgte *Stromanthe*-Arter findes her spredte rene Bastbundter i Skede og Stilk.

Fire undersøgte *Ctenanthe*-Arter, *Ct. Lubbersiana, setosa, Luschnatiana* og *Kummeriana* have væsentlig samme Bygning som foregaaende. En lignende Bygning af Bladet har endvidere *Saranthe leptostachya*.

Hos *Maranta arundinacea* findes der i Bladstilken 3 Lakuner, en større median, i Tværsnit vinkelbøjet med Vinkelgrenene vendende mod Bladundersiden, og 2 mindre laterale nær ved denne, alle 3 i Bladstilkens underste Halvdel. Hos *M. divaricata* findes der ligeledes 3 Lakuner i Stilk og Skede. Det skraatstillede Cellelag i Ledpuden fortsætter sig omtrent 1 Centimeter ind under Bladpladen.

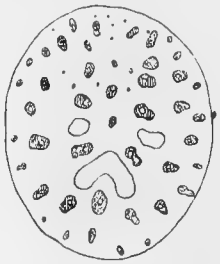


Fig. 16.
Maranta arundinacea.
Tværsnit gj. Bladst.

Det bør særlig fremhæves, at de mekaniske Celler i Ledpuden hos *M. bicolor*[1]) og den dermed nær beslægtede *M. leuconeura* ikke ere skraatstillede, men vinkelrette paa Længdeaxen; muligen staar dette i Forbindelse med at disse Planters Blade ere tilbøjelige til at ligge hen ad Jorden.

Inden vi midlertidig forlade Marantaceernes Bladbygning, henvises til Fig. 17, *A*, der forestiller et Længdesnit gjennem Bladstilken af *Calathea rotundifolia*. Der ses 3 Lakuner, i hvilke der findes tykkere Diaphragmer, adskilte fra hverandre ved større Mellemrum; i disse Mellemrum findes der udspændt finere af et enkelt Cellelag dannede Diaphragmer. Dette Forhold synes at være gjennemgaaende hos *Marantaceerne*. Endvidere er denne Families Bladbygning oplyst ved flere Afbildninger, der have fundet deres Plads længere fremme (Fig. 32, 33, 41).

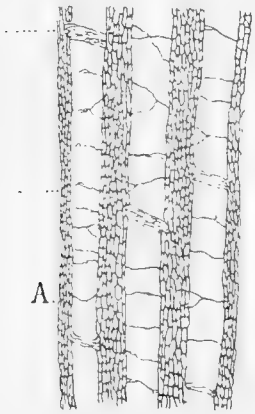
Cannaceae.

Canna Warszewiczii. Hvad Bladskeden angaar — egentlig Stilk findes jo ikke — ligge Lakunerne i en enkelt Bue i et Antal af omtrent 10—20; de ere meget store, i Tværsnit mange Gange saa store som Karstrængene. Af særlig Interesse er det, at der her, ligesom hos *Marantaceerne* findes skraat opadrettede Celler i den øvre Del af Stilken, men kun paa dennes Underside og uden at de foranledige nogen i det ydre synlig Forandring i denne Del af Bladstilken; lige som hos *Marantaceerne* fortsætte de sig ud i Pladens Hovedribbe.

---

[1]) Bemærket af Schwendener, Mechan. Princ., S. 83, Tab. X, Fig. 8.

Ved Siden af denne Tilnærmelse til et for *Marantaceerne* meget ejendommeligt Bygningsforhold findes der 2 Forhold hvori *Canna* træder i bestemt Modsætning til Marantaceerne. Lakunerne i Bladstilken afvige fra dem, jeg har undersøgt hos Marantaceerne derved, at det Stjerneparenchym, der hos disse optræder som de tynde Diaphragmer med bestemte Mellemrum, her oftest danner et næsten spindelvævsagtig Filt, der uden at være egentlig diaphragmedannende udfylder Rummene mellem de tykke Diaphragmer. Dernæst maa fremhæves, at Bladpladens Epidermisceller hverken ere bølgede paa Bladets Over- eller Underside saaledes som hos Marantaceerne. Med disse dele de ellers de fleste Ejendommeligheder i Bladbygningen.



Som hos *C. Warszewiczii* ere Bladene i de væsentlige Forhold ogsaa byggede hos *C. latifolia*, *C. lutea*, *C. coccinea*, *C. discolor* og *C. glauca*. Hos den sidste har jeg undersøgt de tykke Diaphragmers Bygning og befundet denne at være som hos *Thalia dealbata*, idet det mellemliggende Cellelag med smaa Intercellularrum er meget smaacellet i Forhold til det storcellede over- og underliggende Stjerneparenchym.

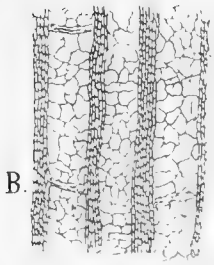


Fig. 17. Længdesnit gjenn. 3 af Bladstilkens Lakuner. *A.* af *Calathea rotundifolia*, *B.* af *Canna latifolia*.

Zingiberaceae.

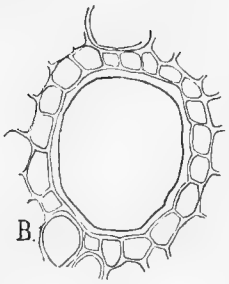
Bladets anatomiske Bygning er i flere Henseender forskjellig fra Marantaceernes og Cannaceernes, saaledes som det vil fremgaa af de følgende Skildringer.

Costus spiralis. I den omtrent ½ Cm. lange og 7 Mm. brede tykke Bladstilk bemærke vi 3 Systemer af Karstrænge. Mest iøjnefaldende er en paa Midten næsten vinkelret brudt Række af omtrent 32 Karstrænge, der staa meget tæt ved hverandre og ere indlejrede i et smalt Bælte af Chlorofylvæv (Fig. 19, *A*); Vinkelgrenenes Ender findes ved Bladstilkoversidens Kanter; disse Karstrænge ere ovale i Tværsnit (Fig. 18). Ovenover disse og nærmere eller fjærnere ved dem staar en Række af mindre i Tværsnit næsten kredsrunde Karstrænge, nogenlunde parallelt med Stilkens Overside. Under dem findes i den udbugede Del af Stilken omtrent 20 Karstrænge, kredsrunde i Tværsnit og spredte i det klare Væv, der fortsætter sig ud i den tykke paa Bladundersiden stærkt fremspringende Midtribbe. Chlorofyl forekommer kun i det omtalte Bælte samt i ringe Mængde omkring hver enkelt af de andre Karstrænge. En stor Mængde af Parenchymvævets Celler fører Krystalsand af oxalsur Kalk.

Det først omtalte System af tætstillede Karstrænge svare til Bladnerverne, og følge

vi dem fra den egentlige Bladstilk ind i Bladpladens Midtribbe, ville vi ogsaa se, at de aftage i Tal efterhaanden som Nerverne træde fra Midtribben ud i den brede Bladplade, hvor de bueformigt søge ud mod Randen, forløbe et Stykke parallelt med denne indenfor den hyaline, omtrent 1 Mm. brede Bladrand, for omsider at smelte sammen med den næste, her altsaa indenfor beliggende Nerve. At dette Systems Karstrænge ikke nøjagtig svare til Antallet af Bladnerver kommer af, at nogle af de finere af disse — de ere nemlig vexelvis tykkere og tyndere — omtrent samtidig med deres Indtræden i Bladstilken smelte sammen med deres tykkere Naboer; endda ere disse Karstrænge meget tæt stillede for at faa Plads og det turde vel ogsaa være naturligt, at det just er paa Grund af Pladsmangel, at de staa i en brudt Linie (i Tværsn.), idet det maa erindres, at de findes i det chlorofylførende Bælte, til hvilket de synes at staa i et Gjensidighedsforhold? Den mellem disse og Bladstilkens Overflade stillede Række af mere fjerntstaaende Karstrænge træde kun et ganske lille Stykke ind i Bladpladens nederste smalle Del, bøje sig derpaa ned imod Strængene af 1ste System, smelte sammen med disse og ere saaledes bragte ud af Verden. Det 3die System, de i den tykke nedre Del af Bladstilken optrædende spredte Karstrænge, træde ud i Bladpladens Midtribbe, men gaa ligeledes efterhaanden i Forbindelse med Karstrængene af 1ste System, dog holde de sig længere, saa at de — efterhaanden aftagende i Tal — først omtrent i Bladpladens Midte ere helt forsvundne; i den øverste Halvdel af Midtribben træffe vi altsaa kun et enkelt Lag af nogle Karstrænge, til begge Sider omgivne af Vandvæv.

I Bladpladen bestaar det hypodermale Vandvæv af mer end 1 Lag og er stærkt udviklet, saa at det chlorofylførende Lag, i hvilket en Modsætning mellem Pallisadevæv og Svampevæv gjør sig gjældende, kun indtager omtrent $^1/_4$ af Tværsnittet. Epidermiscellerne saa vel paa Over- som paa Undersiden med rette Vægge. Oversiden med spredte Spalteaabninger. Karstrængene i Bladpladen ere byggede efter den sædvanlige *Scitaminé*-Type med 1 stor Skrue- eller Ringtraché og mediant for denne 1 eller nogle faa mindre Skruetracheer med Bastbelægning i Form af 2 Halvbuer med tyndcellede Gjennemgangssteder mellem sig; ved Anastomosedannelsen, der jevnlig finder Sted, er det her, at de anastomoserende Grene træde ind. Ved og tildels umiddelbart før Indtrædelsen i Bladstilken skeer der den Forandring med Karstrængene, at deres Bastbelægning afløses af Collenchym, der fremtræder i en meget udpræget Form; saa snart disse Karstrænge fra Stilken træde ind i Skeden, forandres atter dette Forhold, og de ledsages nu af Bast lige som i Pladen. Karstrængene af 2det og 3die System ere ligeledes ledsagede af Collenchym, saa at det vandførende Væv i Bladstilken altsaa er indskrænket til de faa og for største Delen smaa Kar. Hver enkelt Karstræng er omgivet af en stivelseførende Skede, dannet af parenchymatiske Celler, hvis Længde enten ikke eller kun lidet overgaar Tykkelsen; uden om denne kommer da det tidligere nævnte chlorofylførende Væv. Den store Traché er helt omsluttet af et Lag af smaa, lidt langstrakte, fine og protoplasmarige Celler, kun afbrudte



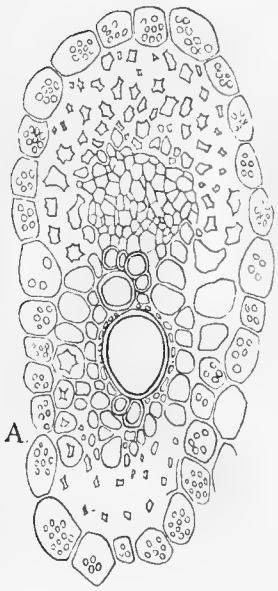


Fig. 18. *Costus spiralis.* *A.* Tværsn. gj. en af Bladst. Karstr. med Collenchym til begge Sider. *B.* En af de store Tracheer med omgivende smaa Celler.

enkelte Steder hvor en mindre Traché støder til den store (Fig. 18, *B*). Leptomet bestaar af Sirør og Annexceller, hine med vandret stillede Siplader. Endelig kan bemærkes, at i Karstrængene af 3die System, dem, der forløbe under de egentlige Nerver i Midtribben, er den mekaniske Del stærkt udviklet paa Bekostning af Mestomet, der, med Undtagelse af det centrale Kar, er yderst reduceret, i Nerverne derimod kun svagt, medens her Mestomet er vel udviklet.

Foruden den nævnte Forandring med Karstrængene ved deres Indtræden fra Bladstilken i Skeden, at Collenchymet afløses af Bast, dannes der her mellem Karstrængene, der vige ud fra hverandre, idet de fordele sig i den omsluttende Skede, afvexlende med disse og stillede midt imellem dem, schizogene Lakuner med Diaphragmer af Stjerneparenchym.

Karstrængene i Bladskeden staa altsaa i en enkelt Kreds og ere dels større, dels mindre, i regelmæssigt Skifte. Ved deres Indtræden fra Skeden i Stænglen er Forholdet det, at hver anden eller hver tredie af de store Karstrænge træde gjennem Bastskeden og et Stykke ind i Centralcylindren under en næsten ret Vinkel for derpaa, ligeledes næsten under en ret Vinkel, at bøje ned efter i Internodiet; imellem disse saaledes i Centralcylindren indtrædende Karstrænge findes der altsaa efter Omstændighederne 1 større og 2 mindre, eller 2 større og 3 mindre, der have et andet Forløb; disse vige nemlig ikke meget ud fra deres oprindelige Retning i Skeden, bøje kun hen imod det System af Stængelkarstrænge, der hænge sammen med Bastskeden og som altsaa findes paa Grænsen mellem Bark og Centralcylinder, smelte sammen med disse og stige saaledes lodret ned gjennem Internodiet. De Karstrænge, der som Bladspor trænge ind mod Centralcylindrens Midte, synes at gjennemløbe 3—4 Internodier, inden de — og det temmelig brat — atter bøje ud efter.

Hos *Kaempferia rotunda* (Fig. 19, *B*) findes der ikke som hos *Costus* en skarpt afsat Bladstilk, men denne gaar jevnt over i Bladpladen til den ene Side og i Skeden til den anden Side; den har en dyb Rende paa Oversiden, som ses af Figuren; den har dernæst — adskilt fra den tyndvæggede Epidermis ved 2—3 Lag store og klare Parenchymceller, mellem hvilke slet ingen hverken Ledningsstrænge eller Baststrænge findes — en Række af Karstrænge af den sædvanlige Scitaminéform, aldeles regelmæssigt afvexlende med større

og bredere Lakuner, der i Forening altsaa strække sig fra den ene opadvendte Rand af Stilken til den anden. Indenfor denne Ramme, morfologisk ovenfor, findes et mindre Antal, i Tværsnit rundagtige, lige som de ydre med en svag Bastbelægning forsynede Karstrænge, ordnede paa en regelmæssig Maade saaledes, at den største staar mediant og nærmest Undersiden. En karakteristisk Anordning frembyder Assimilationsvævet her i Bladstilken, idet det fremtræder som et smalt, i Reglen kun af et enkelt Cellelag dannet, Bælte, der drager sig langs Ydersiden af Lakunerne og Karstrængene og tillige inden for hine, men ikke inden for disse; det er en af de mange Variationer, vi har paa det Forhold, at det chlorofylførende Væv staar i Afhængighedsforhold til vedkommende Organs luftførende Væv. Bladpladens Epidermisceller ere hverken bølgede paa Bladets Under- eller Overside; paa denne findes der faa Spalteaabninger. I Assimilationsvævet er der kun en meget svag Antydning til en Modsætning mellem Pallisade- og Svampevæv, idet næsten alle Cellerne ere rundagtige, det øverste Lag dog med Axen lodret paa Bladfladen næsten dobbelt saa stor som den anden.

Hedychium coccineum. Den nederste stilkformig sammendragne Del af Bladpladen — egentlig Stilk kan man knap kalde den — har den hos *Zingiberaceerne* sædvanlige i en Vinkel bøjede Række af Karstrænge med mellemliggende Lakuner, indlejrede i et Bælte af chlorofylførende Celler. I det meget smalle Væv paa Undersiden findes tæt ved Epidermis en Række af kredsrunde Baststrænge med eller uden Ledsagelse af en ubetydelig Ledningsstræng; i det storcellede Væv over Bladsporrækken findes derimod ret talrige Karstrænge (slg. Fig. 19, *C*). I Skeden findes 2—3 Sæt Karstrænge, de store med 2 bueformige Bastmasser adskilte ved Gjennemgangssteder, hvor Anastomoserne træde ind. Et Sæt mindre Karstrænge have helt omsluttende Bastskede; de ligge under (udenfor) de store; endelig nogle meget smaa ofte til Bast reducerede Karstrænge umiddelbart under Undersidens Epidermis. Bladpladens Epidermisceller hverken paa Over- eller Undersiden bølgede; Oversiden med yderst faa Spalteaabninger. Det hypodermatiske Vandvæv bestaar paa Oversiden af 1 Lag af noget fladtrykte Celler, paa Undersiden af 1—2 Lag mindre regelmæssigt formede Celler. Modsætning mellem Pallisader (1 Lag) og Svampevæv. — Den her givne Skildring af Bladets Bygning passer i det væsentlige, ogsaa for *H. Gardnerianum* (Fig. 19, *C*) og i de større Træk ligeledes for *Brachychilum Horsfieldii* (Fig. 19, *D*). Endvidere forholde *Elettaria Cardamonum*, *Renealmia exaltata* og *R. strobilifera* sig væsentlig paa samme Maade.

Det samme kan til en vis Grad ogsaa siges om *Alpinia speciosa* (Fig. 19, *E*). Chlorofylvævet, der her ledsager Bladsporene, er meget svagt udviklet, men Lakunerne spille ogsaa kun en højst underordnet Rolle, idet de i Vidde staa langt tilbage for Karstrængene. Indenfor eller ovenfor de bueformigt ordnede Strænge vise de der forekommende Strænge en Konfiguration, der svarer til en ligebenet Trekant med sin Basis op-

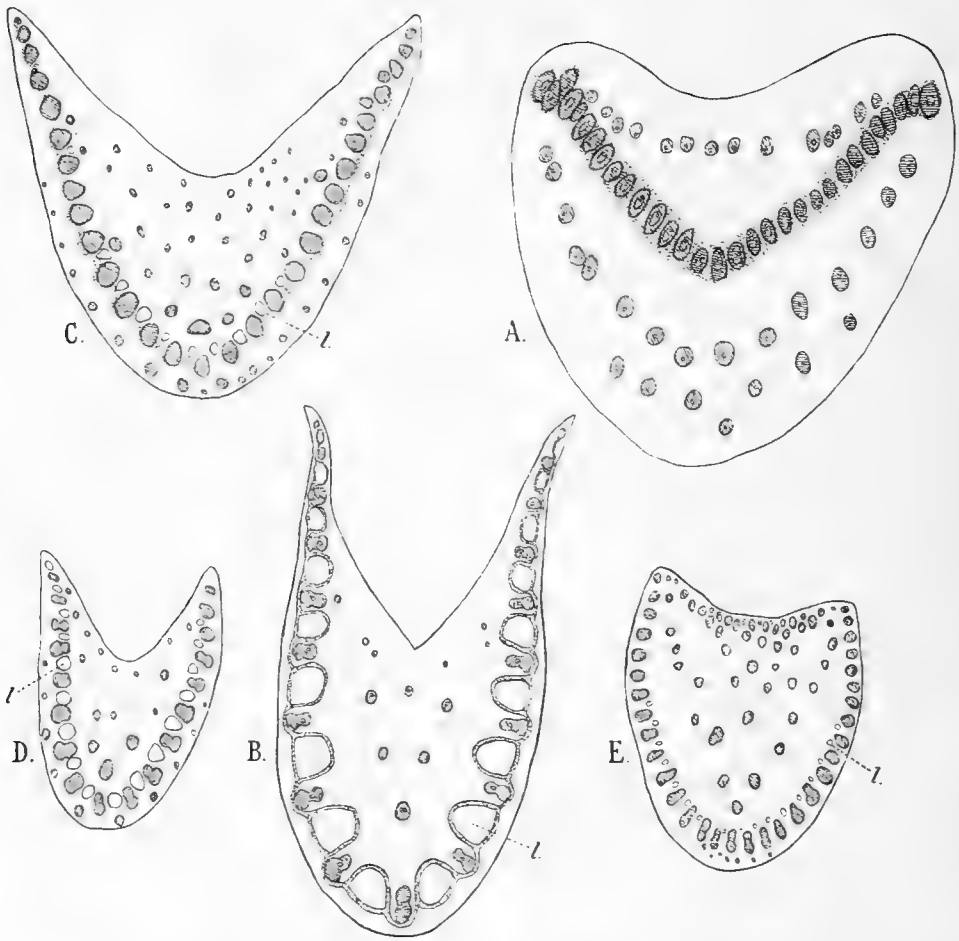


Fig. 19. Bladstilk-Tværsnit af *Zingiberaceer.*

A. Costus spiralis. B. Kaempferia rotunda. C. Hedychium Gardnerianum. D. Brachychilum Horsfieldii. E. Alpinia speciosa. Det skraverede er Karstrænge, det punkterede er chlorofylførende Væv. *l.* Lakuner.

efter, men karakteristisk for denne Plante er det, at Karstrængene op imod den kun svagt indbugtede Overflade af Stilken ere stillede meget tæt og have en overordentlig stærk mekanisk Udvikling, hvilket ogsaa tydelig mærkes for Kniven, naar Snittet føres fra Undersiden mod Oversiden.

Ligesom for Stænglens Vedkommende ville vi ogsaa slutte Skildringen af Bladets Bygning hos *Zingiberaceerne* med *Globba*, fordi denne Slægt viser et fra de andre undersøgte Slægter afvigende Forhold. Dette bestaar i Uddannelsen af Epidermis som Vandvæv paa Bladets Overside, undertiden ogsaa paa dets Underside; her findes altsaa ikke den

sædvanlige Hypoderm indenfor en smaacellet Epidermis, men Pallisadecellerne følge umiddelbart indenfor den storcellede klare Epidermis. Saaledes hos *Gl. strobilifera*, *Gl. marantina* og *Gl. Schomburgkii* (Fig. 20).

Foruden hvad der ellers er givet i de enkelte Skildringer af Bladbygningen hos Zingiberaceerne, skal her til Slutning henpeges paa 2 Forhold, som endnu fortjene at komme i Betragtning. Man vil ved at betragte Billederne Fig. 19 blive opmærksom paa, at det er fælles for dem alle, at der er et System af Karstrænge, der træde i bestemt Modsætningsforhold til alle de andre; sammenligne vi hermed Tværsnitsbillederne af Marantaceernes Bladstilke (Fig. 41) se vi, at et saadant Modsætningsforhold ikke er saa udpræget her; dette antyder en Forskjel mellem disse to Familier. Det samme er Tilfældet, naar vi undersøge den øverste Ende af Bladstilken. Den viser hos Zingiberaceerne Intet i sin Bygning, der er afvigende fra, hvad der finder Sted i den øvrige Del af Stilken, medens den hos *Cannaceer* og *Marantaceer* viser Ejendommeligheder i sin Bygning, der hos sidstnævnte Familie endogsaa giver sig til Kjende i det Ydre.

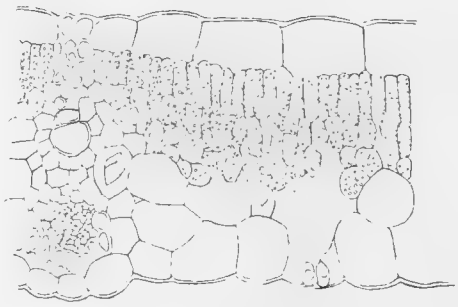


Fig. 20. *Globba Schomburgkii.* Tværsnit gjennem Blad.

Musaceae.

Heliconia metallica. Lakunerne i Bladstilken ere mere fremtrædende end hos de foregaaende Familier, men mindre end hos de følgende Slægter af *Musaceae*; de optræde som sædvanlig i en Bue eller Vinkel, men med en trekantet Gruppe af Lakuner indenfor. I Parenchymvævet mellem 2 og 2 af de større Lakuner findes omtrent 4 Karstrænge. Adskilt fra Epidermis ved 2—3 Lag fine Celler findes en Kreds af næsten sammenhængende, tildels sammenflydende Bastbundter, der paa Bladstilkens Underside afløses af en Række usammenhængende smaa Bastbundter, nedenfor hvilke der har udviklet sig et Vandvæv, som ikke i sin Bygning har noget tilfælles med det karakteristiske Væv hos *Cannaceer* og *Marantaceer.* Kun 1 Slags Diaphragmer, i en indbyrdet Afstand af lidt over 1 Mm.; i Bygning ligne disse dem hos *Musa.* Bladpladens Epidermisceller bølgede baade paa Over- og Undersiden, Oversidens papilagtig fremhvælvede, idet Bladet her er fløjelsagtigt. Spalteaabninger ikke fundne paa Oversiden. Vandvæv som et enkelt Hypodermlag, Oversidens andrager omtrent $^1/_5$ af Bladets Tykkelse, Undersidens meget smaa. Pallisadelag dannet af 2—3 Lag Celler, Svampevævet tykkere, bestaar af næsten stjerneformigt Parenchym, der i Tværsnittet danne 4-kantede Felter mellem de smalle Karstrænge; disse naa, med Und-

tagelse af de større, ikke op over Pallisadevævet, der udgjør omtrent $^1/_4$ af Bladets Tykkelse, De fine Anastomoser synlige for det blotte Øje. De bølgede Epidermisceller og Tilstedeværelsen af udprægede Raphider er fælles for denne og *H. cannoidea*, *H. martinicensis* og *H. Bihai*; angaaende indbyrdes Forskjelligheder mellem disse henvises til et senere Afsnit.

Strelitzia reginae. Bladstilken noget sammentrykt, næsten elliptisk, med en svag Fure paa Oversiden. Ikke langt fra Overfladen og parallelt med denne en Række store Lakuner, der dog blive mindre op mod Oversiden. Hele det indenfor liggende Parti ogsaa opfyldt af Lakuner, saa Cellevævet indskrænker sig til tynde kun af nogle faa Lag dannede Plader mellem Lakunerne. I disse Plader, der altsaa i Tværsnit danne lige som et Netværk, optages de indre Karstrænge, mellem hvilke der findes Anastomoser. I det Parti, der ligger udenfor samtlige Lakuner, ere Karstrængene ledsagede af stærkt udviklet Bast, som er strakt i radial Retning, og grænsende umiddelbart op til den med tyk Cuticula forsynede Epidermis findes afvexlende med hele Karstrænge rene Baststrænge med den for Juncus glaucus og mange andre karakteristiske Kileform. Kun i dette udenfor samtlige Lakuner liggende Væv findes Chlorofyl, altsaa slet ikke i Forbindelse med Lakunerne (cfr. *Kaempferia* o. a.). Raphider af oxalsur Kalk i Knipper, der ere omtrent lige saa tykke, som de ere høje, findes i blæreformede Celler, der staa ud fra Diaphragmerne (Fig. 37). Foruden disse Raphider, der altsaa have en meget lokaliseret Forekomst i Bladene, findes der spredt i Parenchymet og lige saa lidt som Raphiderne staaende i Forhold til Karstrængene en Mængde smaa, tildels endogsaa overmaade smaa Kalkoxalatkrystaller af den for Scitamineerne sædvanlige Form. Diaphragmerne staa vandret og følge paa hverandre med regelmæssige Mellemrum af 2—3 Millimeter. Der findes kun 1 Slags Diaphragmer ligesom de tykkere hos *Thalia dealbata* dannet af 3 Cellelag, nemlig et Lag svagt udpræget Stjerneparenchym paa hver Side og derimellem et Lag Celler, der nærmer sig stærkt til almindeligt rundcellet Parenchym, altsaa med kun smaa Intercellularer; dette Lag er dog ikke meget smaacellet som hos *Thalia*, men dets Celler ere næsten lige saa store som Yderlagenes. I Diaphragmerne optræde yderst smaa Kalkoxalatkrystaller, derimellem overordentlig smaa Kvadratoctaëdre. — Nedadtil i Skeden skeer der kun den Forandring, som er en Følge af Organets forandrede Form; dog blive de periferiske Lakuner større end de var i Stilken, og de indenfor liggende findes kun i ringe Tal. Oppe i Spidsen af Bladstilken findes der intet, der minder om det karakteristiske hos *Cannaceer* og *Marantaceer*.

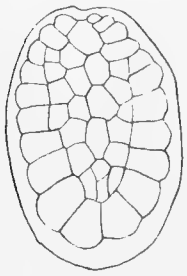


Fig. 21.
Strelitzia reginae.
Tværsn. gj. Bladst. $^3/_1$.

Bladpladens hypodermatiske Vandvæv bestaar paa Undersiden af et Lag ikke meget store Celler, i Tværsnittet fladtrykte, paa Oversiden derimod af 3—4 Lag, af hvilke i sidste Tilfælde det 3die udenfra vel i Reglen er det største; dette Vandvæv indtager lidt mere

end $^1/_3$ af hele Bladtykkelsen; under dette følge 2 Lag Pallisader, derpaa noget Svampeparenchym samt grænsende op til Undersidens svagt udviklede Vandvæv et Lag chlorofylførende pallisadeformigt ordnede Celler, dog ikke saa tæt staaende som Oversidens. Hverken Over- eller Undersidens Epidermisceller bølgede, hin med meget faa, denne med talrige og tæt stillede Spalteaabninger; disse med en Bicelle paa hver Side parallel med Læbecellerne, ogsaa ofte med Biceller for Enderne. Sidenerverne navnlig af 3 forskjellige Styrkegrader. De stærkeste, der staa i en indbyrdes Afstand af $1^1/_2$ Cm. (i en Bladplade af omtrent $4^1/_2$ Decimeters Længde), ere dannede af Karstrænge, hvis opadvendte Bastdel rager langt op i Oversidens Vandvæv; de næststærkeste, der staa i en indbyrdes Afstand af 4 Mm. og kun kunne ses ved gjennemfaldende Lys, bestaa af Karstrænge, hvis Bastdel kun rager ud omtrent i Niveau med den inderste Hypodermcelles yderste Væg. Det svageste Sæt af Sidenerver, der ere fjernede omtr. $^2/_3$ Mm. fra hverandre og ligeledes kun kunne ses, naar man holder Bladet op mod Lyset, er dannet af Karstrænge, hvis yderste Bast kun naaer op til Pallisadevævets øvre Rand, undertiden ikke saa højt. Men fælles for disse 3 Styrkegrader af Sidenerver, der dog ikke altid ere saa udprægede som her beskrevet, er, at de med en bred Basis af Bast støtte sig til Bladundersidens Hypoderm. De fineste Sidenerver ere forbundne ved talløse tætstillede af 1 eller 2 Tracheider og nogle Leptomelementer dannede Anastomoser, som give hele Bladet et smukt fenestrat Udseende. De Felter, hvori Bladpladen ved Sidenerverne og deres Anastomoser er inddelt, er her gjennemsnitlig næsten kvadratiske. Anastomoserne ere ved nogle farvelose Celler, der gjennembryde Chlorofyllaget, forbundne med Vandvævet[1]).

I Hovedtrækkene har *Str. Nicolai* samme Bygning, men den afviger dog saa meget fra *Str. reginae*, at den vil blive særlig omtalt senere.

Ravenala madagascariensis viser en mærkværdig Overensstemmelse med Strelitzia i alle Bladbygningsforholdene — Stilkens Tværsnit, Hovedribbens paa Grund af Vandvæv voxagtige Udseende (se længere henne), Pladens Tværsnit o. s. v. Ogsaa til disse Forhold kommer jeg tilbage senere.

Musa sinensis. I Bladstilken findes en enkelt Halvkreds af Lakuner, der ere stærkt strakte i radial Retning, saa at Stilken næsten helt er opfyldt af dem; de nærmest Medianlinien ere mindre og selvfølgelig aftage de ogsaa i Størrelse ud i Bladstilkens Vinger. — Bladpladen dorsiventralt bygget. Karstrængene i Tværsnit smalle, strække sig fra Hypoderm til Hypoderm[2]) have en stor Traché i Midten og Bastbelægning øverst og nederst. Store Lakuner. Hypodermcellerne lidet udviklede, omtr. $^1/_{12}$ af Bladets Tykkelse (hos *Musa Ensete* synes

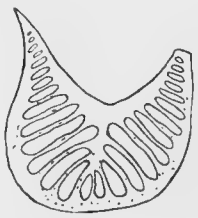


Fig. 22.
Musa sinensis.
Tværsn. gj. en Bladstilk.
Naturlig St.

[1]) Maaske de af Lippisch (Oesterr. bot. Zeitschr. 1889, p. 260) saakaldte «Anastomosenplatten».

[2]) Wittmack har (l. c. Fig. 21) en Afbildn. af Bladtværsnittet af *M. Ensete*, hvortil her henvises.

de efter Wittmacks Afbildning at være noget større). Naaleformige Kalkoxalatkrystaller. Paa hver Side af Karstrængene findes en Række garvestofholdige Mælkeceller. Hverken Over- eller Undersidens Epidermisceller ere bølgede; de ere langstrakte undtagen de 3—4 nærmest over og under Spalteaabningscellerne, der ofte ere mere brede end lange. Spalteaabningerne talrigst paa Undersiden, men forekomme dog ogsaa ret rigelig paa Oversiden. Sidenerverne ere meget tætstillede, 3 paa 1 Millimeter, og Anastomoserne ses ikke med uvæbnet Øje. Paa Bladmidtribbens Overside mangler ganske den rigelige Udvikling af Vandvæv, der findes hos Strelitzia (se længere henne).

Hvad Bladpladen angaar, er der, foruden hvad der ellers er omtalt, at bemærke, at dens to Halvdele stille sig forskjelligt i Forhold til Midtribben; den ene Halvdel gaar svagt opadstigende regelmæssigt ud til Siden, den anden Halvdel derimod bøjer temmelig brat om og peger derpaa nedefter; herved fremkommer der en ejendommelig Skjævhed i Bladet langs Midtribben (Fig. 23). Paa den opadstigende Side findes der langs Bladundersiden en, ogsaa for det blotte Øje synlig, Liste paa Grænsen mellem Bladets Midtribbe og Pladen, og denne bestaar af et ret markeret storcellet Vandvæv. Man kommer herved til at tænke paa det vandfyldte Parenchym i Bladpuden hos Mimosa pudica, der ved sin Turgescens tjener til at give Bladet sin bestemte Retning.

Fig. 23. *Musa sinensis.* Tværsnit gj. Bladpladens Midtribbe. Tilhøjre ses paa Unders. en lille Udbugning, som er fremkaldt ved det vandførende Væv. Nat. St.

Samme Bygning som hos *M. sinensis* har Bladet hos *M. sapientum.* I Diaphragmerne findes Karstrænganastomoser (Wittmack). I disse Diaphragmer finder man 4 forskjellige Former af Kalkoxalatkrystaller: Raphider, tydeligt monokliniske Krystaller, Krystalsand og Kvadratoctaedre, de sidste navnlig i Anastomosernes Leptom. — *M. Ensete,* hvis Bladbygning er udførlig skildret af Wittmack, synes heller ikke at afvige væsentlig fra den givne Beskrivelse.

Roden.

Lige som i Stænglen og Bladene synes der ogsaa i Roden at findes Bygningsforhold, der ere særlig betegnende for den ene eller den anden af de Familier, vi her have med at gjøre, medens der næppe kan paavises noget, der er saa gjennemgaaende for samtlige Familier, at det kunde benyttes som diagnostisk Mærke for Ordenen. Hos mange, og jeg kan vel sige hos de fleste af de undersøgte Former, findes der ganske vist Træk i Bygningen, som ere ret udprægede; men paa den ene Side er der Former inden for Ordenen, hvor disse Bygningstræk ikke findes, paa den anden Side træffer man dem ogsaa

udenfor Ordenen, om end i ringere Grad. Jeg sigter her navnlig til Sistrængenes Tendens til centripetal Udvidning med pludselig Optræden af forholdsvis store Sirør. Sit stærkeste Udtryk finder dette hos *Musaceerne*. Denne Plantefamilies Rodanatomi er givet paa en særdeles fyldestgjørende Maade af H. Ross[1]), efter at enkelte Meddelelser tidligere vare fremkomne hos de Bary[2]) og C. Müller[3]). Ross behandler de mest extreme Bygningsforhold, saaledes som de findes hos *Musaceerne*, og hvad jeg her agter at meddele om Scitamineernes Rodanatomi, skal for en Del indskrænke sig til ved Paavisningen af Overgangene at knytte de forefundne normale eller mindre afvigende Forhold til de fra det normale meget afvigende. Der vil da blive Lejlighed til kortelig at berøre nogle flere anatomiske Forhold, bl. a. Korkdannelsen[4]).

Marantaceae.

Calathea medio-picta. Centralcylindrens Udfyldningsvæv fuldstændig forvedet og smaacellet. Næsten alle Kargrupperne V-formige med et særdeles stort inderste Kar, hvor de to Grene løbe sammen; disse omslutte et i radial Retning kun lidet udviklet Leptombundt, medens der mellem de V-formige Grupper ligge Leptombundter, der i Tværsnittet have en kjendelig radial Udstrækning. Pericyclen er til Stede, men ikke i cambial Tilstand; den viser samme Reaktion som Endodermen og har ligeledes fortykkede Vægge. Den tykvæggede Endoderm støttes af Barkens 2—3 inderste Cellelag, der have en lignende Bygning. Indrebarken afløses af en af 2—4 Lag meget smaa langstrakte forvedede Celler bestaaende Yderbark, et Slags Bastskede. Imellem denne og den temmelig store Rodhaar udsendende Epidermis findes der et af 6—7 Cellelag bestaaende Væv, med en aldeles regelmæssig radierende Bygning, næsten

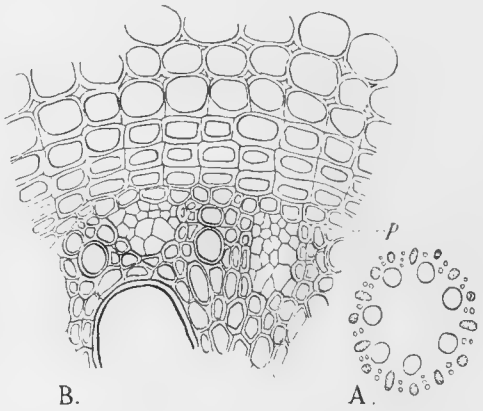


Fig. 24. *Calathea medio-picta.* *A.* Centralcylindrens Kargrupper og Leptombundter, de sidste skraverede. *B.* Den ydre Del af Centralcylindren og den indre Del af Barken stærkere forstørret; p. Pericycle.

[1]) Beiträge zur Anatomie abnormer Monocotylenwurzeln (Berichte d. deutsch. bot. Gesells., Bd. I, pag. 331—38, Taf. X).

[2]) Vergl. Anatomie, pag. 376.

[3]) Neue Helminthocecidien und deren Erzeuger, pag. 17 flg.

[4]) Den bedste nyere Oversigt over Bygningsafvigelserne i Roden er givet af Kny (Botanische Wandtafeln, VI. Abtheilung, Text, 1884). I van Tieghems Traité de Botanique findes ogsaa en ret god Fremstilling af Rodens Bygning efter vort nuværende Kjendskab.

af samme Tykkelse som Indrebarken og med en korkagtig Beskaffenhed af Cellevæggen. Tværvæggene i dette Væv korrespondere derimod ikke (smlg. Fig. 27, *B*).

Ctenanthe setosa har Roden bygget efter samme Type som foregaaende med den Forskjel, at Pericyclen har den sædvanlige Beskaffenhed, ikke er forvedet; endvidere bestaar den bastagtige Yderbark kun af 1—2 Lag Celler og er i spinklere Rødder kun delvis forvedet. Endodermen er ogsaa svagere udviklet.

Hos *Stromanthe Tonckat* ere Endodermens Celler i Tværsnit tavleformige med ensartet og ikke meget stærkt fortykkede Cellevægge, de radiale dog stærkest fremtrædende paa Grund af deres mest udprægede Forvedning; de 2 derpaa følgende Cellelag ere ensidig fortykkede efter Sarsaparil-Typen med rigelig Poredannelse i de tykke (indre) Vægge. Den bastagtige Yderbark bestaar af 2—3 Lag Celler og uden for denne findes en 4—5 Lag tyk Kork, hvis Celler i radialt Længdesnit ikke danne regelmæssige, radiale Rækker. Tilsvarende Bygning findes hos *S. sanguinea*, *S. lutea* og *S. Porteana*.

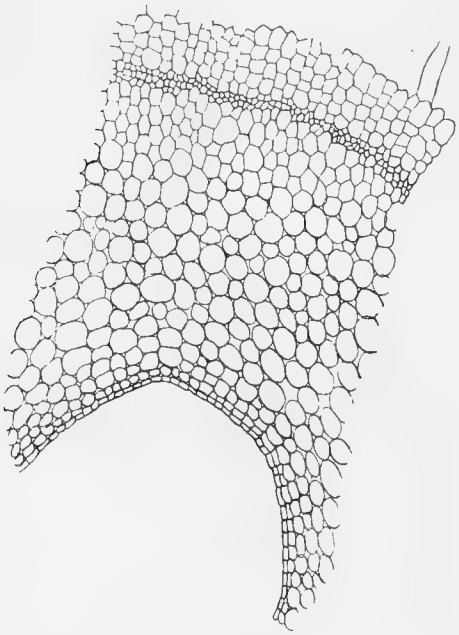


Fig. 25. *Stromanthe Tonckat.* Tværsnit gjennem Rodens Bark.

Phrynium nicobaricum. Centralcylindrens Udfyldningsvæv udviklet som mekanisk Væv. Leptombundterne noget strakte i radial Retning. Endodermen støttet af de nærmest liggende Lag i Barken. Efter 6—7 Lag Celler kommer der et Parti i Indrebarken med meget store Lakuner, derefter en Bastring, derpaa et Lag store Celler, saa Epidermen. Dette Lag store Celler svarer til Korklaget hos de foregaaende; det er Nicolai's Endoderm (ikke de Barys) og kaldes af van Tieghem Assise subéreuse[1]), og ved tangentiale Delinger i det er det, at Korklaget opstaar[2]).

For at fuldstændiggjøre Billedet af Marantaceernes Rodanatomi skal jeg gjøre nogle ganske korte Bemærkninger om nogle flere Arter; de følgende *Calathea*-Arter ere kun undersøgte paa Herbariumsmateriale.

---

[1]) Traité d. Bot., pag. 674.

[2]) Saaledes efter van Tieghem (l. c. pag. 679) hos *Asparagus*, *Dracaena*, *Phoenix*, *Typha*, *Pandanus*.

Calathea colorata stemmer i Rodens Bygning ganske med hvad der er meddelt om *Stromanthe Tonckat.*

Calathea capitata. Centralcylindrens Udfyldningsvæv helt forvedet. Meget lakunøs Indrebark. Kraftig Bastskede og uden for denne flerlaget Kork.

Calathea zingiberina. Centralcylindrens Udfyldningsvæv helt forvedet. Indrebarken utydelig lakunøs. Kraftig Bastskede og uden for denne et Lag store Celler inden for Epidermis, altsaa i denne Henseende lig *Phrynium nicobaricum.*

Calathea brasiliensis. Centralcylindrens Udfyldningsvæv helt forvedet. Kraftig Bastskede.

Calathea umbrosa. Centralcylindrens Udfyldningsvæv helt forvedet. Endodermen støttet af flere Lag stærkt fortykkede indre Barkceller. Derpaa følger en meget lakunøs Indrebark. Kraftig Bastskede og uden for denne en flerlaget Kork.

Calathea Mansonis. Centralcylindrens Udfyldningsvæv, endogsaa Pericyclen helt forvedet, men Rummet inden for den indre Kreds af store Kar kun lille. Leptombundternes store Sirør temmelig stærkt fremtrædende. Endodermen fortykket, styrket ved at de 3—4 Lag nærmeste Barkceller er overordentlig (alsidigt) fortykkede. Dernæst følger en særdeles lakunøs Indrebark ad modum *Junci.* Bastskeden kraftig. Udenfor denne en udpræget flerlaget Kork.

En forvedet Centralcylinder findes endvidere hos *Maranta noctiflora*, *Saranthe leptostachya*, *Ischnosiphon pruinosus* og *Thalia dealbata*; hos disse findes ogsaa et Bælte af bastagtige Celler under Korken, dog kun antydet hos den nævnte *Maranta.*

Af de her for Marantaceerne beskrevne anatomiske Forhold i Roden skal jeg nu sluttelig, af Hensyn til det følgende, understrege 2, nemlig 1) den fuldstændige Forvedning af Centralcylindrens Udfyldningsvæv inden for Kargrupperne, 2) Tilstedeværelsen af en bastagtig Skede inden for det korkagtige Lag.

Cannaceae.

Canna latifolia. Centralcylindren: Hele Udfyldningsvævet inden for og imellem de inderste meget store Kar forvedet; disse saaledes beliggende, at de enten ligge radialt indenfor en enkelt Række af Kar, eller de danne den nederste Spids af et V, i hvilket 2 Karrækker danne Grenene. Pericyclens Celler fine og tyndvæggede, i 1 Lag. Sistrængene strakte i radial Retning, saa at de naa ned til de store Kar, ja endog kunne trænge ind imellem dem; de indeholde store Sirør (Fig. 26) med skraatstillede Siplader og saa tynde Vægge, at de i Tværsnit gjerne vise sig noget indbugtede under Paavirkning af de omgivende Celler, der ere Cambiformceller. Disse store Sirør ligge oftest i en enkelt radial Række og grænse intet Sted direkte op til de Karrene omgivende forvedede Celler.

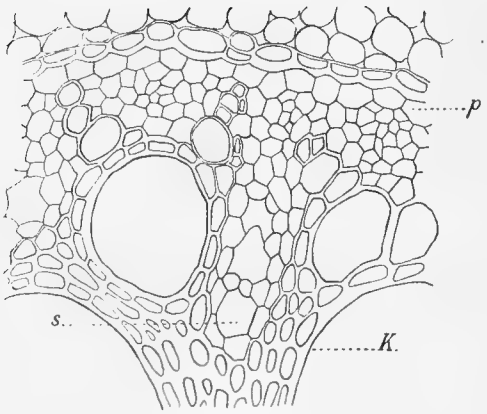


Fig. 26. *Canna latifolia.*
Rodtværsnit. *p.* Pericycle, *s.* inderste Sirør, *k.* Væggen af et af de store Kar.

Karrene ere nemlig ikke her omgivne af finvæggede Celler saaledes som i Skudet; de ere Porekar med firkantede Porer samt med Overgang til Netkar og herigjennem undertiden til Trappekar.

Barken: Endodermen dannet af et enkelt Lag ensidigt temmelig stærkt fortykkede Celler, imellem hvilke der ikke findes egentlige Gjennemgangsceller, men hist og her, ud for Karrækkerne, Celler med svagt fortykkede Vægge, der dog vise samme Reaktion som de andre Endodermceller. Uden for Endodermen findes der nu en regelmæssig radierende Indrebark, der afløses af en af uregelmæssigt stillede Celler og af Lakuner afbrudt Yderbark; et smaacellet bastagtigt Parti som hos Marantaceerne mangler. Yderbarken gaar over i et af regelmæssigt rækkestillede Celler dannet korkagtigt Lag.

Canna glauca forholder sig paa samme Maade, ligeledes *C. discolor*, saa at Mangelen af den smaacellede bastagtige Skede i Barken maa ansés for karakteristisk for Cannaceae i Modsætning til *Marantaceae*, hos hvilke en saadan er tilstede. Begge de to sidstnævnte Arter have ogsaa de store Sirør fælles med *C. latifolia* og for *C. discolor*'s Vedkommende minde Rodtværsnittene, hvad Karrene angaar, om *Musaceerne.*

Zingiberaceae.

Costus spiralis. I Centralcylindren er der i Midten et lille marvlignende ikke forvedet Parti. Kargrupperne enkelte, ikke V-formigt grenede. Sibundterne ikke strakte i radial Retning, fladtrykt halvkredsformige. Pericyclen normal, bestaar af 1 enkelt Lag uforvedede Celler. Endodermen dannet af murstensformige eller i alt Fald i radial Retning fladtrykte, svagt ensidigt fortykkede Celler. I Yderbarken findes et smaacellet Lag og udenfor dette et Korkvæv. Samme anatomiske Rodbygning findes hos *Costus mexicanus*, ogsaa hvad Sibundterne angaar, i hvilke de indre Sirør i Størrelse kun afvige lidet fra de ydre Elementer; dog maa det bemærkes, at her er Centralcylindrens Udfyldningsvæv inden for Kargrupperne helt forvedet som hos *Marantaceerne.*

Alpinia calcarata. I Centralcylindren er der i Midten et lille marvlignende ikke forvedet Parti. Kargrupperne ere ikke alene i Reglen V-formige, men V'ets Grene ere ofte

igjen tvegrenede. Pericyclen normal. En smaacellet bastagtig Skede i Yderbarken mangler. *Elettaria Cardamomum* stemmer med denne.

Hedychium coccineum. Ogsaa her mangler den smaacellede Yderbark. Sibundterne ofte stærkt udviklede i radial Retning med store Sirør indadtil; disse ledsagede af Annexceller og omgivne til begge Sider af lange Ved-Prosenchymceller, til begge Sider for hvilke Karstraalerne komme, dog adskilte fra det nævnte Ved-Prosenchym ved et Lag forholdsvis tyndvæggede Celler. Overser man Tværsnittet i sin Helhed, gjør det Indtryk af en ret stærk Udvikling af mekanisk Væv, i hvilket Mestomet er indlejret. I enkelte Tilfælde ere Grupper af større Sirør adskilte fra Cribralprimanerne ved mekanisk Væv. Det maa bemærkes

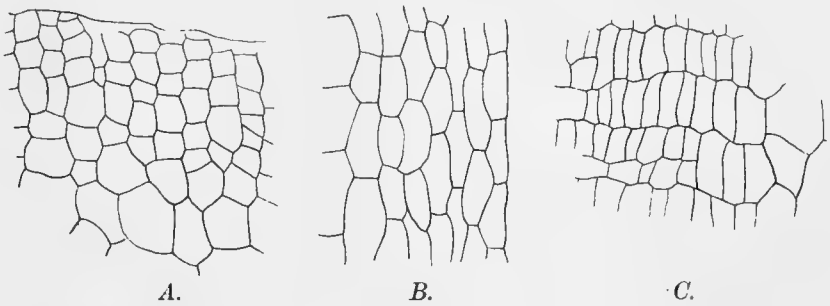


Fig. 27. *Hedychium coccineum.*

A. Tværsnit gjennem Rodens Kork. *B.* Radialt Længdesnit gjennem samme. *C.* Radialt Længdesnit gjennem Rhizomets Kork.

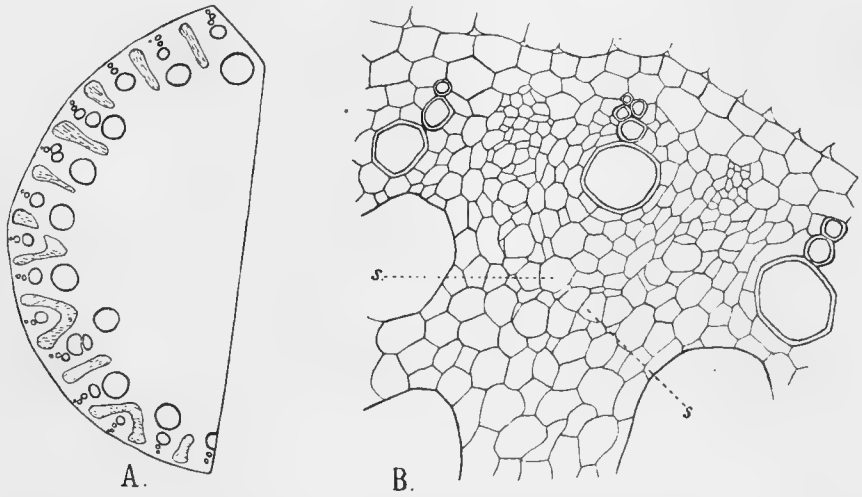


Fig. 28. *Brachychilum Horsfieldii.*

A. Tværsnit af Centralcylindren; det skraverede er Sibundterne. *B.* Et Parti af *A*, stærkere forstørret, for at vise 2 Sibundters bueformige Sammensmeltning (*S*).

at Gjennemgangsceller trods Endodermcellernes solide Bygning ikke ere iagttagne. Korkens Celler ere som sædvanligt ikke rækkestillede i det radiale Længdesnit. Til Sammenligning er afbildet et tilsvarende Snit gjennem Rodstokkens Kork (Fig. 27).

Den beslægtede *Brachychilum Horsfieldii* afviger fra *Hedychium coccineum* ved Roddernes kødede Beskaffenhed. Udfyldningsvævets Celler ikke forvedede. Sibundterne forlængede indadtil som hos foregaaende. Undertiden gribe de bueformigt sammen inden for en Vasalgruppe (Fig. 28).

Kaempferia rotunda. De fleste Rødder i Spidsen knoldformigt fortykkede. Den ikke fortykkede Del af Roden viser følgende Bygning: Centralcylindrens Kargrupper og Sibundter indsænkte i et af forvedede Celler bestaaende Væv, inden for hvilket der findes en stivelseførende fincellet Marv. Den fincellede Del af Sibundterne i de fleste Tilfælde fortsatte indadtil af en aflang Gruppe af Sirør, der dog sjældent naa ind mellem de større, men her ikke særdeles store, inderste Kar. Den indre Bark meget løs ved schizogene Lakuner; den ydre Bark storcellet. Dannelsen af den tykt pæreformige Knold sker ved en meget betydelig Udvidning af Marven i Centralcylindren, hvorimod Barken kun lidt udvider sig. Samtidig med den stærke Udvidning af Centralcylindren taber det mekaniske Væv sig, og et Tværsnit af Roden i denne Region ligner ganske det Billede, som A. Meyer har fremstillet i sin nævnte Afhandling (S. 14, Fig. 20) af *Curcuma longa.*

Hos *Globba strobilifera* er den subepidermale Kork uddannet som et virkeligt Korklag med ogsaa i Længdesnittet regelmæssigt radialt stillede Celler. Dette Korklag er meget seigt, saa at det holder sig som et tomt Hylster, efter at hele den indre Del af Roden er døet bort og fjernet. Endodermen uden Fortykkelse, kun med stærkt fremtrædende radiale Vægge. Leptombundterne ikke særlig udviklede i radial Retning, derimod findes der inden for dem, altsaa mellem Kargrupperne, i Almindelighed flere eller færre stærkt fortykkede Celler, men den indre Del af Udfyldningsvævet er ikke forvedet.

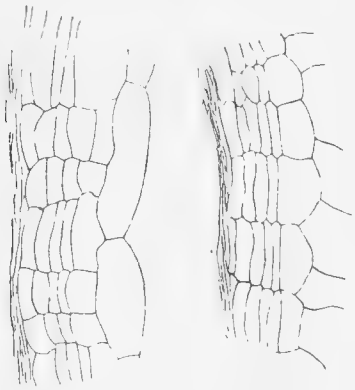


Fig. 29. *Globba Schomburgkii.* *A.* Tværsnit. *B.* Radialt Længdesn. gjennem Rodens Kork.

Hvad *Zingiberaceerne* i det Hele taget angaar kan sluttelig bemærkes, at det smaacellede bastagtige Parti i Barken umiddelbart under Epidermis dels kan mangle, dels være til Stede. Derimod synes det at være en temmelig konstant Karakter for denne Familie, at den indre Del af Centralcylindrens Udfyldningsvæv ikke er forvedet saaledes som hos *Marantaceerne*; for denne Families Vedkommende kjender jeg ingen Undtagelse, for Zingiberaceernes Vedkommende danner i alt Fald *Costus mexicanus* en Undtagelse.

Musaceae.

Heliconia cannoidea. Hele Marven er forvedet. Sibundterne ere meget strakte i radial Retning og naa helt ind i Linie med de store Tracheers inderste Rand; en Sammenslutning af 2 Sibundter indenfor disse Kar har jeg ikke iagttaget her. Endodermen dannet af en Kreds af temmelig smaa ensidig fortykkede Celler; den derpaa følgende Indrebark er meget regelmæssigt radierende. Den smaacellede bastagtige Yderbark mangler, derimod findes der et korkagtigt Væv af den hos denne Plantegruppe sædvanlige Beskaffenhed.

Disse faa Bemærkninger om Roden hos *Heliconia cannoidea* kun for gjennem den at knytte den mere normale Rodbygning hos *Scitamineerne* til den hos *Musaceerne* forekommende, som vi er gjorte bekjendt med ved den af Ross givne Skildring. Hos andre *Heliconia*-Arter har Ross nemlig vist, at Sistrængene kunne have en saa stærk Udvikling, at de smelte sammen to og to inden for en Kargruppe, ganske som jeg har omtalt og afbildet det hos *Brachychilum Horsfieldii.* Hos *Musa* er Forholdet nu mere compliceret, idet de store Kar ere spredte over hele Centralcylindren og imellem dem findes der ogsaa indsprængt Grupper af Sivæv, i hvilke Sirørenes Tværvægge ere forsynede med en enkelt Siplade. Hos *Strelitzia* og *Ravenala* er der en noget lignende Bygning, men her er det mest enkelte, store Sirør, der findes spredt i Centralcylindren; disse Sirørs Siplader ere meget skraatstillede og forsynede med flere uregelmæssigt stillede Sifelter.

Andet Afsnit.

Supplerende og sammenfattende Iagttagelser og Bemærkninger.

Et og andet, som jeg ikke har medtaget i de forudgaaende Skildringer, tildels for ikke at gjøre disse for vidtløftige, og som maaske kunde have lidt mere almindelig Interesse, har jeg sammenfattet i dette Afsnit, i hvilket ogsaa flere særlige Spørgsmaal ere tagne op til Behandling.

Karstrængenes Forløb, Stænglens Tykkelsevæxt m. m.

At følge Karstrængenes Forløb i Stænglen hos Monocotyledoner er som bekjendt en meget vidtløftig Sag og i Grunden et temmelig utaknemmeligt Arbejde, da Resultatet, for saa vidt man naar noget, vel i Reglen ikke staar i passende Forhold til den Tid, der er medgaaet til Undersøgelsen. De udførligste nyere Undersøgelser paa dette Omraade skylde vi Falkenberg[1]) og til hans Fremstilling af Karstrængforløbet hos *Hedychium Gardnerianum* og *Canna indica* henviser jeg de Læsere, der maatte have Interesse af at gjøre sig nærmere bekjendt med denne Sag. Af disse, saa vel som af tidligere Undersøgelser, navnlig af Meneghini og Wittmack, fremgaar det, at *Scitaminé*-Stænglen foruden Centralcylindrens Karstrænge, der følge Palme-Typen, have et andet System af fuldstændige Bladsporstrænge, der enten holde sig til Barken eller i alt Fald have et andet Forløb gjennem denne end Centralcylindrens.

Jeg har tidligere ganske kort skizzeret Forholdet mellem Stænglens og Bladskedens Karstrænge hos *Calathea violacea* (S. 9) og skal hertil føje et Par andre Iagttagelser.

Hos *Costus spiralis* (den overjordiske Stængel) staa Karstrængene i Bladskeden i en enkelt Kreds og ere dels større, dels mindre, ofte i regelmæssigt Skifte. Ved deres Indtræden fra Skeden i Stænglen er Forholdet det, at hver anden eller hver tredie af de store Karstrænge træde gennem Bastskeden og et Stykke ind i Centralcylindren under en næsten ret Vinkel, for derpaa ligeledes næsten under en ret Vinkel at bøje ned efter i Internodiet; imellem disse saaledes i Centralcylindren indtrædende findes der altsaa efter Omstændighederne 1 større og 2 mindre eller 2 større og 3 mindre, der have et andet

[1]) P. Falkenberg, Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monocotyledonen, 1876.

Forløb; disse vige nemlig ikke meget ud fra deres oprindelige Retning i Skeden, bøje kun hen imod de Stængelkarstrænge, der hænge sammen med Bastskeden og som altsaa findes paa Grænsen mellem Bark og Centralcylinder, smelte sammen med disse og stige saaledes lodret ned igjennem Internodiet. De Karstrænge, der som Bladspor trænge ind mod Centralcylindrens Midte, synes at gjennemløbe 3—4 Internodier, inden de, og det temmelig brat, atter bøje udefter.

Hos *Ctenanthe Steudneri*[1]) (Rhizom) søge endel af Bladskedens Karstrænge ind mod Barkens Indreside og stryge gjennem største Delen af Internodiets Længde, inden de, under en temmelig skraa Vinkel, bøje ind i Centralcylindren, for da at gjennemløbe denne. Bladskedens øvrige Karstrænge, navnlig alle de ydre, træde næsten uden at forandre deres Retning ned i Barken og beholde ogsaa dér samme Retning; Forholdet minder altsaa meget om det, som Falkenberg har beskrevet for *Hedychium*, men er meget mere kompliceret hos *Ctenanthe*, bl. a. ved den Mængde Baststrænge, som ere spredte mellem Karstrængene, men iøvrigt synes at forholde sig ganske som disse. Mens det altsaa kun er et ringere Antal af Bladskedens Kar- og Baststrænge, der træde ind i Centralcylindren, modtager denne fra første Haand, d. v. s. saaledes, at de skyde Gjenvej gjennem Barken, et helt Knippe af Karstrænge fra Bladhjørnets Knop. Jeg kan iøvrigt ganske tiltræde Falkenbergs Udtalelse, at Forholdet mellem Stænglens og Bladskedernes Karstrænge hos Scitamineerne særlig kunde synes at tale til Støtte for den Opfattelse, i Følge hvilken Stænglen skulde være dannet af de sammenvoxede Bladfødder[2]).

I en vis Sammenhæng med Karstrængforløbet staar ogsaa Spørgsmaalet om Stænglens Væxt i Tykkelse samt om dens Inddeling i Regioner. Af disse vil der i Reglen kunne paavises en Bark og en Centralcylinder, og i denne sidste vil der atter ofte kunne skjelnes mellem en Marv og det mellem denne og Barken beliggende Lag, som jeg foreslaar at kalde Strænglaget. Hvad Tykkelsevæxten angaar, er det lykkedes mig at paavise, at der, uden at vi ville henregne Scitamineerne til de Monocotyledoner, der have sekundær Tykkelsevæxt, dog findes en Region tæt neden for Væxtpunktet, hvor der optræder et Bælte af mér eller mindre tydelig udpræget Rækkemeristem, som hurtig gaar ud af Funktion. Da imidlertid disse Spørgsmaal helst maa behandles under Sammenligning med en stor Mængde andre monocotyledone Planter, har jeg foretrukket andetsteds[3]) at give en noget mere indgaaende Fremstilling heraf, end der vilde passe ind i denne Afhandling.

---

[1]) Denne Bestemmelse er, hvad Arten angaar, ikke ganske sikker, da jeg ikke har havt Planten i Blomst; dette turde dog maaske for den foreliggende Anvendelse ikke være saa overordentlig vigtigt.

[2]) Falkenberg, l. c. S 80.

[3]) Bot. Tidsskrift, 18. Bd., 3 Hefte.

Vegetativ og floral Axe.

Spørgsmaalet om Forskjellen i den anatomiske Bygning af vegetative og florale Axer har i den senere Tid, foruden hvad Haberlandt har meddelt derom i sin physiologiske Anatomi, flere Gange været behandlet i enkelte Afhandlinger, saaledes af Laborie, Trautwein og Klein[1]). Ifølge Laborie adskille de florale Axer sig fra de vegetative navnlig ved følgende Forhold: 1) Stærk Barkdannelse. 2) Karakteristisk Uddannelse af Karstrængene, bestaaende i en Tiltagen af de mekanisk virksomme Cellers Tværsnit, medens de kunne optræde i større eller ringere Antal. De vide Kar træde tilbage i Tal, deres Gjennemsnit forringes betydeligt. 3) Marvvævet formindskes. Væsentlig det samme giver Trautwein, men udfører sine Undersøgelser noget mer i Detaillerne; han henleder Opmærksomheden paa, at Karstrængene i de nedre Axer slutte sammen til en Cylinder, i Blomsterstilken staa de adskilt i Kredsen; denne Bemærkning gjælder dicotyledone Planter. De nævnte Kjendsgjerninger stadfæstes gjennemgaaende ogsaa af Klein og maa vel altsaa siges at være tilstrækkelig fastslaaede.

Hos 22 af de i det første Afsnit gjennemgaaede Scitamineer har jeg med større eller ringere Udførlighed, undertiden kun ganske kort, gjort Rede for disse Forhold med det Resultat, at jeg gjennemgaaende kan slutte mig til de nævnte Forfatteres Udtalelser. Men desforuden har der ogsaa vist sig at være nogle andre Bygningsforskjelligheder, som der turde være Anledning til at gjøre opmærksom paa.

Det har saaledes ikke sjeldent vist sig, at det under Epidermis liggende Cellelag træder mere selvstændig frem i den florale Regions Axer end i de rent vegetative, hvilket nærmest fremtræder som en Tilbøjelighed til at antage et noget hyperdermatisk Udseende; de ere i Reglen mere strakte i radial Retning. Som Exempler herpaa kunne bl. a. nævnes: *Calathea violacea*, *C. Lietzei*, *Maranta bicolor*, *M. bracteosa*, *M. divaricata*, *Saranthe leptostachya*, *Globba strobilifera*. Jeg kan imidlertid kun anføre dette som en Kjendsgjerning uden at ville forsøge nogen Forklaring deraf.

Et andet Forhold, som synes karakteristisk for den florale Region i Modsætning til den vegetative, er Dannelsen af Lakuner i Barken eller disses stærkere Fremtræden, hvor de i den vegetative Axe vare tilstede, men stærkt tilbagetrængte. Exempler herpaa ere: *Stromanthe lutea*, *Maranta bicolor*, *M. bracteosa*, *M. divaricata*, *M. arundinacea*, *Saranthe leptostachya*, *S. Eichleri*, *S. cuiabensis*, *S. urceolata*, *S. Riedeliana*, *Ischnosiphon pruinosus*, *Hedychium coccineum*, *Brachychilum Horsfieldii*. Hos den sidste af de her nævnte Planter

---

[1]) E. Laborie, Sur l'anatomie des pédoncules, comparée a celle des axes ordinaires et à celle des pétioles (Comptes rendus, Paris 1884, Tom. 99, pag. 354); J. Trautwein, Ueber Anatomie einjähriger Zweige und Blütenstandsachsen, Halle 1885; O. Klein, Beiträge zur Anatomie der Inflorescenzaxen, Berlin 1886.

finder dette Forhold f. Ex. Sted i den enkelte Blomsterstands Specialstilk, men i endnu højere Grad i Internodierne af Rachis selv. Den pæreformige Udvidning af Blomsterstilken hos flere *Maranta*-Arter skyldes netop en stærk Udvikling af Lakuner i Barken. Hos flere af de nævnte *Saranthe*-Arter findes denne Lakunedannelse stærkt udtalt i Blomsterstandens Axe; hos *S. urceolata* har dennes Tværsnit Form af en ligebenet Trekant med en spids Topvinkel, og Lakunerne ere navnlig udviklede langs denne Trekants Basis; mest fremtrædende ere Lakunerne dog maaske hos *S. Riedeliana.* — I Sammenhæng med Omtalen af Lakunedannelsen i den florale Axe bør maaske fremhæves, at ogsaa chlorofylførende Celler i Reglen forekomme ret rigelig her, hvor Løvbladene mangle.

Et tredje Forhold, foruden de af de nævnte Forfattere omtalte, hvori den florale Axe hos mange Marantaceer afviger fra den vegetative, er den langt mere fremtrædende Rolle, som de kiselførende Celler spille. Dette er især fremtrædende hos de med mange og tætstillede Blomster forsynede Arter. Som et Exempel giver jeg her en Afbildning af den indre Del af Rachis inflorescentiae af *Calathea pacifica.* Et Tværsnit gjennem dennes Blomsterstandsaxe viser udenfra indefter en successiv Tilvæxt i Karstrængene af Leptomet paa de ledsagende Bastmassers Bekostning, idet de yderste Strænge for en Del ere rene Baststrænge, de inderste rene Ledningsstrænge, i det højeste ledsagede af nogle ganske faa mekanisk virksomme Celler. I denne inderste Region optræde de morgenstjerneformige Kiselmasser, der ganske se ud som Druser af oxalsur Kalk, meget talrigt og med betydelig Størrelse, og ikke blot umiddelbart op ad Karstrængene, men ogsaa i de mellemliggende Parenchymceller. Det er navnlig hos *Calathea*-Arter, at dette finder Sted, dog har jeg ogsaa fundet det, om end mindre stærkt udtalt, hos *Costus spiralis.* Længere fremme kommer jeg atter til at berøre Kiseldannelsen.

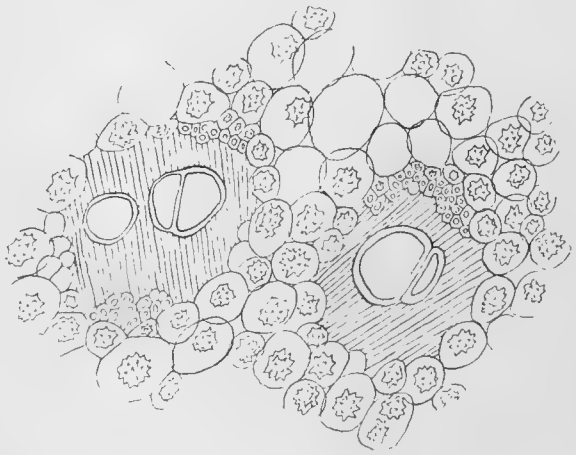
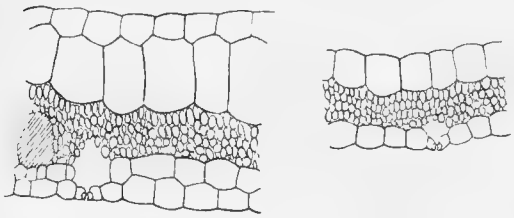


Fig. 30. *Calathea pacifica.*
Tværsnit gjennem Blomsterstandens Axe.
De morgenstjerneformige Kisellegemer store og talrige.

Nogle Forhold, vedrørende Bladenes Bygning.

At et og samme Blad aftager i Tykkelse fra Midtribben ud imod Randen turde være et ret almindeligt Forhold, der ogsaa hyppigt findes hos *Scitamineerne*. Men saa vidt jeg véd, foreligger der ingen Oplysninger om, hvilke anatomiske Forandringer der følge med den ringere Bladtykkelse. Der kan tænkes to Forhold, enten en Forringelse i Antal og Størrelse af de forskjellige Bladmassen sammensættende Elementer eller ogsaa en Tilbagetrængen af en bestemt Vævart til Fordel for en anden. Hos *Scitamineerne*, hvor der er en saa udpræget Modsætning i Bladet mellem de vandførende og de assimilerende Væv, ligger den sidste Mulighed nær, og jeg skal nu omtale dette med et Par Ord.

Kaempferia rotunda er en af de Planter, hvor man let bliver opmærksom paa, at Bladpladen aftager i Tykkelse fra Midtribben ud mod Randen. Undersøger jeg to Tværsnit, tagne henholdsvis 1 Cm. fra Midtribben og 1 Cm. fra Randen, vil jeg finde, at hint er dobbelt saa tykt som dette, men det vil endvidere vise sig, at denne Differens kun i meget ringe Grad kommer paa Chlorofylvævets Regning, derimod næsten udelukkende skyldes de vandførende Væv. Er saaledes — i et concret Tilfælde — Tværsnittet nær Midtribben 0,356^{mm}, altsaa lidt over $^1/_3$ Millimeter tykt, saa er Snittet, taget 1 Cm. fra Randen, kun 0,178^{mm}, men samtidigt er Chlorofyllaget kun aftaget fra 0,089^{mm} Tykkelse til 0,067^{mm}. Denne stærke Aftagen i det vandførende Vævs Tykkelse er tillige forbundet med den Forandring, at det er Hypodermen, der falder bort, saa at Epidermis bliver ene om den vandførende Funktion.



A. *B.*

Fig. 31. *Kaempferia rotunda.*
Tværsnit gjennem Bladpladen.
A. nærmere Midtribben, *B.* nærmere Randen.

Den Pag. 37 givne Skildring af Bladpladens Bygning hos Slægten *Globba* gjælder den ydre tyndere Del af Bladet. Nærmere inde mod Midtribben er Bladet tykkere og her optræder der mellem Epidermis og Chlorofylvævet en storcellet Hypoderm som Vandvæv — dog kun paa Bladets Underside; paa Oversiden støder ogsaa her Epidermis direkte op til Pallisadevævet, der, om end ikke i nogen udpræget Form, træder i Modsætning til det Svampevævet forestillende af mere rundagtige Celler bestaaende Parenchym.

Hos *Hedychium*- og *Canna*-Arter o. fl. a. har jeg iagttaget tilsvarende Forhold, som lede til den Slutning, at hvor et Blad aftager i Tykkelse ud imod Randen (bortset fra den egentlige Bladrand), skeer dette væsentligst paa Bekostning af de ikke assimilerende, særlig de vandførende Væv, medens Assimilationsvævet holder sig temmelig uforandret.

Et andet Forhold, som man naturligt føres ind paa, naar man beskjæftiger sig

med Scitamineernes Anatomi, er den forskjellige Bygning af de forskjelligfarvede Dele af et og det samme Blad. Det er navnlig *Marantaceerne*, der her byde rigt Materiale, især til Fastsættelsen af Forskjellen mellem de grønne og de mer eller mindre hvide Dele af Bladet. Den røde Farve, som karakteriserer mange Scitaminé-Blades Underside, og den mer eller mindre stærkt fremtrædende fløjelsagtige Glans, som heller ikke er sjælden, skyldes henholdsvis Dannelsen af en rød Saft i visse Celler og Papildannelse paa Overhudens Celler.

Den, der har givet de bedste anatomiske Undersøgelser over flerfarvede Blade, er Hassack[1]). Af disse skulle følgende, der angaa *Marantaceer*, fremdrages her: Sølvhvidt. *Maranta sanguinea* (skal være *Stromanthe sanguinea*) har langs Midten paa Oversiden et sølvhvidt Baand; her hænger Hypodermen ikke sammen med Pallisadevævet nedenunder undtagen paa enkelte Punkter, men der er indskudt Luftlag imellem[2]). Graagrønt. *Maranta eximia* (skal være *Calathea eximia*). Det øverste grønne Lags Celler tøndeformigt afrundede og derfor dannende smaa 3-kantede Mellemcellerum med Hypodermcellerne; i Bladets grønne Del slutte de derimod til disse uden Mellemcellerum. Hypodermen i den grønne Del af Bladet meget større end i den graagrønne Del[3]); lignende hos *C. roseo-picta*, *C. Mackoyana* og *C. Warszewiczii*. Gult. *Calathea vittata*. Hypodermen meget mindre end i den grønne Del. Pallisaderne ikke udviklede, men alle Celler rundagtige, de fleste indeholde gule Legemer[4]). Sluttelig omtaler Forf., at ganske i Almindelighed ere de ikke grønne Dele af Bladet tyndere end de grønne.

Af de Iagttagelser, jeg selv har havt Lejlighed til at gjøre i denne Retning, skal jeg anføre følgende.

Det chlorofylførende Væv i Bladet hos *Calathea Mackoyana* er her fordelt paa den ejendommelige Maade, at den grønne Del af Bladet (foruden Randen) ligner et mellembrudt fjersnitdelt Blad, omgivet af et farveløst eller svagt rødligt eller gulligt Væv, medens Bladets Underside er mer eller mindre vinrød. Tykkelsen af den grønne og ikke grønne Del af Bladet forholder sig omtrent som 4 : 3, og denne Forskjel kommer væsentligst paa Assimilationsvævets Regning, medens der i Vandvævets Tykkelse kun er en ringe Forskjel. Et yderst sirligt Udseende faar dette Blad ved at Sidenerverne ere forbundne ved en uendelig Mængde fine Nerver, der i den ellers ikke grønne Del af Bladet fremtræde som grønne Striber, idet hver Nerve, der omtrent halvt bestaar af mekanisk, halvt af ledende Væv, er omgivet af en 2—3 Celler tyk Skede af chlorofylførende Celler[5]). Det assimilerende Væv

[1]) C. Hassack: Untersuchungen über den anatomischen Bau bunter Laubblätter (Bot. Centralblatt 1886, Bd. 28, S. 84 o. f.).

[2]) L. c. pag. 244. [3]) L. c. pag. 212. [4]) L. c. pag. 184.

[5]) At saadanne fine Anastomoser, hvor de forløbe gjennem et ellers ikke grønt Væv, er omsluttet af en Skede af chlorofylførende Celler, har jeg ogsaa iagttaget andetsteds; det omtales ligeledes af Strasburger (Leitungsb. pag. 338).

er nogenlunde bilateralt bygget, idet Tendensen til Uddannelsen af Pallisader paa Oversiden er umiskjendelig; i det morfologisk tilsvarende Væv i den ikke grønne Del af Bladet er denne Modsætning mellem et Pallisadevæv og et Svampevæv næsten udvisket. De vandførende Hypodermceller ere hos denne Plante store, saa de alene omtrent udgjøre lige saa meget som Assimilationsvævet + Undersidens Hypoderm og Epiderm.

Hos *Calathea ornata* afvige de hvide Striber i Bladpladen fra det grønne ved følgende Forhold: 1) Oversidens Hypodermceller ere meget mindre, i Tværsnitsarealet omtrent

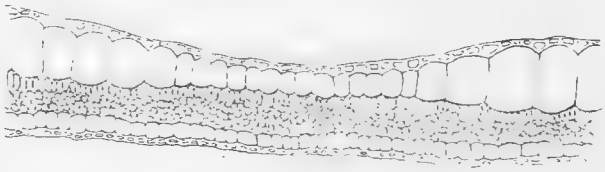


Fig. 32. *Calathea ornata.*
Tværsnit gjennem en af Bladets hvide Striber med tilgrænsende grønne Partier.

1/4 af dem i det grønne. 2) Pallisadevæv mangler ganske, medens dette i det grønne i alt Fald er antydet. 3) De Oversidens Hypoderm nærmest liggende Celler af Bladparenchymet mangle Chlorofyl, medens de tilsvarende Lag i det grønne ere rigeligt udstyrede hermed. — Da Undersidens Hypoderm er ens i det grønne og i de hvide Striber, træder Modsætningen mellem Over- og Undersidens Hypoderm kun svagt frem i disse Striber, medens den derimod i det grønne er meget stor.

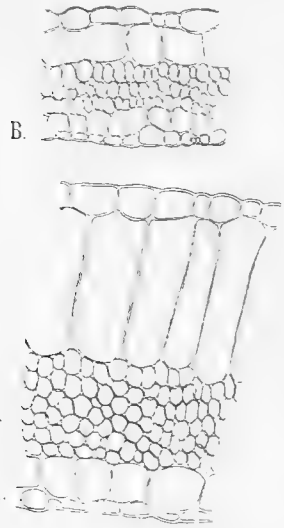


Fig. 33. *Calathea leopardina.*
Tværsnit gj. Bladets mørkegrønne Del (*A*) og lysegrønne Del (*B*).

Hvor det brogede i Bladets Farve kun fremtræder som en Modsætning mellem en mørkere og en lysere, en mere eller mindre intensiv grøn Farve, er den anatomiske Forskjel i Reglen ogsaa kun ringe. Hos *Stromanthe Porteana* f. Ex. ere Oversidens Hypodermceller 1/2—1/3 af Bladtværsnittet, de i det mørke Parti af Bladet lidt større end de i det lyse. Forskjellen mellem de mørke- og lysegrønne Partier af Bladet hos *Calathea Veitchiana* er i Tværsnittet meget lidet iøjnefaldende og synes kun at tilkjendegive sig ved en lidt fyldigere Udvikling af Chlorofylvævet, hvilket bl. a. fremtræder deri, at Modsætningen mellem et Pallisadevæv og et Svampevæv træder lidt bestemtere frem i de mørkere Partier. Hos *Calathea leopardina* findes der dog en overmaade stor Forskjel mellem Bladets forskjellige Dele, saaledes som fremgaar af den vedføjede Afbildning, hvor Pallisadecellernes stærke Udvikling i den mørkegrønne Del er meget iøjnefaldende. Denne stærke Udvikling af det vandførende Lag i den grønne eller intensiv

grønne Del af forskjelligtfarvede Blade hos *Scitamineerne* er overhovedet et ret karakteristisk Træk, der fortjener nærmere Paaagtning fra den fysiologiske Anatomis Side.

Bladrandens Bygning er for Scitamineernes, navnlig Musaceernes Vedkommende gjort til Gjenstand for en speciel Undersøgelse af Lippitsch[1]). Han minder om det bekjendte Forhold hos Bananerne, at deres Blade ere tilbøjelige til at revne parallelt med Sidenerverne, paaviser, at Bladranden er uden særlig mekanisk Beskyttelse, og mener, at Udviklingen af et mekanisk Væv i Bladranden af saa store Blade ikke vilde kunne betale sig for Planten, idet den stedfindende Sønderrivning af Bladene neppe griber synderlig ind i disses assimilerende Virksomhed. Med Hensyn til Sønderrivningsprocessen mener han at kunne godtgjøre, at den for disse Blade karakteristiske fine Hindekant rives itu som Følge af Spændinger, der opstaa under Bladets Udvikling, og at der derved er ydet Vinden Angrebspunkter for Bladets videre Sønderrivning. Han giver en Afbildning af Bladranden hos *Musa paradisiaca* (M. sapientum), der viser, hvor overmaade svagt denne er bygget i mekanisk Henseende. Det klare Væv, hvoraf Hindekanten bestaar, anseer han for at være et Vandreservoir, der har Betydning for det ganske unge Blad.

Jeg skulde nu være tilbøjelig til at tro, at Iturivningen af den fine Hindekant («Flügel») er betydningsløs for Bladpladens senere Spaltning; denne sidste følger Nerverne, og da disse ud mod Bladranden bøje sig mod Bladspidsen og derved stille sig mere parallelt med Randen, er det samme Tilfældet med Revnerne, hvis Dannelse i Randen vil rette sig efter Sidenervernes mest angribelige Punkter. Desuden er der et andet Forhold, der maa tages i Betragtning, nemlig Spørgsmaalet om, hvor Bladets Sønderrivning begynder; det er i alt Fald ofte Tilfældet, at den ikke begynder i Randen og fortsætter sig ind imod Midtribben, men at den begynder med en Revne et eller andet Sted mellem Bladrand og Midtribbe, en Revne, der derpaa fortsætter sig til begge Sider, indtil Bladhalvdelen er gjennemskaaret i hele sin Brede.

Da Antallet af de Scitamineer, Lippitsch har undersøgt, er meget ringe, skal jeg supplere hans Iagttagelser med mine egne, for derved at give lidt fyldigere Forestilling om Bladrandens Bygning hos herhen hørende Planter.

Musa sapientum og *Musa sinensis* have ikke noget specifik mekanisk Væv i Bladranden. Den yderste Karstræng har forholdsvis store Kar, men mangler Bast. Jeg henviser til Lippitsch's Afbildning af den første af disse Planter, der netop giver en god Forestilling om en saadan svagt udviklet Bladrand. *Heliconia metallica*, Randen fin, indeholdende Vandvæv, mangler specifik mekaniske Celler. Randstrængen flad med lidt Bast paa Over- og Undersiden. *Strelitzia Nicolai* har noget kraftigere byggede Randstrænge, men noget specifik mekanisk Væv udenfor disse findes ikke.

[1]) Lippitsch: Ueber das Einreissen der Laubblätter der Musaceen und einiger verwandten Pflanzen (Oesterr. bot. Zeitschr. XXXIX Jahrg., 1889).

Costus spiralis har Hindekanten dannet af Vandvæv uden særlig mekanisk virksomme Celler. *C. Malortieanus* har noget kjødfulde Blade, et tyndt Lag Assimilationsvæv, omgivet til begge Sider af et mægtigt flerlaget Vandvæv; dette trækker sig ud i den tykke Bladrand, der fuldstændig mangler specifik mekaniske Celler. Rand-Karstrængene hos begge disse Planter sparsomt forsynede med Bast. Hos *Alpinia speciosa* ere Randstrængene forsynede med Bastbelægning paa Over- og Undersiden. Bladranden udenfor gjør Indtryk af at være ret stærkt bygget, men mangler specifik mekaniske Celler. Det samme er Tilfældet med *Kaempferia rotunda* og *Hedychium coccineum* (Fig. 34).

Canna latifolia og *C. coccinea* ere uden specifik mekanisk Væv i Randen. Den yderste Karstræng med mer eller mindre Bast paa Over- og Undersiden.

Calathea violacea. Bladranden uden specifik mekaniske Celler; hvor Assimilationsvævet hører op, dannes Randen kun af Epidermis og begge Siders Hypoderm. *C. Lietzei*, Bladranden smal, dannet af Epidermis og Vandvæv uden specifik mekaniske Celler. Chlorofyllaget strækker sig, hvad der iøvrigt ofte er Tilfældet, et godt Stykke udenfor den yderste Karstræng, der har en stærk Bastbelægning paa Over- og Undersiden. *Ischnosiphon pruinosus*, Bladranden dannes af Overhudens og Hypodermens Celler, der her ere mindre og ret tykvæggede, men ikke uddannede som specifik mekaniske Celler. Den yderste Karstræng er ledsaget af en ringe Bastmængde paa Over- og Undersiden. *Thalia dealbata*, Bladranden tynd, og uden særligt udviklede mekaniske Celler. *Maranta divaricata* har specifik mekaniske Celler i sin Bladrand. *M. arundinacea* har nogle faa bastagtige Celler indenfor Randen; undertiden synes de dog at kunne mangle. Den yderste Karstæng har en stærk Belægning af Bast paa Over- og Undersiden. *Stromanthe Tonckat*, *S. sanguinea*, *S. lutea* og *S. Porteana* have en Gruppe af specifik mekaniske Celler i Randen udenfor Karstrængene; disse med Bastbelægning, navnlig paa Undersiden. Hos *S. Tonckat* er den mekaniske Stræng i Randen kun lidet udviklet; jeg har set den reduceret til 1—2 Celler, og det er derfor ikke usandsynligt, at den helt kan mangle; hos *S. sanguinea* er Baststrængen i Modsætning til de andre omgiven af Vandvæv til alle Sider; om dette er konstant, tør jeg dog ikke sige. Hos *Ctenanthe setosa* er Bladranden forsynet med specifik mekanisk Væv og det samme er Tilfældet med *Saranthe leptostachya.*

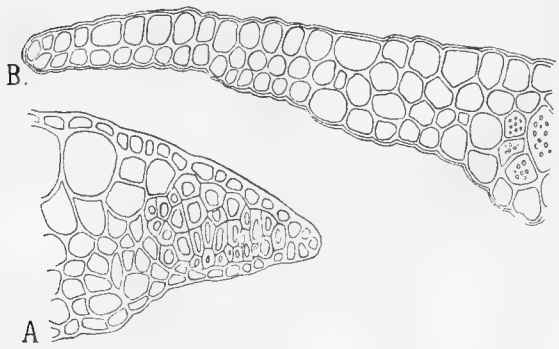


Fig. 34. Bladranden af *A. Stromanthe lutea.* *B. Hedychium coccineum.* Tværsnit.

Som det altsaa vil ses af det foregaaende, er det kun hos et mindre Antal *Sci-*

tamineer, at der er uddannet et specifik mekanisk Væv i Bladranden udenfor den yderste Karstræng, og ikke uden systematisk Interesse er det at se, at dette netop finder Sted hos de 4 hverandre nærstaaende *Marantacé*-Slægter: *Maranta, Stromanthe, Ctenanthe* og *Saranthe.* Dog kan der ikke tillægges dette Værdi af andet end en Antydning, saa længe der ikke er undersøgt flere Arter i denne specielle Henseende.

Kiselsyrens og den oxalsure Kalks Optræden.

Til de anatomiske Træk, der ere karakteristiske for Scitamineerne og som de ikke have tilfælles med ret mange andre Plantegrupper, hører den rigelige Dannelse af Kiselsyrelegemer som bestemt formede Indholdsmasser i visse Cellegrupper. Forholdet har været kjendt tidligere og findes f. Ex. omtalt hos de Bary[1]). De udførligste Oplysninger herom skylde vi Kohl[2]), der i sin store Monografi over Kalksaltene og Kiselsyren i Planterne ogsaa dvæler ved *Scitamineerne.* Mest tilfredsstillende ere hans Iagttagelser over *Musaceerne* og *Cannaceerne*; for *Zingiberaceernes* Vedkommende bliver der et og andet at tilføje, og hvad *Marantaceerne* angaar, er der den Mislighed, at de faa undersøgte Former ere unøjagtig benævnte, saa at f. Ex. hvad der siges om Forskjellen mellem *Maranta* og *Phrynium* bliver ganske værdiløst. *Phrynium* er efter den ældre Terminologi nærmest ensbetydende med *Calathea*, men da han for de under *Phrynium* omtalte Former intet Autornavn nævner, er det umuligt at vide, hvad han mener. Af *Maranta* nævnes 2 Arter, begge uden Autornavn; den ene, *M. gracilis*, kan enten være *Ischnosiphon gracilis Kcke* eller *Maranta noctiflora Rgl. et Kcke*; det sidste er det sandsynligste, da det er en i Væxthusene temmelig almindelig forekommende Plante; den anden, *M. zebrina*, er en *Calathea*, og man ser saaledes, at der kun kan komme Forvirring ud deraf. Efter Körnickes og Eichlers Arbejder over Marantaceernes er dette Standpunkt iøvrigt ikke tilladeligt. En anden Vanskelighed ved Kohls Arbejde er, at der ikke nævnes, paa hvilke af Plantens Dele Undersøgelserne ere gjorte, men man kan maaske mellem Linierne læse sig til, at det er paa Bladene.

Jeg har tildels undersøgt andre Arter af *Musaceer* end Kohl, og da jeg har fundet væsentlig de samme Forhold som han, maa jeg antage hans Undersøgelser for tilfredsstillende; til disse henviser jeg derfor, saa meget mere som de ere ledsagede af gode og instruktive Afbildninger. I det følgende kommer jeg lidt nærmere ind paa dem.

[1]) Vergleich. Anatomie, pag. 135.

[2]) F. G. Kohl: Anatomisch-physiologische Untersuchungen der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze. Marburg 1889.

Zingiberaceerne frakjender Kohl Dækceller — man erindre, at Kisellegemerne optræde i Reglen i Længderækker af oftest smaa parenchymatiske Celler, der ledsage Bastbundterne og af deres Opdager, Mettenius, blev kaldte Dækceller eller Stegmata — med Undtagelse af *Alpinia speciosa* og *A. mutica*, hos hvilke der skal findes Dækceller, indeholdende fine rundagtige Korn af Kiselsyre. Hertil er følgende at føje. Hos *Costus spiralis* forekommer der i Stænglen langs Basten kiselførende Celler med nærmest morgenstjerneformede Kisellegemer; oppe i den koglelignende Blomsterstands Axe træde Kisellegemerne ud fra Karstrængene og optræde i de mellemliggende Parenchymceller, om just ikke i den Mængde som hos visse *Calathea*-Arter. I Bladpladen af *Alpinia speciosa* træder

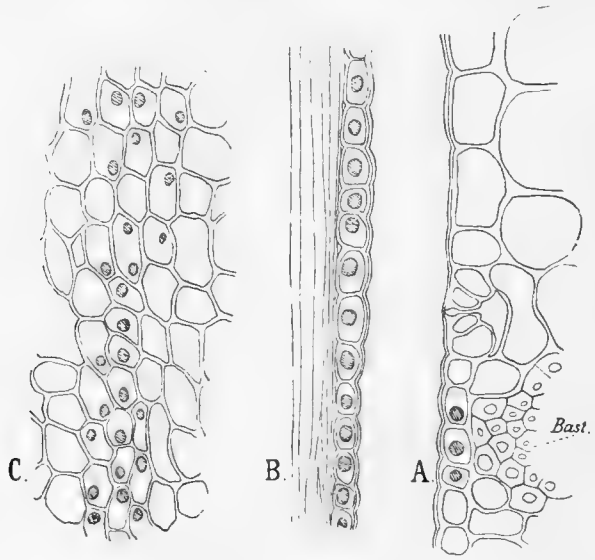


Fig. 35. *Alpinia speciosa.*

A. Tværsnit gjennem Epidermis med et Bastparti og 3 kiselførende Celler. *B.* Radialt Længdesnit gjennem Epidermis og Bast; alle Epidermiscellerne kiselførende. *C.* Et Stykke Epidermis, de kiselførende Celler sete fra Fladen. Samtlige Kisellegemer skraverede.

Karstrængenes Bast saa langt ud mod Overfladen, at den støder direkte op til Epidermis. Hvor denne Berøring finder Sted, vil man finde, at der er dannet rundagtige jevne Kisellegemer i Epidermiscellerne af en ganske anden Art end den, som Kohl omtaler og afbilder. Disse kiselførende Epidermisceller ligge omtrent i 3 Rækker og ere lette at iagttage. Jeg har i vedføjede Figur fremstillet dem i 2 forskjellige Snit samt sete fra Bladundersiden. Ganske lignende finder Sted i Bladet af *Elettaria Cardamomum.* — Men i det Hele har Kohl Ret i den Udtalelse, at Kiselsyredannelsen er stærkt tilbagetrængt hos *Zingiberaceerne.*

Hos samtlige af mig undersøgte *Cannaceer* optræder Kiselsyren som Kohl angiver, nemlig som Legemer, der have megen Lighed med morgenstjerneformede Druser af oxalsur

Kalk. De ere her forholdsvis store i Samklang med den betydelige Størrelse af de Celler, hvori de findes.

Hos *Marantaceerne* stiller Forholdet sig omtrent saaledes. *Calathea*, den langt artrigeste Slægt, der i flere Henseender egner sig til at danne Udgangspunktet, staar *Canna*

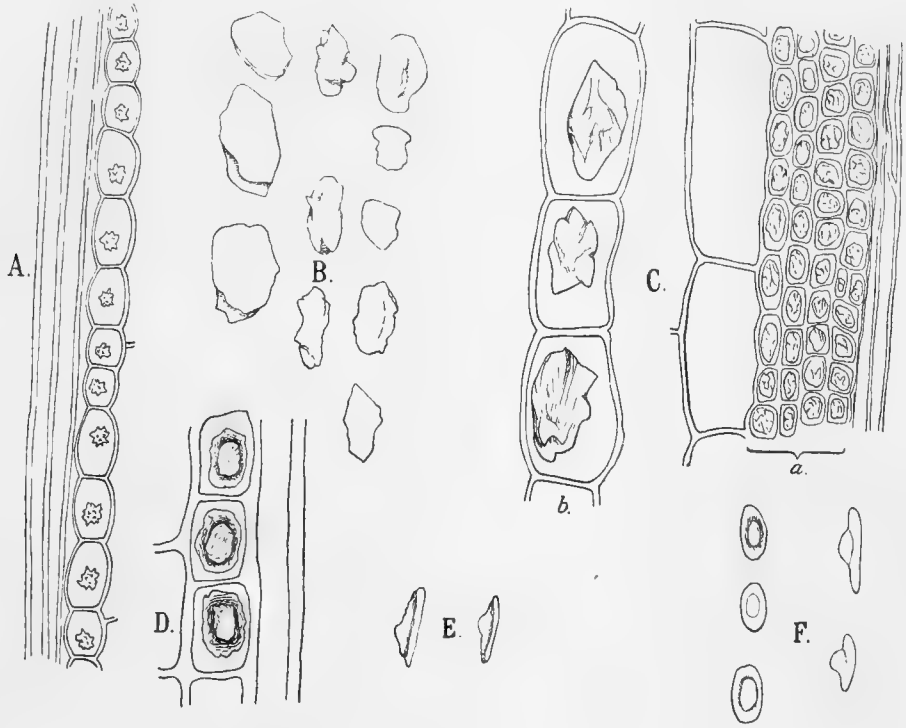


Fig. 36. Kisellegemer af *Marantaceer*, frie eller indesluttede i Celler.

A. Calathea Lietzei, Stænglen, radialt Længdesnit. *B. Calathea zebrina*, Bladskede. *C. Calathea violacea*, Stænglen; *a.* en hel Belægning af kiselførende Celler (Dækceller); *b.* 3 af disse, stærkt forstørrede. *D. Ischnosiphon pruinosus*, fra Bladpladen. *E. Thalia dealbata*, Bladet, $^{1150}/_{1}$. *F. Maranta noctiflora*, Stænglen, dels fra Siden, dels forfra.

nærmest, idet jeg dér stedse har fundet en Form for Kisellegemerne, der enten ligefrem kan betegnes som morgenstjerneformig eller fra denne Form gjør Overgang til Hatformen eller optræder under en uregelmæssig, næsten ubestemmelig Form. Exempler herpaa frembyder Kohls Tab. VII, Fig. 22—24 samt flere af de her vedføjede Figurer. Man faar Indtrykket af, at Kisellegemerne ligesom ere i Færd med at arbejde sig ud fra den for *Canna* karakteristiske Morgenstjerneform til Hatformen. Denne, der maa tænkes som en lavpullet bredskygget Hat, finde vi ret udpræget hos *Ischnosiphon* og *Thalia*, men navnlig hos Slægterne, der gruppere sig om *Maranta*. Jeg har saaledes noteret den hos *Maranta*

arundinacea, *M. bicolor*, *Stromanthe Tonckat*, *S. lutea*, *Ctenanthe Lubbersiana*, *Ct. setosa*, *Ct. Luschnatiana* og *Ct. Kummeriana*. Hos *Saranthe leptostachya* har jeg fundet nogen Vaklen, idet Stænglens Kisellegemer ere morgenstjerneformige, de derimod, der ledsage Bladpladens fine Nerver, ere mindre og have tildels Antydning til Hatformen.

Funktionen som Ventilindretninger, hvilken Kohl tilskriver Dækcellernes Kisellegemer hos Palmer og Orchideer, vil, som denne Forfatter ogsaa mener, ikke godt kunne tilkomme Scitamineernes Kisellegemer; det vilde i alt Fald kun kunne være Tilfældet med endel af Marantaceerne. Der synes overhovedet for disse Planters Vedkommende kun at kunne være Tale om den funktionelle Betydning af Kiselsyren, at den har tjent som Vehikel for Indførelsen af visse Næringsstoffer i Planten, for derpaa at aflejres i Cellerne som Udskilningsprodukt; der kan i denne Sammenhæng mindes om den betydelige Mængde, hvori den aflejres i tætte Blomsterstandes Axer (se Pag. 51).

Skulde man anføre noget for *Scitamineerne* karakteristisk i den oxalsure Kalks Optræden, skulde det være dette, at Forekomsten af Rafider, der ellers karakteriserer Monocotyledonerne, her er meget tilbagetrængt, medens dette Stof optræder rigeligt i andre Former af det monocliniske og tetragonale System. Egentlige Rafider forekomme nemlig kun hos Musaceerne, men da denne Angivelse ikke er i Overensstemmelse med Kohls[1]) maa der gjøres Rede for, hvad der forstaas ved Rafider, og vi maa derfor henvende os til Navnets Autor, A. P. de Candolle. I sit klassiske Værk, Organographie végétale, offrer denne et Kapitel til disse Dannelser[2]) og udtaler sig saaledes om Rafiderne: «Je désigne sous ce nom, qui signifie aiguilles, des corps assez singuliers qui ont été découverts depuis peu d'années, et dont le rôle est encore fort obscur; ce sont des faisceaux de poils ou de pointes de consistance assez roide, qui se trouvent . . . . .»; lidt længere hen siger han, efter at have beskrevet disse Dannelser hos Tritoma uvaria: «Ce sont ces filets que je nomme raphides; les faisceaux de raphides . . . . .». Vil man altsaa opkaste det Spørgsmaal, om «Rafider» betyder Bundterne eller de enkelte Naale i disse Bundter, saa faar man derpaa det Svar, at det betyder begge Dele, idet de Candolle har anvendt Ordet i begge Betydninger; men han har ikke brugt det om enkeltvis forekommende naalelignende Krystaller. Udvide vi Begrebet til ogsaa at omfatte disse, saa bliver det umuligt at drage en Grænse mellem Rafider og lange tynde monocliniske Krystaller. Det maa indrømmes, at denne Vanskelighed kan være begrundet i Naturen, men, efter hvad jeg har iagttaget hos Scitamineerne, antage de enkeltvis forekommende Krystaller aldrig en saa udpræget Naaleform som de, der ere samlede i Bundter. Gaa vi ud fra Betragtningen af disse Planter, hvor det oxalsure Kalk iøvrigt optræder under en stor

[1]) I sin Oversigt over de Planter, der have Rafider, nævner Kohl mærkelig nok ikke Musaceerne, men «Cannaceæ» med «Canna og Phrynium», l. c. pag. 96.

[2]) A. P. de Candolle, Organographie végétale, Tom. I, pag. 126—129.

Rigdom af forskjellige Krystallisationsformer, falder det naturligt at skille de ægte bundtvis forekommende Rafider ud fra de andre hertil sig nærmende Krystaller, hvor Krystalformen dog endnu nogenlunde kan erkjendes. Vil man udtrykke sig med Forsigtighed, kan man sige: Rafidebundter, der ellers ere saa hyppige hos monokotyledone Planter, optræde

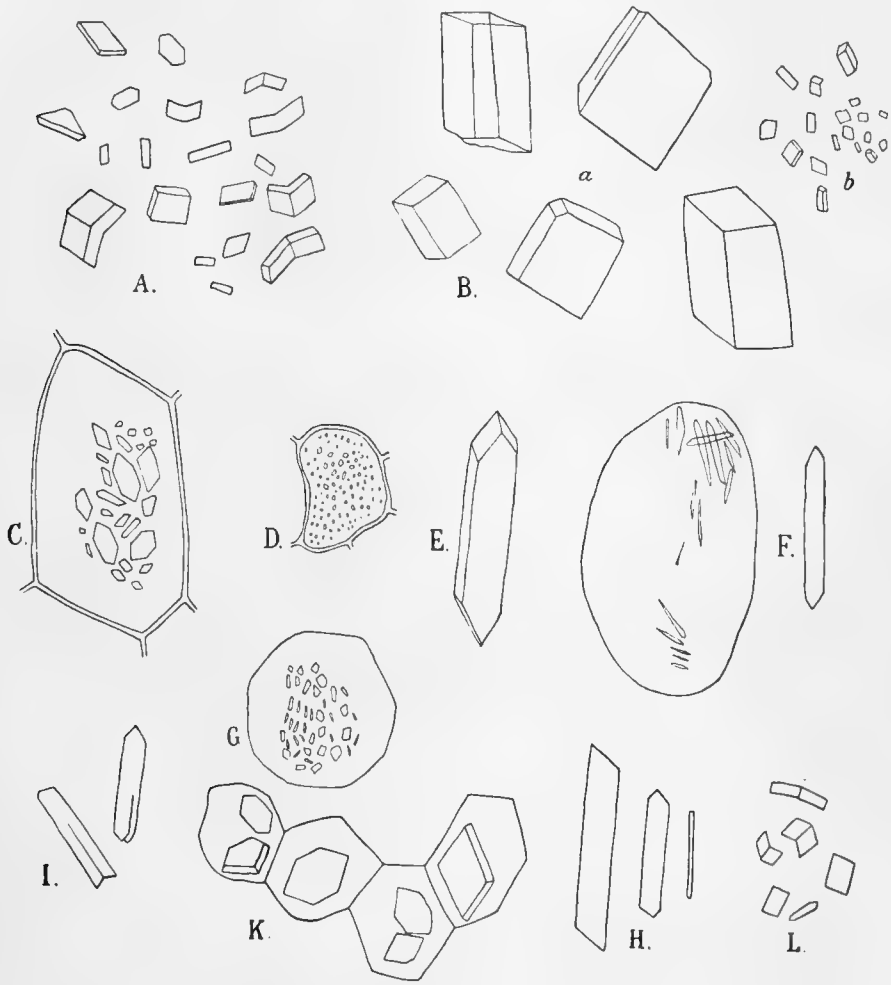


Fig. 37. Krystaller af oxalsur Kalk, isolerede eller indesluttede i Celler.

A. Costus spiralis, overmaade fine Krystaller fra Bladets Midtribbe. *B. Costus speciosus*, fra Bladets Hypoderm, *a.* fra Oversidens, *b.* fra Undersidens Hypoderm. *C. Elettaria Cardamomum*, en Parenchymcelle fra Bladskeden. *D. Canna lutea*, en Epidermcelle fra Bladundersiden med Krystalsand. *E. Calathea violacea. F. C. grandifolia. G. C. Veitchiana*, Parenchymcelle fra Bladskeden. *H. C. Lietzei*, fra Bladstilken. *I. C. Mackoyana*, fra Bladoversidens Hypodermceller, hvor Krystallerne forekomme rigeligt, medens de mangle i Undersidens Hypoderm. *K. C. Bachemiana*, 4 Celler fra Bladet. *L. Saranthe leptostachya*, fra Bladstilken. *C., G., K.* $^{400}/_{1}$; *B, D., I., L.* $^{560}/_{1}$; *A., E., H.* $^{1120}/_{1}$.

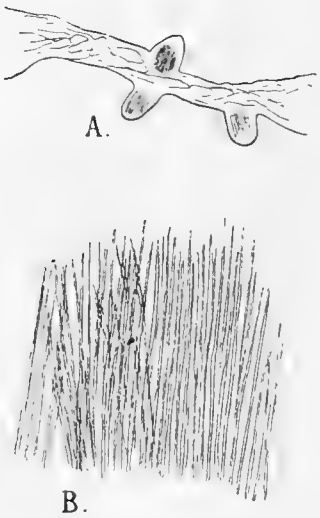


Fig. 38.
A. Strelitzia reginæ, 3 rafideførende Celler i et Diaphragma; *B. Musa sinensis*, et halvt udtværet Rafidebundt, stærkere forstørret.

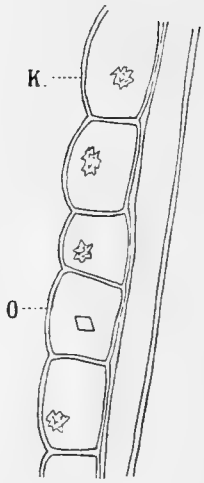


Fig. 39. *Costus spiralis.*
Tangentialt Længdesnit gjennem Bladribbe med morgenstjerneformede Kisellegemer (*K*). I en af Cellerne findes oxalsur Kalk (*O*)

indenfor Scitamineernes Orden kun hos *Musaceae* (se Fig. 38). Monocliniske Krystaller, der nærme sig hertil, finde vi ikke sjældent. Exempler herpaa vil man træffe i den vedføjede Figurgruppe (Fig. 37), i hvilken der er givet et lille Udvalg af Krystalformer, formentlig alle henhørende til det monocliniske System, men iøvrigt ikke nærmere bestemte. Nogle af dem, saaledes Fig. 37 *D* nærme sig stærkt til hvad man vil kalde Krystalsand. I de i foregaaende Afsnit givne Skildringer er der hist og her gjort Rede for Maaden, hvorpaa det oxalsure Kalk optræder. Bladoversiden og Bladundersiden forholde sig ofte i denne Henseende forskjelligt, f. E. Fig. 37 *B*. Ligeledes kan det fremhæves, at det tetragonale System navnlig er knyttet til Karstrængene, i hvis Leptom der jevnlig findes meget fine aflange tetragonale Pyramider.

Et ret ejendommeligt Tilfælde har jeg fundet hos *Costus spiralis* i Bladribben; der fandtes nemlig en Række Celler langs Basten og i disse morgenstjerneformede Kisellegemer, men i en enkelt manglede Kiselsyren og i Stedet optraadte en Krystal af oxalsur Kalk (se Fig. 39).

Arts- og Slægtsforskjelligheder.

Under Beskjæftigelsen med de i det foregaaende fremstillede Undersøgelser har jeg mangen Gang baade nedskrevet og tegnet Forskjelligheder i den anatomiske Bygning af Vegetationsorganerne hos forskjellige tildels nærstaaende Arter. Jeg har dog bestemt mig til ikke at benytte disse til Publikation, dels fordi de ere ufuldstændige, hvad Antallet af undersøgte Arter angaar, dels fordi jeg ikke har kunnet sikkre mig Resultatets Paalidelighed ved den Kontrol, som Undersøgelsen af mange eller ialtfald flere Exemplarer giver. Hvis man ikke anvender stor Kritik i denne Henseende, kommer man meget let til at opstille anatomiske Karakterer, som vise sig uholdbare, fordi de ere underkastede Variation. Flere Artsforskjelligheder vil man dog finde berørt i det foregaaende og et og andet skal kortelig bringes paa Omtale her.

Musaceae. *Strelitzia reginae*'s Anatomi er givet udførlig S. 38. Hos *Str. Nicolai* er Bladstilken væsentlig bygget paa samme Maade, ligeledes Bladpladen; men foruden de Forhold i denne, der kunne siges at være en Følge af det mægtige Blads Størrelse, navnlig Bladtværsnittets betydeligere Tykkelse, er der dog ogsaa Forskjelligheder, som ere af ren specifik Art. 1) Allerede ved den makroskopiske Betragtning af Bladet lægger man Mærke til en ejendommelig blæreformig Opsvulmning langs Oversiden af de større omtr. 3 Cm. fra hverandre fjernede Sideribber; dette skyldes en stærk Udvikling af Vandvævet paa dette Sted, og en Indtørring af Bladet kjendes ogsaa let paa disse Nerver. Dette Væv er langt mægtigere udviklet paa Hovedribbens Overside, der ligger dybt nedsænket under Bladoversidens Niveau, og tilkjendegiver sig her ved et paafaldende voxagtigt Udseende af den paagjældende Region. Hos *S. reginae* findes ogsaa dette Væv paa Hovedribben, men ikke paa Sideribberne. Det indeholder en Mængde Kalkoxalatkrystaller. 2) Sidenerverne staa tættere ved hverandre, og da disse med deres vinkelret paa Bladpladen stærkt udviklede Bast dele Chlorofylvævet i Felter (i et Snit, der gaar parallelt med Hovedribben og altsaa overskjærer Sideribberne), ere disse Chlorofylfelter højere end de ere brede; hos *S. reginæ* er det omvendte Tilfældet. En Følge af Sidenervernes tættere Stilling er ogsaa, at Anastomosefelterne (Bladet altsaa holdt op mod Lyset) ere murstensformige og derved væsentlig forskjellige fra dem hos *S. reginae*. 3) Hos denne endelig rage mange af Sidenerverne ikke op over Pallisaderne eller ere endog nedsænkede under disses øverste Rand, hos *S. Nicolai* rage de alle mer eller mindre op i Vandvævet (se Fig. 40).

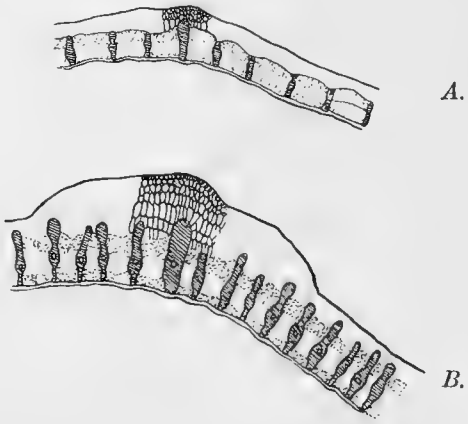


Fig. 40. Tværsnit gj. Bladpladen.
A. af *Strelitzia reginae*. *B.* af *Str. Nicolai*.

Af Slægten *Heliconia*, der tæller omtrent en Snes Arter, have vi i Bot. Haves Væxthuse 4 Arter i Kultur, til hvis Bestemmelse efter anatomisk Bygning jeg har forsøgt Opstillingen af 2 Bestemmelsesnøgler, som meddeles her, ikke fordi de i og for sig skulde have nogen Betydning, men for at give en Antydning af, hvor man kan finde Karakterer til Brug ved Artsadskillelsen. Efter Bygningen af Epidermis paa Bladoversiden faa vi følgende Nøgle:

1. Bladpladens Overhud paa Oversiden med Spaltaabninger, der ere nogenlunde tætstillede *Heliconia Bihai.*
2. Bladpladens Overhud paa Oversiden uden eller næsten uden Spaltaabninger.
   A. Oversidens Overhudsceller næsten kvadratiske, hver med en Papil . . . . . *H. metallica.*
   B. Oversidens Overhudsceller rektangulære, uden Papiller.
      a. Oversidens Overhudsceller ganske uden Spaltaabninger . . . . . *H. martinicensis.*
      b. Med yderst faa og fjerntstillede Spaltaabninger. . . . . *H. cannoidea.*

Efter Bladstilkens Bygning kan der gives følgende Opstilling:

1. I Bladstilkens Tværsnit ses en V-formig Gruppe af Lakuner, indenfor hvilken der findes enten ingen eller højst en enkelt lille Lakune . . . . . *H. cannoidea.*
2. Indenfor den V-formige Gruppe af Lakuner findes en Gruppe af andre Lakuner.
   A. De periferiske Kar- og Baststrænge adskilte fra Epidermis ved 3—5 Lag Celler *H. metallica.*
   B. De periferiske Kar- og Baststrænge adskilte fra Epidermis ved 1—2 Lag Celler.
      a. Det de periferiske Kar- og Baststrænge adskillende Væv chlorofylrigt (Stilken mørkegrøn) *H. Bihai.*
      b. Det de periferiske Kar- og Baststrænge adskillende Væv uden eller med meget lidt Chlorofyl (Stilken lysegrøn) . . . . . *H. martinicensis.*

Zingiberaceerne har jeg havt bedst repræsenterede ved Slægten *Costus* og jeg har ved Undersøgelsen af de mig i frisk Tilstand tilgjængelige Arter: *C. spiralis, C. mexicanus, C. Malortieanus, C. Friedrichsenii, C. zebrinus* og *C. speciosus* vundet den Overbevisning, at der for disse let lod sig opstille en anatomisk Bestemmelsesnøgle, naar man vil give nøje Agt paa Stænglens Bastskede, Bladstilkens og Bladpladens Bygning. Men da jeg ved Nedskrivningen af dette ikke har samtlige disse Arter til fornyet Undersøgelse, heller ikke kan vente at faa dem alle fat igjen for det første, foretrækker jeg at nøjes med de givne Antydninger.

For Cannaceernes Vedkommende foreligger der i Literaturen en herhen hørende Meddelelse fra den gamle P. C. Bouché i Berlin[1]). Denne opstiller som Slægter de af mig som Sektioner opfattede Grupper, der benævnes henholdsvis *Eurystylus* og *Distemon*, hver repræsenterede af nogle faa *Canna*-Arter. De til *Eurystylus* hørende Arter samt af de egentlige *Canna*-Arter nogle faa, blandt hvilke kan fremhæves *C. glauca* og *C. pedunculata* som gode Arter, afvige i Bladstilkens indre Bygning fra *Distemon*-Arterne og den største

[1]) Linnæa 18de Bd., 1844, pag. 485—88 og 494.

Del af hvad der hører til *Canna* s. s., men da jeg ved at sammenligne *Canna glauca* med en af Arterne af den sidste Kategori aldeles ikke har fundet den af Bouché angivne Forskjel, kan jeg ikke tillægge hans Udtalelser herom nogen Betydning og mener derfor at være fritaget for at anføre dem her, men henviser den Læser, der maatte have Brug derfor, til Kilden[1]). Bestemt udprægede Artsforskjelligheder i den anatomiske Bygning er ikke kommet mig for, men jeg vil ogsaa indrømme, at min Opmærksomhed mindre har været henvendt herpaa end paa, hvad der kunde tjene til at karakterisere Familien som saadan. Iøvrigt vilde gode anatomiske Kjendetegn for *Canna*-Arterne være meget ønskelige, da Formerne ere saa vanskelige at kjende i Herbarier, tildels ogsaa i levende Tilstand, naar de ikke blomstre.

Hvad endelig *Marantaceerne* angaar, vil man paa forskjellige Steder i Afhandlingen finde Angivelser om Artsforskjellighederne indenfor samme Slægt, men til en gjennemført Bearbejdelse i denne Retning har Materialet ikke været tilstrækkeligt[2]). Man vil dog i Figurgruppen 41 finde endel Tværsnit af *Calathea*-Bladstilke, som vise ikke uvæsentlige

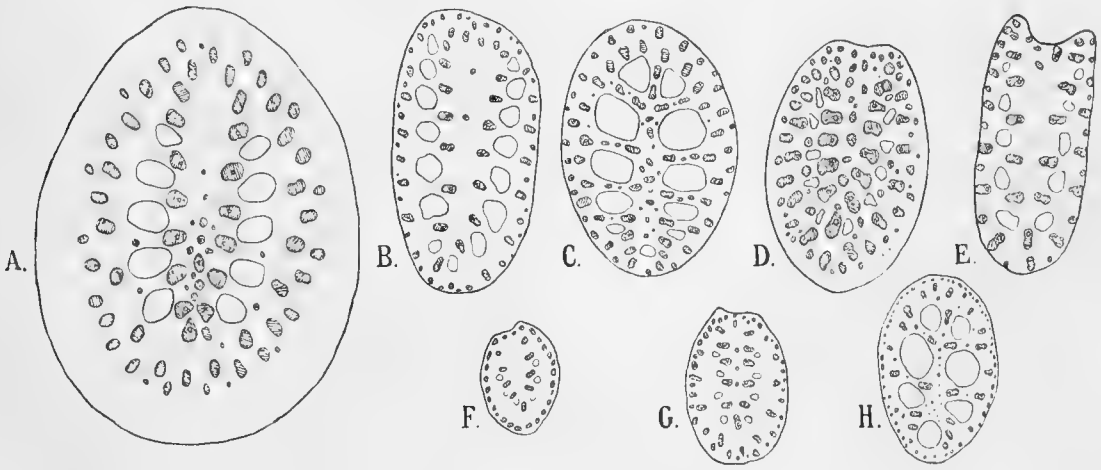


Fig. 41. Tværsnitstyper af Bladstilke af *Calathea*.

A. C. rotundifolia. B. C. flavescens. C. C. variegata. D. C. medio-picta. E. C. leopardina. F. C. Mackoyana. G. C. Lietzei. H. C. ornata. Alle Billederne forstørrede 8 Gange.

---

[1]) De til *Eurystylus* og *Distemon* henførte Arter have ikke været mig tilgjængelige i frisk Tilstand.

[2]) Dette staar ikke i Modstrid til Bemærkningen i Begyndelsen af denne Afhandling om mit rigelige Materiale. Thi til at give en Karakteristik af Ordenen, Familierne og tildels Slægterne har Materialet været godt; til at give anatomiske Karakterer for Arterne hører der mere. Til den Slags Undersøgelser er det overhovedet mere lønnende at tage fat paa saadanne Plantegrupper, som vi dels have rigeligt repræsenterede i vor egen Flora, dels have let ved at dyrke under saadanne Forhold, at man kan have de enkelte Arter repræsenterede ved et større Antal vel udviklede Individer, hvorved Faren for at tage individuelle Ejendommeligheder for Artskarakterer lettere undgaas.

Forskjelligheder i Forholdet mellem Karstrænge og Lakuner, baade hvad den indbyrdes Størrelse og Stillingsforholdene angaar. Bladranden hos de mig tilgjængelige *Stromanthe*-Arter viste finere Forskjelligheder i Bygningen, der sikkert ville kunne anvendes diagnostisk; det samme syntes at være Tilfældet med Bygningen af Rachis hos flere Saranthe-Arter. *Phrynium dichotomum* har en stærk Udvikling af mekanisk Væv i Periferien af Skaftet tilfælles med *Phr. capitatum*, men adskiller sig i følgende: 1) Det udenfor den næsten sammenhængende Bastring liggende Parti 1—2 Cellelag tykkere, 2) Bastringen er ikke slet saa tyk og har et mere afbrudt Udseende uden dog at falde fra hinanden i Bundter, 3) optager de ydre Ledningsstrænge i sig, 4) er Stænglen meget lakunøst bygget, idet dens Parenchym er i Færd med at gaa over i Stjerneparenchym. Dette gives dog med Forbehold, da det kun er konstateret paa opblødt og ikke meget rigeligt Herbariumsmateriale. Der kan ogsaa her mindes om de karakteristiske Forhold i Ledningspudens Bygning hos *Maranta bicolor* og nærmest beslægtede, hvorved disse afvige ikke alene fra andre *Maranta*-Arter, men ogsaa fra alle andre *Marantaceer*.

Indenfor *Musaceerne* er det let at opstille 3 forskjellige Slægtstyper i den anatomiske Bygning, hvilket ses af nedenstaaende Nøgle.

1. Kisellegemerne morgenstjerneformede. Bladstilkens Lakuner overmaade store og tætstillede, kun adskilte ved tynde Celleplader, dannende en Bue og tillige udfyldende Rummet indenfor denne. Bladenes Epidermisceller ikke bølgede . . . . . *Strelitzia* og *Ravenala*.
2. Kisellegemerne mer eller mindre trugformede. Lakunerne i Bladstilken, skjønt stærkt udviklede, dog mindre dominerende.
   A. Bladenes Epidermisceller bølgede. Bladstilkens Lakuner minde i deres Optræden om Marantaceernes . . . . . *Heliconia*.
   B. Bladenes Epidermisceller med rette Vægge. Bladstilkens Lakuner meget store, danne en Bue, indenfor hvilken der ikke findes andre Lakuner . . . . . *Musa*.

Som man vil se, har jeg i ovenstaaende Nøgle opført *Strelitzia* og *Ravenala* sammen, og jeg maa her tilføje, at det har været mig umuligt at finde nogen anatomisk Forskjel mellem disse 2 Slægter; dette gjælder saavel Stænglen som Bladene og Roden; overalt, hvor jeg har anstillet Sammenligninger, er dette sket med det Resultat, at de ere ens [1]). Dette maa dog tyde paa et nærmere Slægtskab imellem dem, og jeg kan i denne Sammenhæng ikke undlade at henlede Opmærksomheden paa, at *Ravenala madagascariensis* — *R. guyanensis*, der muligvis tilhører en anden Slægt, har jeg ikke kunnet undersøge — som Navnet angiver er fra Madagaskar og kun findes her, *Strelitzia* er endemisk i det sydlige Afrika, saa at altsaa disse 2 Slægter ogsaa geografisk set staa hinanden ret nær. Til de i Nøglen anførte Slægtsforskjelligheder indenfor Musaceerne kan ogsaa føjes andre,

[1]) Det ejendommelige Voxovertræk paa Bladets Underside hos *Strelitzia* er beskrevet og afbildet af de Bary (Vergl. Anat., pag. 90). Om der heri skulde være en anatomisk Forskjel fra *Ravenala*, maa jeg lade være usagt.

f. Ex. den allerede af de Bary paapegede Forskjel i Mælkesaftens og Garvesyrens Optræden[1]. Her maa endvidere mindes om, at naar Kisellegemerne hos *Musa* og *Heliconia* betegnes som trugformede, kunde dette atter specificeres saaledes, at hver af disse Slægter har sin egen Form af Trug[2].

Indenfor *Zingiberaceerne* synes Slægten *Globba* baade i Stænglen og i Bladene at adskille sig fra de andre undersøgte Slægter, i Stænglen derved, at denne er svagere bygget; Bastskeden optræder i den rent vegetative Sfære ofte kun rudimentær, ja kan endog helt mangle; oppe i Blomsterstandens Axe er den mere udviklet. Bladene ere ejendommelige ved Overhudens Optræden som Vandvæv, medens i Modsætning til andre Scitamineer Hypodermen ofte helt kan mangle[3]. De Pag. 36 afbildede 5 Tværsnit af Zingiberacébladstilke give i det mindste 4 forskjellige Typer, der rimeligvis ville vise sig karakteristiske for de paagjældende Slægter; da dette dog ikke kan siges med Sikkerhed paa Forhaand, idet det naturligvis kræver Undersøgelsen af et større Antal Arter, vil jeg ikke gaa nærmere ind paa disse Forhold, men nøjes med at henvise til Texten og Figurerne i 1ste Afsnit, der formentlig vil være tilstrækkelig oplysende. *Brachychilum* slutter sig temmelig nøje til *Hedychium*, som den ogsaa i morfologisk Henseende staar nær. Tager jeg et andet Forhold, f. Ex. sammenligner Stænglen hos *Costus* og *Hedychium*, der begge have løvbladbærende Stængler, viser der sig den i hosstaaende simple Figur udtrykte Forskjel i Bastringens Udseende, som jeg efter Undersøgelsen af flere Arter antager vil have Betydning som Slægtsforskjel. Hos *Costus* er den mer eller mindre bugtet og optager Karstrængene i sig paa længere Strækninger; hos Hedychium er den ikke bugtet og træder kun i Forbindelse med Karstrængene, hvor disse sætte igjennem den. De to Pag. 20 afbildede Stængler henholdsvis af *Renealmia* og en *Cautlea* vise jo ogsaa iøjnefaldende Forskjelligheder.

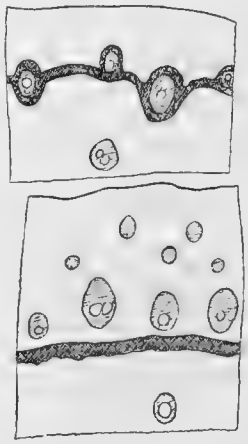


Fig. 42.
Parti af Stængeltværsnit.
A. af *Costus mexicanus.*
B. af *Hedychium coccineum.*

[1]) Hos *Musa* findes der tanninholdige Mælkerør omkring Karstrængene, hos *Ravenala* og *Strelitzia* spredte tanninholdige Celler i Parenchymet, hos *Heliconia* enkelte tanninførende Celler i Karstrængenes Sivæv. Mangelfuldt Kjendskab til Scitamineernes Synonymik har iøvrigt paa dette Sted spillet de Bary et Puds. Han gjør nemlig Rede for Garvesyrens Optræden hos *Urania speciosa* og *Strelitzia* og siger nogle Linier længere fremme: »Hos *Ravenala madagascariensis* endelig kunde Trécul intetsteds finde Garvestof«. Men *Urania speciosa* og *Ravenala madagascariensis* ere Synonymer (Vergl. Anat., pag. 452).

[2]) Smlg. Kohl, l. c, Tab. VII, Fig. 2 og Fig. 30 samt pag. 285—86.

[3]) Dette er dog ikke Tilfældet med en af Heckel nylig udførlig omtalt *Globba*-Art af Underslægten *Ceratanthera*. Smlg. Edv. Heckel: Sur le Dadigo-Go ou Balancounfa (*Ceratanthera Beaumetzi* Edv. Heckel), Marseille 1891, Pl. I—III.

Cannaceerne komme ikke i Betragtning her, da jeg betragter dem alle som henhørende til én Slægt, og med Hensyn til *Marantaceerne* er det nærmest kun de 7 vestlige Slægter, der her kunde være Tale om at bygge noget paa, da de østlige af Mangel paa Materiale ere saa lidt undersøgte. Jeg maa dog indrømme, at jeg kun kar yderst lidt at anføre til Slægternes anatomiske Karakteristik. Som tidligere omtalt har Kisellegemerne gjennemgaaende en anden Form hos *Calathea* end hos de andre 6 Slægter (se Pag. 59), idet den udprægede Hatform ikke eller i alt Fald kun sjældent optræder hos *Calathea*, medens den er den herskende hos de andre. Vi kunne endvidere tilføje, at efter de Undersøgelser, der foreligge, have Slægterne *Maranta*, *Stromanthe*, *Ctenanthe* og *Saranthe* i Modsætning til de 3 andre mekanisk Væv i Bladranden udenfor den yderste Karstræng. Men stort videre kunne vi ikke komme. Mellem de nævnte 4 nærstaaende Slægter indbyrdes véd jeg ingen sikre Forskjelligheder at anføre, og at Bladstilken hos *Thalia dealbata* er saa overordentlig lakunøs i Modsætning til de faa undersøgte *Ischnosiphon*-Arter, tør man ikke tillægge Værdi af Slægtskarakter. Det vilde havt Interesse at kunne sammenligne den østlige Slægt *Phrynium* med den vestlige Slægt *Calathea*, men det har ikke kunnet lade sig gjøre. De faa *Phrynium*-Arter, jeg har havt Lejlighed til at se paa, synes at danne Kulminationen af Udvikling af mekanisk Væv i Stænglen, hvortil der dog gjøres gradvis Overgang gjennem forskjellige *Calathea*-Arter.

Anatomiske Ordens- og Familie-Diagnoser.

Scitamineae. I Stænglen findes der oftest et Parti af barkstillede Karstrænge, der stille sig i Modsætning til Centralcylindrens. I Bladet er der en udpræget Hypoderm, der optræder som Vandvæv. I Roden har Sistrængene en stærkt udtalt Tilbøjelighed til Udvikling i radial, centripetal Retning, der ofte fører til Splittelse i flere Strænge, hvortil kommer, at der ofte optræder spredte store Kar i Centralcylindren. Skuddet udmærker sig ved en rig Udvikling af Lakuner, oftest med to Slags Diaphragmer, af hvilke de tykkere ere dannede af 3 Cellelag. Bladenes Karstrænge ere i Tværsnittet stærkt indknebne paa Midten og indeholde i Reglen 1 ved sin Størrelse særligt fremtrædende Kar. Saavel Stængel som Blade udmærke sig ved sine overmaade store Skruetracheider. Spaltaabningerne have Biceller. Egentlige knippestillede Raphider af oxalsur Kalk ere sjældne. I bestemte Celler, navnlig langs Baststrængene, findes meget hyppigt Kiselsyrelegemer af bestemt Form.

Musaceae. Bladoverhudens Celler med rette eller bølgede Vægge[1]*. Knippestillede Raphider forekomme, ligeledes tanninførende Mælkeror eller Mælkeceller. Rødderne afvige i Reglen fra den typiske Bygning.*

---

[1]) Bølgede hos *Heliconia*, rette hos de andre Slægter.

Zingiberaceae. Stænglen udmærker sig ved en Ring af mekanisk Væv, uden for hvilken der idetmindste findes 1 Kreds af Karstrænge. Bladstilken har hverken Ledpude eller Skraaceller i sin øverste Ende; i dens Tværsnit træder et System af Karstrænge særlig tydeligt frem. Bladoverhudens Celler med rette Vægge. Rødderne Centralcylinder med et af tyndvæggede Celler bestaaende Parti i Midten. En smaacellet bastagtig Skede i den ydre Del af Rodens Bark i Reglen til Stede. Flygtige Olier stærkt fremtrædende. Kisellegemerne reducerede.

Cannaceae. Stænglen uden Ring af mekanisk Væv, men med et System af Slimgange. Ingen Ledpude paa Bladstilkens Spids, men et System af Skraaceller paa dennes Underside. Bladoverhudens Celler med rette Vægge. De tynde Diaphragmer oftest meget uregelmæssigt, næsten netformigt arrangerede. En smaacellet bastagtig Skede i den ydre Del af Rodens Bark mangler.

Marantaceae. Stænglen uden særlig Ring af mekanisk Væv, de yderste Karstrænges Bast dog undertiden sammenflydende. Ingen Slimgange. En med et i hele Omkredsen udviklet ejendommeligt System af Skraaceller forsynet Ledpude i Bladstilkens Spids. De tynde Diaphragmer temmelig regelmæssigt, d. v. s. tilnærmelsesvist parallelt stillede. Bladoverhudens Celler bølgede. Rødderne Centralcylinder helt forvedet indenfor Strængkredsen. En smaacellet bastagtig Skede i den ydre Del af Rodens Bark i Reglen til Stede.

De undersøgte Arter.

Musaceae.

Musa sapientum Roxb.
sinensis Sweet.
Strelitzia Nicolai Rgl. et Kcke.
reginae Ait.
Ravenala madagascariensis Sonnerat.
Heliconia Bihai (L.) Sw.
brasiliensis Hook f.
cannoidea Rich.
martinicensis (Aut. ?).
metallica Planch. et Linden.
psittacorum Linn. f.

Zingiberaceae.

Cautlea gracilis (Sm.) O. G. P.
Hedychium coccineum Hamilt.
Gardnerianum Wall.
Brachychilum Horsfieldii (R. Br.) O. G. P.
Kæmpferia rotunda L.
Costus Friedrichsenii O. G P.
Malortieanus Wendl.
mexicanus Liebm.
speciosus Sm.
spiralis (Jacq.) Rosc.
zebrinus (hort. ?).
Alpinia calcarata Rosc.
speciosa K. Schum.
Renealmia exaltata L.
macrantha Pöpp. et Endl.
occidentalis (Sw.) Griseb.
strobilifera Pöpp. et Endl.
Zingiber Cassumunar Roxb.
Elettaria Cardamomum White et Mat.
Globba atro-sanguinea Teijsm. et Binnend.
marantina L.
Schomburgkii Hook. f.
strobilifera Zoll. et Mor.

Cannaceae.

Canna coccinea Ait.
discolor Lindl.
glauca L.
latifolia Rosc.
lutea Rosc.
pedunculata Rosc.
Warszewiczii Dietr.

Marantaceae.

alathea Achira (Pöpp. et Endl.) O. G. P.
Bachemiana E. Morr.
barbata O. G. P.
brasiliensis Kcke.
capitata (Ruiz et Pav.) Lindl.
colorata (Hook. f.) Bth.
eximia Kcke.
flavescens Lindl.
grandifolia Lindl.
grandis O. G. P.
lateralis (Ruiz et Pav.) Kcke.
leopardina Rgl.
Lietzei E. Morr.
Mackoyana E. Morr.
Mansonis Kcke.
medio-picta Rgl.
ornata Kcke.
pacifica Linden et André.
roseo-picta Rgl.
rotundifolia Kcke.
umbrosa Kcke.
varians Koch et Math.
variegata Kcke.
Veitchiana Hook. f.
villosa Lindl

Calathea violacea Lindl.
virginalis Linden.
vittata Kcke.
Warszewiczii (Math.) Kcke.
zebrina (Sims.) Lindl.
zingiberina Kcke.
Phrynium capitatum Willd.
dichotomum Roxb.
nicobaricum F. Didr.
Ischnosiphon laxus (Pöpp. et Endl.) Kcke.
plurispicatus Kcke.
pruinosus O. G. P.
Thalia dealbata Fraser.
geniculata L.
Maranta arundinacea L.
bicolor Ker.
bracteosa O. G. P.
divaricata Rosc.
leuconeura E. Morr.
noctiflora Kcke.
Stromanthe lutea (Jacq.) Eichl.
Porteana A. Gris.
sanguinea Sonder.
Tonckat (Aubl.) Eichl.
Ctenanthe Kummeriana (E. Morr.) Eichl.
Lubbersiana (E. Morr.) Eichl.
Luschnatiana (Rgl. et Kcke.) Eichl.
pilosa (Schauer) Eichl.
setosa (Rosc.) Eichl.
Steudneri (C. Koch).
Saranthe cuiabensis (Kcke.) Eichl.
Eichleri O. G. P.
leptostachya (Rgl. et Kcke) Eichl.
Riedeliana (Kcke.) Eichl.
urceolata O. G. P.

Quelques observations sur l'anatomie des Scitaminées.

Par

O.-G. Petersen.

Pensant qu'une étude anatomique du groupe des Scitaminées serait désirable comme supplément d'une étude systématique précédente et comme point de départ de recherches systématiques continues, j'ai entrepris cette étude après avoir traité les *Scitaminées* dans Engler und Prantl: «*Die natürlichen Pflanzenfamilien*», vol. II, 6e fasc., et dans *Flora Brasiliensis*, fasc. CVII. La diagnose donnée, à la fin de ce mémoire, de l'ordre des *Scitamineæ* et de ses quatre familles *Musaceæ*, *Zingiberaceæ*, *Cannaceæ* et *Marantaceæ* fournit, sous une forme très concise, le résultat le plus important de la partie systématique de cette étude anatomique, entreprise avec des matériaux très considérables, partiellement à l'état vivant. La base de ces diagnoses est fournie par la description anatomique des tige, feuille et racine de ces familles, description donnée dans la première partie du mémoire, où, comme vers la fin de la seconde partie, j'ai donné quelques légères indications des différences génériques et spécifiques, autant que les matériaux l'ont permis. On trouvera l'explication de toutes les figures à la fin du présent résumé; une liste de toutes les espèces mentionnées dans mon mémoire, autant que je les ai étudiées moi-même, se trouve vers la fin du texte danois.

La seconde partie de ce dernier donne des observations et des remarques qui forment supplément et résumé, et met en discussion plusieurs questions spéciales. C'est la substance de cette seconde partie que va donner le présent texte français.

Trajet des faisceaux, croissance en épaisseur de la tige, etc.

C'est, on le sait, une affaire très prolixe et, au fond, une besogne assez ingrate que de poursuivre le trajet des faisceaux dans la tige des Monocotylédones, le résultat, autant qu'on en atteigne un, n'étant sans doute pas, le plus souvent, en rapport convenable avec le temps requis par cette étude. Les recherches récentes les plus détaillées

sont dues à M. Falkenberg[1]), et je renvoie les lecteurs qui s'intéresseront à approfondir cette question pour les Scitaminées à son exposition du trajet des faisceaux chez les *Hedychium Gardnerianum* et *Canna indica*. Ces recherches, ainsi que quelques autres antérieures, faites surtout par Meneghini et Wittmack, nous apprennent que la tige des *Scitaminées*, outre les faisceaux du cylindre central qui suivent le type des Palmiers, ont un autre système de faisceaux foliaires complets, ces derniers ou bien se tenant à l'écorce, ou bien suivant, en tout cas, à travers cette dernière un trajet autre que ceux du cylindre central.

Il y a aussi une certaine solidarité entre le trajet des faisceaux et la question de la croissance en épaisseur de la tige, et sa division en régions. Quant à ces dernières, on pourra ordinairement constater l'existence d'une écorce et d'un cylindre central, et dans ce dernier, à son tour, on pourra souvent distinguer entre une moelle et la couche située entre celle-ci et l'écorce, couche que je proposerais d'appeler *couche fasciculaire*. Quant à la croissance en épaisseur, j'ai réussi à constater que, sans qu'on veuille classer les *Scitaminées* parmi les Monocotylédones qui ont une croissance en épaisseur secondaire, il existe toutefois une région immédiatement au-dessous du point végétatif, où se présente une ceinture de méristème disposé en séries plus ou moins fortement prononcé et qui cesse rapidement de fonctionner. Cependant, comme en traitant ces questions il vaut mieux y joindre la comparaison avec un grand nombre d'autres Monocotylédones, j'ai préféré en donner ailleurs[2]) une exposition plus détaillée qu'il ne conviendrait dans le présent travail.

Axes végétatif et floral.

Outre les remarques insérées par M. Haberlandt dans son Anatomie physiologique, la question de la différence dans la structure anatomique des axes végétatifs et floraux a été, dans ces derniers temps, traitée dans quelques monographies telles que celles de MM. Laborie, Trautwein et Klein[3]). Selon Laborie, ce sont surtout les faits suivants qui distinguent les axes floraux des axes végétatifs: 1° forte formation corticale; 2° développement caractéristique des faisceaux, consistant en augmentation du diamètre transversal des cellules mécaniques, qui peuvent de leur côté se produire en nombre plus ou moins grand; le nombre des vaisseaux larges se réduit, et leur diamètre diminue considérablement; 3° le tissu médullaire diminue. M. Trautwein se prononce essentiellement de la même manière, tout en détaillant un peu davantage ses recherches; il attire l'attention sur le fait que les faisceaux des axes inférieurs s'agglomèrent en cylindre, tandis que, dans le pédoncule, ils sont situés séparément dans le cercle, observation qui a trait à des

---

[1]) P. Falkenberg: Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monocotyledonen, 1876.

[2]) Bot. Tidsskrift, vol. 18, 3e fascic.

[3]) E. Laborie: Sur l'anatomie des pédoncules, comparée à celles des axes ordinaires et à celle des pétioles (Comptes rendus, Paris, 1884, tom. 99, p. 354); J. Trautwein: Ueber Anatomie einjähriger Zweige und Blütenstandsachsen, Halle, 1885; O. Klein: Beiträge z. Anatomie der Inflorescenzaxen. Berlin, 1886.

plantes dicotylédones. Ces faits sont généralement confirmés par M. Klein, en sorte qu'on peut bien dire qu'ils sont suffisamment établis.

Chez 22 des *Scitaminées* étudiées dans la première partie de mon mémoire, j'ai plus ou moins amplement rendu compte de ces phénomènes, d'autres fois seulement, tout brièvement, et le résultat où je suis arrivé, a été que généralement je puis me ranger du côté desdits auteurs. Mais voici qu'en outre il s'est présenté quelques autres différences de structure auxquelles il serait à propos d'attirer l'attention.

Ainsi j'ai pu constater assez souvent que la couche cellulaire recouverte par l'épiderme apparaît plus accentuée dans les axes de la région florale que dans les axes purement végétatifs, fait qui se présente surtout comme une tendance à affecter une apparence quelque peu hypodermique: leurs axes sont ordinairement dirigés plutôt dans le sens radial. On peut, entre autres, citer comme exemples les *Calathea violacea*, *C. Lietzei*, *Maranta bicolor*, *M. bracteosa*, *M. divaricata*, *Saranthe leptostachya*, *Globba strobilifera*. Cependant, je ne cite ceci que comme un pur et simple fait, sans viser à aucune interprétation.

Un autre point qui semble caractériser la région florale par opposition à la région végétative, c'est la formation de lacunes dans l'écorce ou leur apparition plus marquée dans l'axe végétatif où elles existaient, quoique à l'état très réduit. En voici des exemples: *Stromanthe lutea*, *Maranta bicolor*, *M. bracteosa*, *M. divaricata*, *M. arundinacea*, *Saranthe leptostachya*, *S. Eichleri*, *S. cuiabensis*, *S. urceolata*, *S. Riedeliana*, *Ischnosiphon pruinosus*, *Hedychium coccineum*, *Brachychilum Horsfieldii*. Quant à la mention de la formation de lacunes dans l'axe floral, je dois peut-être faire ressortir que des cellules chlorophylliennes apparaissent assez abondamment dans ces axes, où les feuilles assimilatrices font défaut.

Outre les détails mentionnés ci-dessus un troisième point où l'axe floral de beaucoup de Marantacées s'écarte de l'axe végétatif, indique le rôle beaucoup plus apparent que jouent les cellules siliceuses. Ceci saute aux yeux surtout chez les espèces munies de fleurs nombreuses et serrées. Je donne comme exemple la figure de la partie interne du Rachis inflorescentiæ chez le *Calathea pacifica* (Fig. 30). Une coupe transversale de l'axe de son inflorescence nous fait voir que dans les faisceaux, le leptome prend, du dehors au dedans, un accroissement successif aux dépens du liber, les faisceaux extrêmes étant des faisceaux libériens presque purs, les internes, des faisceaux conducteurs accompagnés tout au plus d'un très petit nombre de cellules mécaniques. C'est dans cette région la plus interne que se produisent les masses siliceuses en oursin, qui présentent tout à fait l'aspect de groupes de cristaux d'oxalate de chaux, très nombreuses et d'un volume notable, et situées, non seulement le long des faisceaux, mais encore dans les cellules parenchymateuses intermédiaires. Tel est le cas surtout chez des espèces de *Calathea*; toutefois, j'ai constaté aussi ce phénomène, bien que moins fortement prononcé, chez le *Costus spiralis*. Plus loin, j'aurai à revenir sur les formations siliceuses.

Quelques détails relatifs à la structure des feuilles.

Qu'une seule et même feuille diminue d'épaisseur, de la nervure médiane à la marge, c'est là sans doute une chose assez commune qui se produit fréquemment, aussi

chez les *Scitaminées*. Mais, autant que je sache, on n'a pas de renseignements sur les changements de structure qui accompagnent la diminution d'épaisseur de la feuille. On peut ici se figurer deux hypothèses, savoir: la diminution en nombre et en volume des divers éléments qui constituent le mésophylle, ou bien le refoulement d'une espèce déterminée de tissu en faveur d'une autre. Chez les *Scitaminées*, où il y a, dans la feuille, une opposition si prononcée entre les tissus aqueux et les tissus assimilateurs, la dernière chance est probable, et je vais y consacrer quelques remarques.

Le *Kæmpferia rotunda* est une des plantes où l'on s'aperçoit aisément que le limbe diminue d'épaisseur depuis la nervure médiane jusqu'à la marge. L'examen de deux coupes transversales, faites respectivement à 1^{cm} de la nervure médiane et à 1^{cm} de la marge, fera trouver que la première de ces coupes est deux fois plus épaisse que l'autre; mais on constatera en outre que cette différence ne porte qu'à un très faible degré sur le compte du tissu chlorophyllien, tandis qu'elle est due presque exclusivement aux tissus aqueux. Si donc — dans un cas concret — la coupe transversale près de la nervure médiane est épaisse de $0^{mm},356$, par conséquent un peu plus de $^1/_3$ de millimètre, la coupe faite à 1^{cm} de la marge devra n'avoir que $0^{mm},178$ d'épaisseur; mais en même temps la couche chlorophyllienne n'a diminué en épaisseur que de $0^{mm},089$ à $0^{mm},067$. Cette forte baisse dans l'épaisseur de la couche aqueuse est en outre accompagnée d'un changement consistant en ce que l'hypoderme disparaît, si bien que l'épiderme reste seul à accomplir la fonction aquifère.

La description, donné à la page 37, de la structure du limbe chez le *Globba strobilifera*, se rapporte à la partie externe assez mince de la feuille. En se rapprochant de la nervure médiane, la feuille est plus épaisse, et il se produit là, entre l'épiderme et le tissu chlorophyllien, un hypoderme à grandes cellules fonctionnant comme tissu aqueux, toutefois à la face inférieure seulement; à la face supérieure, l'épiderme, ici aussi, touche directement la couche palissadique qui, sans toutefois affecter aucune forme prononcée, fait un contraste avec le parenchyme composé de cellules assez arrondies et qui représente la couche lacuneuse.

Chez des espèces d'*Hedychium* et de *Canna* et plusieurs autres, j'ai observé des phénomènes analogues, qui permettent de conclure que là où une feuille diminue d'épaisseur vers la marge (abstraction faite de la marge foliaire proprement dite), ceci se fait surtout aux dépens des tissus non assimilateurs, notamment des tissus aqueux, tandis que le tissu assimilateur se maintient assez invariable.

Un autre point où l'on est naturellement conduit en s'occupant de l'anatomie des *Scitaminées*, est la structure différente des parties diversement colorées d'une seule et même feuille. Ce sont surtout les *Marantacées* qui offrent, à cet égard, de riches matériaux, notamment pour établir la différence entre les parties plus ou moins blanches de la feuille. La couleur rouge qui caractérise la face inférieure de beaucoup de feuilles de *Scitaminées*, et l'éclat velouté plus ou moins fortement prononcé qui n'est pas rare non plus, sont dus respectivement à la formation d'un suc rouge dans certaines cellules et à la formation de papilles sur les cellules de l'épiderme.

Celui qui a fourni les meilleures recherches anatomiques de feuilles multicolores,

est M. Hassack[1]). Quant aux observations que j'ai eu moi-même l'occasion de faire dans ce sens, j'en citerai les suivantes:

Le tissu chlorophyllien de la feuille du *Calathea Mackoyana* a ici la distribution singulière que la portion verte de la feuille (hormis la marge) ressemble à une feuille pennatiséquée à segments très grands, entremêlés de segments beaucoup plus petits, et entouré d'un tissu incolore rougeâtre ou jaunâtre, mais faiblement, tandis que la face inférieure de la feuille est d'un rouge plus ou moins vineux. L'épaisseur des parties verte et non verte de la feuille présente à peu près la proportion de 4 à 3, et cette différence porte surtout sur le compte du tissu assimilateur, tandis qu'elle est faible pour l'épaisseur du tissu aqueux. Cette feuille prend une apparence des plus élégantes en ce que les nervures latérales sont reliées les unes aux autres par un nombre infini de nervures fines apparaissant comme des raies vertes dans la portion autrement non verte de la feuille, chaque nervure, qui se compose à peu près moitié de tissu mécanique, moitié de tissu conducteur, étant entourée d'une gaine épaisse de 2—3 cellules et composée de cellules chlorophylliennes[2]). Le tissu assimilateur est à peu près bilatéralement bâti, la tendance à former des palissades sur la face supérieure étant évidente; dans le tissu morphologiquement correspondant de la portion non verte de la feuille, ce contraste entre une couche palissadique et une couche lacuneuse est à peu près effacé. Les cellules hypodermiques aqueuses de cette plante sont grandes au point de constituer à elles seules autant que le tissu assimilateur plus l'hypoderme et l'épiderme de la face inférieure.

Chez le *Calathea ornata*, les raies blanches du limbe se distinguent de la portion verte par les caractères suivants: 1° Les cellules hypodermiques de la face supérieure sont bien plus petites, celles de la superficie de la coupe transversale n'étant qu'environ $^1/_4$ de celles de la portion verte. 2° La couche palissadique fait absolument défaut, tandis qu'en tout cas il y en a trace dans la portion verte. 3° Les cellules du parenchyme qui sont situées le plus près de l'hypoderme de la face supérieure, manquent de chlorophylle, tandis que les couches correspondantes de la portion verte en sont abondamment munies. — Comme l'hypoderme de la face inférieure est identique dans la portion verte et dans les raies blanches, le contraste entre l'hypoderme de la face supérieure et celui de la face inférieure n'est que faible dans ces raies, tandis qu'il est très grand dans la portion verte (fig. 32).

Là où la bigarrure de la couleur de la feuille ne se présente que comme le contraste entre un vert plus foncé ou plus clair, plus ou moins intense, la différence au point de vue anatomique n'est ordinairement aussi que très faible. Chez le *Stromanthe Porteana* par exemple, les cellules hypodermiques de la face supérieure constituent $^1/_2$ ou $^1/_3$ de la coupe transversale de la feuille; celles de la portion verte foncée de la feuille sont un peu plus grandes que celles de la portion claire. La différence entre les parties vertes foncées et les vertes claires de la feuille du *Calathea Veitchiana* est très peu apparente

---

[1]) C. Hassack: Untersuchungen über den anatomischen Bau bunter Laubblätter (Bot. Centralblatt 1886, vol. XXVIII, p. 84 suiv.).

[2]) Que de pareilles anastomoses fines, où elles parcourent un tissu autrement non vert, soient englobées par une gaine de cellules chlorophylliennes, c'est ce que j'ai observé ailleurs aussi. Ce fait est également mentionné par M. Strasburger (Leitungsb., p. 338).

dans la coupe transversale, et ne semble se manifester que par le développement un peu plus riche du tissu chlorophyllien. Ce fait se montre entre autres en ce que le contraste entre une couche palissadique et une couche lacuneuse se produit d'une manière un peu plus prononcée dans les parties plus foncées. Toutefois, chez le *Calathea leopardina*, il existe une très grande différence entre les diverses parties de la feuille, ainsi que le montre la fig. 33, où le fort développement des cellules palissadiques dans la portion verte foncée est très apparent. En somme, ce fort développement de la couche aqueuse dans la portion verte ou la portion d'un vert intense de feuilles diversement colorées des *Scitaminées*, constitue un trait assez caractéristique qui mérite une attention plus profonde au point de vue de l'anatomie physiologique.

Pour les *Scitaminées*, surtout les *Musacées*, M. Lippitsch[1]) a fait de la structure de la marge l'objet de recherches toutes spéciales. Cet auteur rappelle la particularité bien connue, observée dans les Bananiers, savoir que leurs feuilles ont une tendance à se fendre parallèlement aux nervures latérales; ensuite il démontre que la marge n'a rien qui la protège au point de vue mécanique, et il pense que le développement d'un stéréome dans la marge de feuilles aussi grandes serait préjudiciable à la plante en ce que c'est à peine si le déchirement que subissent les feuilles, empiète sur leur activité assimilatrice. Quant au procès de déchirement, il prétend pouvoir constater que la fine marge membraneuse, propre à ces feuilles, se déchire par suite de tensions qui se produisent pendant le développement de la feuille, ce qui donne prise au vent pour déchirer davantage la feuille. M. Lippitsch donne de la marge du *Musa paradisiaca* (*M. sapientum*) une figure qui fait voir l'extrême faiblesse de la structure de cette marge sous le rapport mécanique. Le tissu transparent qui constitue la marge membraneuse, il le regarde comme un réservoir d'eau qui a de l'importance pour la toute jeune feuille.

Pour ma part je serais disposé à croire que le déchirement de la fine marge membraneuse (Flügel) est sans importance aucune pour le fendillement ultérieur du limbe: ce fendillement suit la direction des nervures, et comme, du côté de la marge, ces dernières se fléchissent vers la pointe de la feuille et, par là, se parallélisent davantage à la marge, il en est de même des fentes, dont la formation dans la marge se dirigera vers les points les plus attaquables des nervures latérales. D'ailleurs, il y a une autre circonstance qu'il faut considérer, c'est la question de savoir où commence le déchirement de la feuille. Il arrive, en tout cas souvent, qu'il ne commence pas à la marge pour se continuer vers la nervure médiane, mais qu'il commence par une fente quelque part entre marge et nervure médiane, fente qui va se prolonger des deux côtés, jusqu'à ce que la moitié de la feuille soit coupée dans toute sa largeur.

Le nombre des *Scitaminées* examinées par M. Lippitsch étant très restreint, j'ai complété ses observations par les miennes pour faire ainsi comprendre plus en détail la structure de la marge chez des plantes de cette catégorie. Les plantes étudiées à cet effet sont nommées p. 55—56 du texte danois. Ce n'est que dans un assez petit nombre de *Scitaminées* qu'il y a un tissu spécifiquement mécanique formé dans la marge en dehors

[1]) Lippitsch: Ueber das Einreissen der Laubblätter der Musaceen und einiger verwandten Pflanzen (Oesterr. bot. Zeitschr. XXXIX, année 1889).

du faisceau extrême, et il n'est pas sans intérêt systématique de voir que ceci a précisément lieu chez les quatre genres *Marantacé*, si rapprochés l'un de l'autre: *Maranta*, *Stromanthe*, *Ctenanthe* et *Saranthe*. Pourtant on ne saurait attribuer à ceci d'autre valeur que celle d'une indication, tant qu'on n'aura pas examiné plus d'espèces à cet égard spécial.

Apparition de l'acide silicique et de l'oxalate de chaux.

Aux traits anatomiques qui caractérisent les *Scitaminées*, sans les rattacher à trop d'autres groupes de plantes, appartient l'abondante formation de corps siliceux comme contenus cellulaires, formés d'une manière déterminée dans certains groupes de cellules. Ce fait a été connu autrefois; de Bary[1]), entre autres, en parle. Les renseignements les plus détaillés sur ce point sont dus à M. Kohl[2]), qui, dans sa grande monographie des sels calcaires et de l'acide silicique des plantes, s'arrête aussi aux *Scitaminées*. Parmi ses observations, celles qu'il a faites relativement aux *Musacées* et aux *Cannacées*, sont les plus satisfaisantes; quant aux *Zingibéracées*, il y aurait à ajouter choses et autres, et ce qu'il dit des *Marantacées* présente l'inconvénient que le peu de types examinés sont inexactement dénommés, de sorte que, par exemple, ce qu'il dit de la différence entre le *Maranta* et le *Phrynium* devient tout à fait sans valeur. Selon la terminologie ancienne, le *Phrynium* est plutôt synonyme du *Calathea*; mais comme, pour les types mentionnés sous *Phrynium*, il ne donne aucun nom d'auteur, il est impossible de savoir ce qu'il veut dire. Quant au *Maranta*, il en cite deux espèces, l'une et l'autre sans nom d'auteur; l'une, *M. gracilis*, peut être ou l'*Ischnosiphon gracilis Kcke* ou le *Maranta noctiflora Rgl. et Kcke*; cette dernière hypothèse est la plus vraisemblable, puisque c'est une plante assez fréquente dans les serres; la seconde, *M. zebrina*, est un *Calathea*, et l'on voit ainsi que le seul résultat est la confusion. Au reste, après les travaux de MM. Körnicke et Eichler sur les *Marantacées*, ce point de vue n'est plus admissible. Une autre difficulté que présente le travail de M. Kohl, c'est qu'il ne nomme pas les parties de la plante sur lesquelles il a fait ses recherches, mais il est possible qu'on puisse entrevoir que c'est sur les feuilles.

J'ai en partie étudié d'autres espèces de *Musacées* que M. Kohl, et ayant trouvé essentiellement les mêmes caractères que cet auteur, je dois regarder ses recherches comme satisfaisantes; aussi j'y renvoie, d'autant plus qu'elles sont accompagnées de figures bonnes et instructives. Dans ce qui va suivre, je reviendrai un peu davantage sur ces recherches.

M. Kohl conteste des stegmates[3]) aux *Zingibéracées* à l'exception des *Alpinia nutans* (*A. speciosa* K. Schum.) et *A. mutica*, qui passent pour avoir des stegmates renfermant

---

[1]) Vergleich. Anatomie, p. 135.

[2]) F. G. Kohl: Anatomisch-physiologische Untersuchungen der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze. Marburg, 1889.

[3]) Qu'on veuille bien se rappeler que les corps siliceux se présentent ordinairement par séries longitudinales composées le plus souvent de petites cellules parenchymateuses, qui accompagnent les paquets libériens et sont appelées *cellules recouvrantes* ou *stegmata* par Mettenius, qui en a fait la découverte.

de l'acide silicique en grains fins et arrondis. Voici ce qu'il faut ajouter à ce renseignement: Chez le *Costus spiralis*, il existe dans la tige, le long du liber, des cellules siliceuses avec des corps formés plutôt en oursin; dans l'axe de l'inflorescence, les corps siliceux se détachent des faisceaux et font leur apparition dans les cellules parenchymateuses intermédiaires, bien que précisément non dans l'abondance que l'on trouve chez certaines espèces de *Calathea*. Dans le limbe de l'*Alpinia speciosa*, le liber des faisceaux s'étend si loin vers la superficie, qu'il touche directement l'épiderme. Là où a lieu ce contact, on trouvera qu'il s'est formé, dans les cellules épidermiques, des corps siliceux arrondis et lisses d'une nature tout autre que celle qui est mentionnée et figurée par M. Kohl. Ces cellules siliceuses de l'épiderme sont disposées à peu près en trois séries et sont faciles à observer. Je les ai représentées dans la fig. 35, en deux coupes différentes et vues de la face inférieure de la feuille. Des faits tout à fait analogues se retrouvent dans la feuille de l'*Elettaria Cardamomum*. — Mais, en somme, M. Kohl a raison de dire que la formation de l'acide silicique est fortement refoulée chez les *Zingibéracées*.

Dans toutes les *Cannacées* que j'ai examinées, l'acide silicique se produit de la manière que l'indique M. Kohl, c'est-à-dire comme des corps qui présentent beaucoup de ressemblance avec des groupes de cristaux d'oxalate de chaux en oursin. Ici ils sont relativement gros, en harmonie avec le volume considérable des cellules qui les renferment.

Voici à peu près ce qu'il en est des *Marantacées*. Le *Calathea*, le genre de beaucoup le plus riche en espèces et qui, sous plusieurs rapports, est propre à former le point de départ, se rapproche le plus du *Canna* en ce que j'y ai toujours trouvé aux corps siliceux une forme qu'on peut désigner ou bien tout simplement comme forme d'oursin, ou bien qui fait transition de cette forme à celle du chapeau, ou bien qui se présente sous une forme irrégulière, pour ainsi dire, indéfinissable. Des exemples en sont fournis pl. VII, fig. 22—24 de M. Kohl et par plusieurs des figures du présent mémoire. On a l'impression que les corps siliceux sont, pour ainsi dire, en train de se dégager de la forme d'oursin, propre au *Canna*, pour atteindre la forme de chapeau. Cette dernière, qu'il faut se figurer comme un chapeau à forme basse et à larges bords, se trouve très prononcée chez les *Ischnosiphon* et *Thalia*, mais surtout chez les genres qui se groupent autour du *Maranta*. C'est ainsi que je l'ai notée chez les *Maranta arundinacea*, *M. bicolor*, *Stromanthe Tonckat*, *S. lutea*, *Ctenanthe Lubbersiana*, *Ct. setosa*, *Ct. Luschnatiana* et *Ct. Kummeriana*. Chez le *Saranthe leptostachya*, j'ai trouvé un peu d'indécision entre les formes, les corps siliceux de la tige étant en oursin, tandis que ceux qui accompagnent les fines nervures du limbe, sont de moindre dimension et ont en partie une légère tendance à la forme de chapeau.

Le rôle attribué par M. Kohl aux corps siliceux des stegmates chez les Palmiers et les Orchidées, ne saurait guère, comme le pense aussi cet auteur, revenir de droit aux corps siliceux des *Scitaminées*; en tout cas cela n'aurait pu avoir lieu que pour un certain nombre des *Marantacées*. En général, il semble qu'à l'endroit de ces plantes il ne puisse être question que de cette importance fonctionnelle de l'acide silicique qu'il serve à ingérer dans la plante certaines substances nutritives pour se déposer ensuite dans les cellules comme produit de concrétion. On peut, dans le même ordre d'idées, rappeler l'abondance avec laquelle il se dépose dans les axes d'inflorescences denses.

Si l'on avait à citer quelque chose de caractéristique pour les *Scitaminées* dans l'apparition de l'oxalate de chaux, ce serait que l'existence de raphides, d'ailleurs caractéristique pour les Monocotylédones, est ici très restreinte, tandis que cette substance se produit en abondance dans d'autres types du système monoclinique et tetragonal. C'est que les raphides proprement dites n'existent que chez les *Musacées*. Des cristaux monocliniques qui s'en rapprochent, se trouvent assez souvent. On en trouvera des exemples dans la fig. 38, qui présente un petit choix de formes de cristaux, appartenant toutes, je présume, au système monoclinique, mais du reste non pas ultérieurement déterminées. Quelques-unes d'entre elles, telles que la fig. 38 *D*, s'approchent fortement de ce qu'on appellerait sable cristallin. Dans les descriptions données dans des sections précédentes de notre mémoire, on a çà et là rendu compte de la manière dont se présente l'oxalate de chaux. Les faces supérieure et inférieure de la feuille se comportent souvent différemment à cet égard; voir par exemple la fig. 38 *B*. On peut également faire ressortir que le système tétragonal est surtout rattaché aux faisceaux (fig. 4); dans le leptome on trouve fréquemment de très fines pyramides oblongues tétragonales. J'ai trouvé un cas assez singulier dans la nervure de la feuille du *Costus spiralis*, c'est la présence d'une série de cellules longeant le liber et, dans ces dernières, des corps siliceux; toutefois, dans une seule, l'acide silicique faisait défaut et était remplacé par un cristal d'oxalate de chaux (voir la fig. 36).

Diagnoses anatomiques d'ordres et de familles.

Scitamineæ. Dans la tige il existe le plus souvent un certain nombre de faisceaux d'écorce qui font contraste avec ceux du cylindre central. La feuille contient un hypoderme prononcé qui joue le rôle de tissu aqueux. Dans la racine, les faisceaux cribreux ont une tendance fortement prononcée à se développer dans un sens radial et centripète, tendance qui amène souvent une division en plusieurs faisceaux; ajoutez-y qu'il se produit souvent de grands vaisseaux épars dans le cylindre central. La pousse se distingue par un développement abondant de lacunes, le plus souvent avec deux espèces de diaphragmes, dont les plus épais sont formés de trois couches cellulaires. Les faisceaux des feuilles sont, dans la coupe transversale, fortement étranglés par le milieu et renferment ordinairement un seul vaisseau particulièrement apparent grâce à ces dimensions. La tige ainsi que les feuilles se distinguent par leurs trachéides spiralées extrêmement grandes. Les stomates sont pourvus de cellules annexes. Des raphides proprement dites, disposées en paquets et composées d'oxalate de chaux sont rares. Dans des cellules déterminées, surtout le long des faisceaux libériens, se trouvent très fréquemment des corps siliceux d'une forme déterminée.

Musaceæ. Cellules de l'épiderme foliaire, à parois droites ou ondulées[1]. On trouve des raphides disposées en paquets, de même que des vaisseaux ou des cellules laticifères à tanin. Les racines s'écartent ordinairement de la structure typique.

[1]) Ondulées chez les *Heliconia*, droites chez les autres genres.

Zingiberaceæ. La tige se distingue par un anneau de stéréome, en dehors duquel se trouve au moins un cercle de faisceaux. Le pétiole n'a, dans son bout supérieur, ni renflement ni cellules inclinées; dans sa coupe transversale se manifeste avec une netteté particulière un système de faisceaux. Les cellules de l'épiderme foliaire sont à parois droites. Le cylindre central des racines a une partie médiane composée de cellules à parois minces. Une gaine de petites cellules et qui rappelle le liber, existe ordinairement dans la portion externe de l'écorce. Huiles volatiles très prévalentes. Corps siliceux réduits.

Cannaceæ. Tige, sans aucun anneau de stéréome, mais à un système de canaux gommifères. Point de renflement à la pointe du pétiole, mais un système de cellules inclinées à la face inférieure de ce dernier. Cellules de l'épiderme foliaire, à parois droites. Diaphragmes minces arrangés le plus souvent très irrégulièrement, pour ainsi dire, en réseau. Il manque une gaine à petites cellules et rappelant le liber dans la partie externe de l'écorce de la racine.

Marantaceæ. Tige sans aucun anneau particulier de stéréome; toutefois le liber des faisceaux extrêmes, parfois confluent. Point de canaux gommifères. Un renflement muni d'un système singulier de cellules inclinées, à la pointe du pétiole. Les diaphragmes minces disposés assez régulièrement, c'est-à-dire approximativement parallèles. Cellules de l'épiderme foliaire ondulées. Cylindre central, entièrement lignifié en dedans du cercle des faisceaux de la racine. Il existe ordinairement une gaine libérienne à petites cellules dans la partie externe de l'écorce de la racine.

Explication des figures.

Fig. 1. *Calathea violacea.* *A*, coupe transversale de la tige au-dessous de la feuille caulinaire supérieure; *B*, au dessus de cette dernière, par conséquent à travers le pédoncule de l'inflorescence. Ici, comme dans la plupart des figures suivantes, les hachures représentent les faisceaux.

Fig. 2. *Ischnosiphon laxus.* *A*, coupe transversale de l'axe de l'inflorescence; *B*, petite portion de la périphérie de l'axe; plus fort grossissement.

Fig. 3. *Stromanthe Tonckat.* Coupe transversale de la tige.

Fig. 4. *Maranta arundinacea.* Partie de la coupe transversale du pédoncule commun de la paire floréale, avec des corps siliceux en oursin (*K*) et des octaèdres d'oxalate de chaux (*O*).

Fig. 5. *Canna Warszewiczii.* *A*, coupe transversale de la tige, avec un corps siliceux voisin du liber; *B*, coupe transversale pareille, où la cellule siliceuse est séparée du liber par une cellule parenchymateuse; *C*, coupe longitudinale correspondant à *A*; *b*, liber, *ep*, épiderme.

Fig. 6. *Canna latifolia.* Coupe transversale d'un faisceau, à partir de la portion inférieure renflée de la tige. Des cellules amylifères donnent accès au faisceau conducteur.

Fig. 7 *Hedychium coccineum.* Petite portion de la gaine, située dans la partie inférieure gonflée de la tige, avec des cellules épaissies collenchymateusement. Coupe transversale.

Fig. 8. *A, Cautlea gracilis*; *B, Renealmia strobilifera.* Coupe transversale de la tige. Il existe une gaine libérienne.

Fig. 9. *Globba strobilifera.* Coupe transversale d'un faisceau amphivasal, entouré de collenchyme, de la partie inférieure de la tige.

Fig. 10. *Musa sinensis.* Coupe transversale d'une portion de la hampe, au point de la transition entre l'écorce et le cylindre central. La partie pointillée représente des tissus amylifères.

Fig. 11. *Ravenala madagascariensis.* Coupe transversale d'un faisceau de la tige.

Fig. 12. *Heliconia martinicensis.* Coupe transversale d'un faisceau de la feuille.

Fig. 13. *Calathea violacea.* *A*, coupe transversale du pétiole; *B*, petite portion de ce dernier, grossie assez fortement; *C*, coupe transversale de l'*Articulus*; *D*, partie d'une coupe longitudinale médiane à travers la portion supérieure du pétiole et la portion inférieure de l'*Articulus*; *E*, coupe transversale du limbe; *F*, épiderme de la face inférieure de la feuille, avec les stomates; *G*, coupe transversale de la nervure principale du limbe. Dans la fig. *B*, la branche d'anastomoses dirigée vers la périphérie est située en réalité un peu au-dessous du niveau où est dessinée la coupe transversale du petit faisceau; c'est pourquoi la figure ne fait pas voir la solution de continuité dans le tissu libérien.

Fig. 14. *Calathea Bachemiana.* Coupe transversale du limbe.

Fig. 15. *Thalia dealbata.* *A*, coupe transversale du pétiole; *B*, coupe transversale du limbe; *C*, une des couches externes; *D*, couche intermédiaire d'un diaphragme.

Fig. 16. *Maranta arundinacea.* Coupe transversale du pétiole.

Fig. 17. *A*, *Calathea rotundifolia*; *B*, *Canna latifolia.* Coupe longitudinale du pétiole.

Fig. 18. *Costus spiralis.* *A*, coupe transversale d'un faisceau du pétiole; *B*, une des grandes trachées avec de petites cellules environnantes.

Fig. 19. Pétiole — coupes transversales de *Zingibéracées.* *A*, *Costus spiralis*; *B*, *Kæmpferia rotunda*; *C*, *Hedychium Gardnerianum*; *D*, *Brachychilum Horsfieldii*; *E*, *Alpinia speciosa.* — Les hachures représentent des faisceaux; la partie pointillée, du tissu chlorophyllien; *l*, lacunes.

Fig. 20. *Globba Schomburgkii.* Coupe transversale d'une feuille.

Fig. 21. *Strelitzia reginæ.* Coupe transversale du pétiole.

Fig. 22. *Musa sinensis.* Coupe transversale du pétiole. Grandeur naturelle.

Fig. 23. *Musa sinensis.* Coupe transversale de la nervure médiane du limbe. A droite, on voit à la face inférieure un petit renflement produit par le tissu aqueux. Grandeur naturelle.

Fig. 24. Racine du *Calathea medio-picta.* *A*, groupes des faisceaux et paquets de leptome du cylindre central, ces derniers représentés par des hachures; *B*, partie extérieure du cylindre central et partie interne de l'écorce; *p*, péricycle.

Fig. 25. *Stromanthe Tonckat.* Coupe transversale de l'écorce de la racine.

Fig. 26. *Canna latifolia.* Coupe transversale de la racine; *p*, péricycle; *S*, tube intérieur; *k*, paroi de l'un des grands faisceaux.

Fig. 27. *Hedychium coccineum.* *A*, coupe transversale du périderme de la racine; *B*, coupe longitudinale radiale de ce dernier; *C*, coupe longitudinale radiale du périderme du rhizome.

Fig. 28. *Brachychilum Horsfieldii.* *A*, coupe transversale du cylindre central; les hachures représentent les paquets de leptome; *B*, partie de *A*, grossie plus fortement pour montrer la soudure en arc de deux paquets de leptome.

Fig. 29. *Globba Schomburgkii.* *A*, coupe transversale, *B*, coupe longitudinale radiale du périderme de la racine.

Fig. 30. *Calathea pacifica.* Coupe transversale de l'axe de l'inflorescence. Les corps siliceux en oursin, grands et nombreux.

Fig. 31. *Kæmpferia rotunda.* Coupe transversale du limbe, *A*, plus près de la nervure médiane, *B*, plus près de la marge.

Fig. 32. *Calathea ornata.* Coupe transversale des raies blanches de la feuille avec parties vertes adjacentes.

Fig. 33. *Calathea leopardina.* Coupe transversale de la portion verte foncée (*A*) et de la portion verte claire (*B*) de la feuille.

Fig. 34. Marge des: *A*, *Stromanthe lutea*; *B*, *Hedychium coccineum.* Coupe transversale.

Fig. 35. *Alpinia speciosa.* *A*, coupe transversale de l'épiderme, avec une portion de liber et trois cellules à silice; *B*, coupe longitudinale radiale de l'épiderme et du liber; toutes les cellules épidermiques à silice; *C*, partie de l'épiderme; les cellules à silice, vues de la surface. Les corps siliceux, représentés par des hachures.

Fig. 36. Corps siliceux de *Marantacées*, isolés ou renfermés dans des cellules. *A*, *Calathea Lietzei*; tige; coupe longitudinale radiale; *B*, *Calathea zebrina*; gaine; *C*, *Calathea violacea*; tige; *a*, pavement entier de cellules siliceuses (*stegmata*); *b*, trois de ces dernières, fortement grossies; *D*, *Ischnosiphon pruinosus*; corps siliceux du limbe; *E*, *Thalia dealbata*; corps siliceux de la feuille; *F*, *Maranta noctiflora*; corps siliceux de la tige, vus en partie de face, en partie de profil.

Fig. 37. *A*, *Strelitzia reginæ*; trois cellules à raphides d'un diaphragme; *B*, *Musa sinensis*; paquet de raphides à demi-écrasé.

Fig. 38. Cristaux d'oxalate de chaux, isolés ou renfermés dans des cellules. *A*, *Costus spiralis*; cristaux extrêmement fins de la nervure médiane de la feuille; *B*, *Costus speciosus*; cristaux de l'hypoderme de la feuille; *a*, de l'hypoderme de la face supérieure, *b*, de l'hypoderme de la face inférieure; *C*, *Elettaria Cardamomum*; cellule parenchymateuse de la gaine; *D*, *Canna lutea*; cellule épidermique de la face inférieure de la feuille, avec du sable cristallin; *E*, *Calathea violacea*; *F*, *C. grandifolia*; *G*, *C. Veitchiana*; cellule parenchymateuse de la gaine; *H*, *C. Lietzei*; cristaux du pétiole; *J*, *C. Mackoyana*; cristaux des cellules hypodermiennes de la surface supérieure de la feuille, où les cristaux abondent, tandis qu'ils font défaut à l'hypoderme de la face inférieure; *K*, *C. Bachemiana*; quatre cellules de la feuille; *L*, *Saranthe leptostachya*; cristaux du pétiole.

Fig. 39. *Costus spiralis*. Coupe longitudinale tangentielle de la nervure. Dans l'une des cellules il existe de l'oxalate de chaux (*O*), dans les autres, des corps siliceux ressemblant à des mâcles (*K*).

Fig. 40. Coupe transversale du limbe: *A*, du *Strelitzia reginæ*, *B*, du *Str. Nicolai*.

Fig. 41. Types de coupes transversales de pétioles du *Calathea*: *A*, *C. rotundifolia*; *B*, *C. flavescens*; *C*, *C. variegata*; *D*, *C. medio-picta*; *E*, *C. leopardina*; *F*, *C. Mackoyana*; *G*, *C. Lietzei*; *H*, *C. ornata*. Toutes les figures, grossies 8 fois.

Fig. 42. Partie de coupes transversales de tige: *A*, du *Costus mexicanus*, *B*, du *Hedychium coccineum*.

Rettelse.

Side 3, L. 7 f. n., Stænglen, Tykkelsen, læs: Stænglens Tykkelsevæxt.

Andet Tillæg

til

„Bidrag til Kundskab

om

Arterne af Slægten *Cyamus* Latr.

eller Hvallusene“

af

Chr. Fr. Lütken.

Med en Tavle.

Avec résumé en français.

D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr., 6. Række, naturvidenskabelig og mathematisk Afd. VII. 9.

Kjøbenhavn.

Bianco Lunos Kgl. Hof-Bogtrykkeri (F. Dreyer).

1893.

1. Naar jeg i sin Tid besluttede mig til at offentliggjøre de Optegnelser om Hvallusene (Cyamiderne), som jeg i Hovedsagen længe havde havt liggende, var det dels fordi Æmnet paa en Maade var bleven brændende ved andre Zoologers Arbejder paa det samme eller nærliggende Omraader — Axel Boecks over de nordiske Amphipoder, Alexander Brandts over Cyamiderne med særligt Hensyn til den formentlige Snylter paa den uddøde Stellerske Søko, som jeg maatte reducere til, hvad den i Virkeligheden var, en velbekjendt virkelig Hvallus — dels ogsaa fordi der intet andet Sted fandtes et saa rigt Materiale til at udrede dette Æmne som i det daværende zoologiske Universitets-Museum. Men fremfor alt var det dog Haabet om at kunne række Cetologien, der skylder danske Zoologer sine bedste og stærkeste Impulser, om ikke en hjælpende Haand, saa dog en hjælpende Finger, der foranledigede mig til paany at optage denne Undersøgelse. Ikke anede jeg dengang, at det skulde tilfalde mig at bestyre en af de første og største cetologiske Samlinger, saa at dette Æmne derved skulde faa en forøget personlig og embedsmæssig Interesse for mig. Det Materiale, som Cetologen maa benytte, er nemlig ifølge Sagens Natur ofte yderst fragmentarisk og ufuldstændigt, og kunde dertil komme et nøjere Kjendskab til Hvalens som oftest mindre paaagtede Hud-Snyltere, var det i det mindste tænkeligt, at en eller anden Vanskelighed derved kunde løses. Thi Cyamider forekomme kun paa visse Hvaler — dels Tandhvaler, dels Bardehvaler — men da vistnok altid i Mængde, og den enkelte *Cyamus*-Art er i det mindste i Reglen — maaske altid — bunden til en bestemt Hval-Slægt og Art, saaledes at et Stykke Hud med dens «Lus» vil være nok til at bestemme Hvalens Slægt, i Reglen — maaske altid — tillige dens Art. At en given Hvalform er «lusefri», er altsaa allerede et Faktum af Betydning; derved skille f. Ex. alle ægte Finhvaler sig jo fra Pukkelhvaler og Rethvaler; kjender man derimod en Bardehvals *Cyami*, vil man kunne sige, om det er en «Nordhval» (*Balæna mysticetus*), en «Sydhval» (*Eubalæna*), en Pukkelhval (*Megaptera*) eller en «Graahval» (*Rhachianectes*). At man har et lignende paalideligt Hjælpemiddel i de paa visse Steder af Pukkelhvalers, Sydhvalers eller Graahvalers Legeme siddende «Hvalkopper» (*Cirripedia*) — henholdsvis *Coronula diadema, C. balænaris* (*complanata* Chemn.), *Tubicinella balænaris* eller *Cryptolepas*

Rhachianectæ; endnu gjætter man forgjæves paa *Coronula regina*'s Vært — er unægteligt, men derved taber det andet Hjælpemiddel, som Hvallusene kunne afgive, ikke i Betydning.

Med de ægte Finhvaler (*Balænoptera*) have vi altsaa her ikke at gjøre; thi paa dem findes der aldrig «Lus», saa lidt som Cirripeder. Jeg skal derfor om dem kun i Forbigaaende bemærke, at der i Nutiden rimeligvis kun existerer eller i al Fald med Sikkerhed kjendes 4 Arter: *B. rostrata, borealis, musculus* og *Sibbaldii*[1]); men at disse alle have en meget stor, saa at sige kosmopolitisk Udbredning, hvorfor de, naar de strandede eller fangedes paa Steder med stor geografisk Afstand, meget ofte fik forskjellige systematiske Navne, fordi man ikke tænkte sig Muligheden af saa storartede Udbredningsforhold, hvilke Navne nu altsaa efter al Sandsynlighed blive at inddrage som Synonymer. Ogsaa Pukkel- eller Knølhvalen (*Megaptera boops*) synes at være en vidt udbredt, man kan vel gjerne sige: kosmopolitisk Art; dog har man i den sidste Tid ment at kunne

---

[1]) Her kan exempelvis henvises til Udtalelser i Dr. H. P. Gervais's «Sur une nouvelle espèce de Megaptère etc.» (Nouv. Arch. du Muséum, t. X) og «Mémoire sur deux squelettes de Baleinoptères rapportés du Cap Horn» (Mission scientifique du Cap Horn 1881—83, t. VI. Zoologie. Anatomie comparée. 1891).

Finhvalernes Synonymik vilde vel herefter stille sig saaledes:

1. *Balænoptera rostrata* (Fabr.) — *bonaërensis* Burm. (sydl. Atlanterhav) — *Davidsonii* Scammon (nordl. Stille Hav) — *Huttoni* Gray — *minor* (Ny-Seland). [Vaagehval, Tigakulik].
2. *B. borealis* Less. (*laticeps* Gr.) — *Schlegelii* Fl. (Java) — *Edenii* Anderson (indiske Have). [Sejhval].
3. *B. musculus* Comp. — *patachonica* Burm. (sydlige Atlanterhav) — *velifera* Cope (nordl. Stille Hav) — *antarctica* (Ny-Seland) — *Blythii* Anderson (Indiske Hav). [Loddehval, Rørhval, Sildehval, Sildepisker].
4. *B. Sibbaldii* Gr. (*gigas* Eschr., *latirostris* Flower, *carolinæ* Malm) — *intermedia* Burm. (sydl. Atl. Hav) — *sulfurea* Cope (Nordl. Stille Hav) — *major* (Ny-Seland) — *indica* Anderson (Indiske Hav). [Blaahval, Kæmpehval, Tunnolik, Steipireidir].

Hertil kan dog bemærkes, at, som Prof. Collett oplyste ved Naturforskermødet her i Kjøbenhavn i 1892, de norske Hvalfangere omtale endnu en femte Finhval, som de betragte som en Mellemform («Bastard») mellem *Balænoptera Sibbaldii* og *B. musculus*. Prof. Cope har i «Proceed. Academy of nat sc. Philadelphia» 1891 p. 474 leveret nogle Meddelelser om en Form, der ogsaa opfattes som en Mellemform mellem *B. Sibbaldii* og *B. musculus*, og for hvilken ikke mindre end to Navne haves til Raadighed (*B. Duguidii* Gray og *B. tectirostris* Cope), hvis det skulde vise sig, at der er Brug for dem. Muligheden for, at der gives en femte Finhval-Art i vore nordiske Have og maaske langt udenfor disse, kan derfor ikke afvises — saa meget mindre som der nu foreligger samstemmende Vidnesbyrd fra begge Sider af Atlanterhavet Saa bør det ogsaa erindres, at det endnu ikke er paa det rene, hvad det er for en Hval, som Grønlænderne benævne «Kiperkanak» eller «Keporkanak» (Holbøll i «Naturhist. Tidsskr.» (2) III. p. 308—10; Reinhardt i «Tillægget» til Rink's «Grønland» p. 10, Noten) — uden at det dermed skal være antydet, at der er særlig Sandsynlighed for, at det kunde være den omtalte Mellemform mellem «Blaahvalen» og «Loddehvalen».

vise, at der ved Siden af den i de sydlige Have forekommer et Par andre Arter af denne Slægt (*Megaptera Lalandii* og *M. indica*)[1]. Desværre kjender man ikke disse Formers Parasiter. Vise disse sig forskjellige fra vor «Knølhvals», vil efter min Mening disse Hvalers Artsselvstændighed være godtgjort; i modsat Fald er den mig i det mindste meget tvivlsom, uden at jeg dog turde tage en eventuel Overensstemmelse af deres Parasiter som absolut Bevis for det modsatte.

Hvad nu de egentlige Rethvaler angaar, da er vor «Nordhvals» eller «Grønlandshvals» (*Balæna mysticetus*) Identitet med de i den nordligste Del af Stille-Havet forekommende «Buehoveder» eller «Krumhoveder» («Bowheads») til Overflod ogsaa godtgjort ad denne Vej ved Identiteten af deres Parasiter (*Cyamus mysticeti*). Den «kaliforniske Graahval» (*Rhachianectes glaucus*) har jo ogsaa sin karakteristiske Hvallus (*Cyamus Scammonis*) og Cirriped (*Cryptolepas Rhachianectæ*)[2]. Efter at denne Hvals Skelet nu er kommet til «British Museum» forlyder den overraskende Efterretning, at den har vist sig at være nær beslægtet med, muligvis identisk med, en i nogle Dannelser i Sverrig og England funden, hidtil kun som subfossil kjendt Hval-Art, *Eschrichtius robustus*. Naar man erindrer Copes Beskrivelse af hans i øvrigt temmelig ubekjendte «Scrag-whale» (*Agaphelus*)[3] fra Nordamerikas Østkyst, der aabenbart ligesom «Graahvalen» er en Mellemform mellem «Rethval» og «Finhval» (muligvis identisk med den?), synes det ikke utænkeligt, at den fossile *Eschrichtius* endnu vil blive fundet levende i det nordlige Atlanterhav. — M. H. t. de andre «Rethvaler», Sydhvalerne (*Eubalæna*), som man har kaldt dem, skjønt nogle af dem have hjemme i de nordiske Have, eller «Svarthvalerne» («Black whales»), som de maaske nok saa godt kunde kaldes, har man saa meget mindre havt Tvivl om, at der maatte være Tale om forskjellige Arter, som der mellem de nordlige (*E. biscaiensis* og *E. japonica*) og de sydlige (*E. australis* og *E. antipodarum*) Formers Udbredningsbælter ligger et bredt varmt Havbælte — «et Bælte af Ild» — som de ikke overskride, og i hvilket de aldrig træffes, efter Maurys Undersøgelser. Mellem de 2 nordlige «Arter» danner det faste Land en geografisk Grænse af en anden Art, men mellem de to sydlige existerer der ingen, og man kunde deri se nogen Grund til at tvivle, om *E. antipodarum* og *E. australis* virkelig ere artsforskjellige. Da jeg selvfølgelig mangler Materiale til at have nogen selvstændig Mening

---

[1]) H. P. Gervais: Sur une nouvelle espèce de Megaptère (*Megaptera indica*) provenant du golfe persique (Nouv. Arch. du Muséum, t. X).

[2]) Ifølge Fischer en *Coronula*. Jfr. «Cétacés du sud-ouest de la France» (Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux t. 35 p. 53).

[3]) *Agaphelus* nævnes i øvrigt ikke i Copes Oversigt over Cetaceerne (American Naturalist. July 1890), og *Eschrichtius* identificeres der med *Cetotherium* Brandt, der ikke stilles i Nærheden af *Rhachianectes*.

om, hvad der er anført i Litteraturen til Støtte for de 4 Sydhvalers Artsforskjellighed, skal jeg ikke indlade mig paa denne Side af Sagen, men kun henvise til, at der i den seneste Tid atter synes at rejse sig en slig Tvivl, selv hos dem, der ere bedst i Stand til at dømme om denne Sag[1]), særligt om Artsforskjelligheden mellem *E. biscaiensis* og *E. australis*. Her er da et Punkt, hvor Kjendskabet til deres Hudsnyltere muligvis kunde faa Betydning. Jeg bestyrkes deri ved, hvad jeg nu skal anføre om en *Cyamus*-Art, hvis Vært hidtil har været saa godt som eller i Grunden ganske ukjendt.

2. «Paa hvilken Hvalart *Cyamus Kessleri* Brdt. lever, er fremdeles ubekjendt og vanskeligt at gjætte», skrev jeg i 1887. Wosnessensky havde i 1846 plukket den af en Hval paa Asiens yderste Østspids tæt ved Beringsstrædet, og der menes — uden at dette dog synes at være fuldt bevist — at denne Hval var den, som Aleuterne benævne «den lille Kulema». Det skulde endvidere være den, hvis af Aleuterne udskaarne Kontrafej er afbildet af Chamisso[2]), men som han i øvrigt benævner anderledes («Mangidach», som yngre «Mangidadach» — Navnet «Kulema» forekommer slet ikke hos Chamisso). Den omtales som opnaaende en Størrelse af c. 60 Fod, men der tillægges den kun Barder af halvanden Fods Længde («elasmia sesquipedalia, pro farcimine tantum utilia, nullius habentur pretii»). Jeg veed ikke, at man har forsøgt at bestemme denne Aleuternes «Mangidach» eller «Kulema» — forudsat, at dette er Benævnelser paa ét og det samme — og det vil naturligvis ogsaa have sin Vanskelighed, naar man er henvist til hvad derom foreligger i Literaturen[3]). Vel ere de af Chamisso publicerede træskaarne, aleutiske Figurer i Besiddelse af en vis Natur-Lighed, men denne har dog sin Grænse; de lide alle af visse gjennemgaaende Mangler, som man dog, fordi de gjentage sig, i Almindelighed har let ved at eliminere. Det er f. Ex. aabenbart, at Fig. I, II og IV i det nævnte Værk forestille *Balænoptera*-Arter, der maaske ville kunne bestemmes af Rygfinnens Form; at Fig. V er Pukkelhvalen (*Megaptera boops*) og Fig. VII Kaskelotten (*Physeter macrocephalus*), Fig. IX en *Orca* o. s. v. At «Mangidach»'en af de hidtil kjendte Former snarest vilde være en *Eubalæna*, derfor taler det forholdsvis lille Hoved, Mundspaltens ejendommelige Bøjning og Knuden ovenpaa Snuden[4]); mod denne Tydning den lille Pukkel paa Ryggen, som den

[1]) Jfr. f. Ex. W. H. Flower, List. of the specimens of Cetacea in the zoölogical department of the British Museum. 1885 p. 2 og 3. Jfr. ogsaa om dette Spørgsmaal Flowers og Lydekkers Udtalelser i «An introduction to the study of mammals, living and extinct. 1891.

[2]) Cetaceorum maris Kamtschatici imagines de Aleutis e ligno fictas adumbravit recensuitque Adalbertus de Chamisso, t. XVII fig. III.

[3]) Der vil ikke kunne tænkes paa «Graahvalen», som i øvrigt er Aleuterne vel bekjendt, af forskjellige Grunde, deriblandt den, at dens Snylter er vel bekjendt og meget forskjellig fra *Cyamus Kessleri*.

[4]) Man jævnføre f. Ex. Afbildningerne hos Holder «The Atlantic Right Whales» (Bull. of the American Museum of Natural History, Vol. I, 1883); hos Schlegel: Fauna Japonica, Mammalia, pl. 28; Capellinis og Gascos Afbildninger af den tarentinske Hval (Memorie dell' Academia di Bologna (3) VII og Atti d. R. Ac. di Napoli, VII, 1877), samt Monederos, copieret i «Ostéographie d. Cétacés».

i disse Have forekommende «Nordvesthval» (*Balæna v. Eubalæna japonica v. Sieboldii*) ligesaalidt har som nogen anden *Eubalæna*; dens Hvallus kjende vi desuden, og det er ganske andre Arter end den omtalte *C. Kessleri*, der altsaa hidtil har været hjemløs, hvis «Mangidach»'en eller «Kulema»'en ikke lader sig bestemme.

Nu tror jeg dog, at man tør vove en Gisning om, hvad det var for en Hval, hvorpaa *Cyamus Kessleri* er taget. Mere end en Gisning bliver det foreløbig ikke. Dr. Carl Aurivillius har i en lærerig Afhandling[1]) paavist, at i den nordiske Hvalfangsts Blomstringstid skjelnede de gamle Hvalfangere, som havde deres Standkvartér paa Spitsbergen, meget bestemt mellem «Vest-Isfisken» (ɔ: den ægte «Nordhval», *Balæna mysticetus*), der kom med Isen vestfra og gik bort med den igjen nordvestefter, og «Syd-Isfisken», der i strænge «Syd-Is-Vintre» kom med Isen øst- og sydfra til Havet vest for Spitsbergen og atter vendte hjem ad samme Vej den var kommet. Hvad der anføres som karakteristisk for denne Hvals Ydre er uheldigvis saa ubetydeligt, at det er fuldkommen forstaaeligt, at man ikke har villet anerkjende den som en fra «Nordhvalen» forskjellig Art[2]). Men den var dog mindre end Nordhvalen, dens Spæk dannede et tyndere Lag og var af en anden Beskaffenhed, og dens Maade at te sig paa var en anden; den var roligere, blidere, troskyldigere — hvad man dog vel ogsaa kunde forklare deraf, at den ikke i den Grad som «Nordhvalen» havde været udsat for Forfølgelse — og derfor lettere at harpunere (skjønt Harpunen ikke sad saa godt fast i den), mindre sky og mindre voldsom i sine Bevægelser. Denne «Syd-Isfisk» mener Dr. Aurivillius nu at gjenkjende i de nuværende Hvalfangeres «Bunchback»[3]), som de karakterisere i det væsentlige ved mindre Tranrigdom, ved en lav Pukkel paa Bagryggen, ved en noget anden Beliggenhed af Næseborene og ved mindre Størrelse; dette sidste og den mindre Rigdom paa Spæk stemmer jo i al Fald med, hvad der vides om «Syd-Isfisken». Den skal især træffes i det okotske Hav, og dèr var det ogsaa, at den middendorffske Expedition fandt et Kranium af en mindre Hval, som aabenbart var af en «Nordhval» i videre Betydning, men ikke af *Balæna mysticetus*, som jo i øvrigt ogsaa forekommer i de samme Have og, som før omtalt, er Hvalfangerne bekjendt under Navnet «Buehoved» eller «Krumhoved» («Bowhead»). Det angives, at denne (middendorffske) Hval kunde træffes i anselige Skarer, trækkende nordefter, i det okotske Hav, i Juli Maaned, men ogsaa nordligere i det saakaldte «Beauforts Hav». Dr. Aurivillius identificerer ydermere formodningsvis, men med stor Sandsynlighed,

---

[1]) Der Wal Swedenborgs (*Balæna Swedenborgii* Lilljeborg) nach einem Funde vom Diluvium Schwedens beurtheilt (Kgl. Sv. Vetensk. Akad. Handl. B. 23) 1888.

[2]) Jfr. Eschricht og Reinhardt, om Nordhvalen (*Balæna mysticetus* L.), navnlig med Hensyn til dens Udbredning i Fortiden og Nutiden og til dens ydre og indre Særkjender (K. D. Vid. Selsk. Skrifter (5) V, 1861) p. 462—63 (30—31).

[3]) Scammon, The marine Mammals of the northwestern coast of Northamerica, described and illustrated, together with an account of the American whalefishery. 1874, p. 61 og 56.

denne Hvalfangernes «Bunchback» og Zorgdragers «Syd-Isfisk» (Kleins «*Balæna glacialis* a) *australis*»)[1]) med en Hval-Art, som to Gange er funden som fossil (eller om man vil subfossil) i Sverrigs Glacialdannelser, og som har faaet Navnet *Balæna Swedenborgii* Lillj. Af de nye Oplysninger om Benbygningen af denne Hval (som hidtil havde været betragtet som uddød, forsaavidt som man ikke har havt den mistænkt for at falde sammen med «Nordkaperen»), fremgaar det endvidere, at den i det væsentlige var en «Ishval» eller «Nordhval» ligesom *B. mysticetus* — i Modsætning til «Nordkaperen» og andre saakaldte «Sydhvaler» — men at den dog i nogle Punkter og navnlig ved et mindre Hoved nærmede sig til disse. Naar man nu betænker, at «den lille Kulema» eller «Mangidach»'en er en *Balæna* (s. l.) med en lille Rygpukkel, der har hjemme i de selvsamme Egne som «den middendorffske Hval» og «Bunchback»'en, forekommer det mig, at man nok tør vove den Gisning, at merbemeldte «lille Kulema» er identisk med «the Bunchback» og med *Balæna Swedenborgii*, og at vi derfor kunne udstyre denne i H. t. sit Ydre endnu lidet kjendte Art med Snudeknuden, med den lille Rygpukkel og med den bagtil stærkt opadbøjede Mundspalte, som Aleuterne tillægge deres Hval — uagtet man paa Scammons Afbildning hverken seer noget til Snudeknuden eller til denne karakteristiske Bøjning af Mundspalten, en Omstændighed, som jeg indrømmer kan gjøres gjældende mod den af mig fremsatte Gisning — alt under den Forudsætning, at Chamissos Fig. III gjengiver, om end ufuldkomment, den Hval-Art, som husede *Cyamus Kessleri*. Denne hidtil hjemløse Art vilde da blive «Bunchback»'ens (*Balæna Swedenborgii*) hidtil ukjendte Snylter; thi at denne Hval-Art ogsaa maa have havt, eventuelt have, sin *Cyamus* ligesom dens nære Slægtninge til begge Sider, kan ikke betvivles. Selve denne Omstændighed — som Dr. Aurivillius ikke har lagt Mærke til — at der kjendes en slig hjemløs Hvallus-Art, som der saa passende kan anvises Plads paa en hidtil overseet *Balæna*-Art, synes i høj Grad at styrke Dr. Aurivillius's Paavisning af, at den Swedenborgske Hval er en selvstændig Art, og hans Formodning, at den er identisk med «the Bunchback». At den her antydede Sammenhæng er den rette, er dog, som sagt, endnu kun en Gisning. Det kunde dog vel snart vise sig, om den er rigtig, naar de i den nordlige Del af det stille Hav jagende Hvalfangeres Opmærksomhed blev henledet paa Ønskeligheden af at skaffe Skeletter af «Bunchback»'en og Exemplarer af dens Hudsnyltere, hvilket man skulde synes maatte være opnaaeligt. Hvorledes Grænserne mellem Underslægterne *Balæna* og *Eubalæna* skulle trækkes — om de overhovedet lade sig opretholde — naar denne *Balæna Swedenborgii* er bleven fuldstændigere bekjendt i H. t. sin Osteologi og sine ydre Karakterer, kan endnu ikke siges. Men bliver den foreløbig staaende indenfor Underslægten *Balæna*, vil denne jo komme til at omfatte 2 Arter, 1) den ægte «Ishval» eller «Nordhval» (*B. mysticetus*),

[1]) Historia Piscium naturalis (1740) p. 12.

der især tilhører den amerikanske Del af Ishavet, derunder indbefattet begge Sider af det nordlige Grønland indtil over mod Spitsbergen og den nordlige Del af det Stille Hav, derunder indbefattet det okotske Hav; og 2) *B. Swedenborgii*, som her — i det okotske Hav — mødes paa den ene Side med «Nordhvalen» og paa den anden Side med «Nordvesthvalen» (en «Sydhval»: *Balæna (Eubalæna) japonica v. Sieboldii*), men som i tidligere Tider vandrede saa langt mod Vest, at den kunde mødes med Nordhvalen ogsaa i Havet om Spitsbergen og i Istiden lægge sine Ben i de Have, af hvis Bund det nuværende Sverrige hævede sig. Muligheden af, at ogsaa «Nordhvalen» den Gang kan have strakt sig til de samme Egne eller til det nuværende Danmark, er ikke derved udelukket. Nogle i Sverrig fundne Hvalknogler ere i al Fald blevne henførte til den. At der var Rethvaler, som i sin Tid vandrede fra det østlige til det vestlige Ishav eller omvendt, saa at der var umiddelbare Familieforbindelser mellem disse Hvalskarers østlige og vestlige Afdeling, derfor har man uomstødelige Beviser i de europæiske Harpuner, som i sin Tid ere fundne i Rethvaler i den nordlige Del af det Stille Hav[1]). Man har uden videre henført dette interessante Fænomen til «Nordhvalen»; nu vil der være Anledning til at spørge, om det ikke tildels bedre kan henføres til *Balæna Swedenborgii*, der jo bevislig har vandret fra Beringsstrædet til Spitsbergen og omvendt og rimeligvis lettere vilde kunne strande paa forholdsvis sydlige Breder end *B. mysticetus*[2]).

3. For Europas Hvalfangere gik «Nordhvalen» længe i Fred — kun de norske Nybyggere paa Island og Grønland kjendte den — indtil Jagten efter den nordatlantiske «Sydhval» eller «Svarthval» bragte de baskiske Hvalfangere og deres Kaldsfæller af andre Nationaliteter i Berøring med den paa det sydligste Punkt af dens Forekomst, ved Nordamerikas Østkyst, St. Laurents-Bugten, i det 16de — muligvis allerede i det 14de — Aarhundrede[3]). I et sydligere og østligere Bælte var der derimod fra Arilds Tid drevet en betydelig Hvalfangst efter en anden Hval, der forekom — om Sommeren nordligere, om Vinteren sydligere — fra Island og det nordligste Norge til Spaniens Nordkyst og Portugals Vestkyst — ja vi tør vel sige til Bugten ved Cadiz, hvorfra Plinius kjendte den, og til Middelhavet, hvor Robert Guiscard ved Tarent fangede en Hval, hvori han gjenkjendte den ham fra Normandiets Kyster velbekjendte Hval-Art. Nordboerne kjendte den særdeles godt under Benævnelsen «Sletbag». Man har Efterretninger om

---

[1]) Jfr. Eschrichts og Reinhardts anf. Skrift S. 485—87 (53—55).

[2]) Jfr. Aurivillius's i modsat Retning gaaende Bemærkninger l. c. p. 46, Note 1.

[3]) Markham: «On the Whale Fishery of the Basque Provinces of Spain» (Proceed. Zool. Soc. London, 1881 p. 969—76). I begge sine Afhandlinger om Biscaja-Hvalen («Annales des sciences naturelles, Zool.» (5) XV, 1871 og i «Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux» (4) V, 1881 p. 41) angiver P. Fischer 1372 som det Aar, da Baskerne begyndte at søge «Sarden» under Newfoundland. (At det opgivne Aarstal ikke er en Trykfejl eller Skrivefejl for f. Ex. 1572, veed jeg af Brevvexling med Forfatteren.)

Hvalfangst fra Nederlandenes og Normandiets Kyst[1]) allerede fra det 9de Aarhundrede, og det er utvivlsomt, at der har været fanget Hval ved eller udenfor det nordlige Norges Kyster i det samme Aarhundrede[2]); fra Spaniens Kyst har man Efterretninger om dens Fangst fra 1150. Da den begyndte at blive sjældnere i den biskaiske Havbugt[3]) (hvor Fangsten omsider standsede helt i Midten af det 17de Aarhundrede), forlagde de baskiske Hvalfangere fra Midten af det 16de Aarhundrede (eller som anført maaske allerede tidligere) Skuepladsen for Fangsten til Newfoundland. Her fik den Navn af «Sarden», medens den senere af de hollandske og nordtydske Hvalfangere fik Navn af «Nordkaperen» efter den Egn, hvor de havde bedst Udsigt til at træffe den, og Grønlænderne, naar den en Gang imellem viste sig i Davisstrædet eller Baffinsbugten[4]), benævnede den «Østerbygdsfisken», hvorved de tilkjendegav, at de meget godt skjelnede den fra «Nordhvalen». Efterhaanden døde denne Fangst dog hen, dels vistnok fordi denne Hval var bleven overmaade sjælden, dels fordi Jagten efter «Nordhvalen» gav et bedre Udbytte. Endnu i 1770—80 fangede nordamerikanske Hvalfangere nu og da «Nordkapere» i Faxe- og Bredebugten ved Island, og omtrent paa samme Tid fangede en dansk Hvalfanger en saadan Hval «mellem Island og Newfoundland». Men saa var den «en Saga blott», saa at den enten betragtedes som udryddet, eller Efterretningerne om den bleve i den Grad miskjendte, at man (Scoresby, Cuvier) som bekjendt slog den sammen med «Nordhvalen», fra hvilken den er «toto coelo diversa» saavel i zoologisk Henseende som især i geografisk Udbredning. Hverken ved Europas eller ved Nordamerikas Kyster vidste man i vore Dage — selv om Graëlls skulde have Ret i, at den i al denne Tid stadig har vist sig ved den spanske Kyst og været Fiskerne dèr vel bekjendt — i al Fald med denne ene Undtagelse i videnskabelige Kredse noget om dens Tilværelse, førend et Exemplar viste sig i 1854 udfor Pampelona, ledsaget af 2 Unger, af hvilke den ene blev dræbt og nu opbevares hos os som Skelet; 1877 blev der atter, ligesom for Aarhundreder siden, fanget en i Middelhavet ved Tarent, i 1878 igjen en i Nærheden af San Sebastian, og i 1880 viste sig to ved Algier, af hvilke den ene blev fanget[5]). Omtrent paa samme Tid viste den sig igjen ved Nord-Amerikas Østkyst og gav Anledning til, at Hvalfangsten gjenoptoges dèr, i al Fald i det smaa, og i de allersidste Aar har den atter vist sig ved Island i ikke ubetydeligt

---

[1]) Joh. Steenstrup: Normannerne. I, p. 187.

[2]) Jfr. Japetus Steenstrup: «Nogle Bemærkninger om Ottar's Beretning til Kong Alfred om Hvalros- og Hvalfangst i Nordhavet paa hans Tid». (1889. Historisk Tidsskr. (6) II p. 107 (15).)

[3]) Graëlls har søgt at vise, at dette ikke kan have været Grunden, da den efter hans Undersøgelser vedblev at være lige saa hyppig ved Spaniens Kyst i al den Tid, da Fangsten her var standset, som tidligere. («Las Ballenas en las costas oceánicas de España, noticias recogidas e investigaciones hechas»: Mem. de la R. Acad. de Ciencias físicas y naturales, XIII, 3, 1889.)

[4]) Jfr. Eschrichts og Reinhardts ovennævnte Afhandling S. 456—57 (24—25).

[5]) Pouchet et Beauregard. Comptes rendus de l'académie, 7/12, 91.

Antal; der skal i 1891 dèr være fanget og dræbt ikke mindre end 11[1]). Helt forsvunden havde den dog, som det senere er bleven oplyst, ikke været fra Midten af det 17de til Midten af det 19de Aarhundrede, ved Frankrigs Vestkyst og ved Spaniens Nordkyst. Den er iagttaget dèr — stadigt om Vinteren — 1680, 1764, 1811, 1840, 1850, 1852 og 1853[2]). Ved Shetland skal der være fanget eller seet «Rethvaler» i 1852, 1866 og 1872[3]). De «Rethvaler» («Baleines franches»), som ere blevne fangne eller sete ved Azorerne, ved Nord-Afrikas Kyst[4]) eller ved det grønne Forbjergs Øer[5]), maa uden Tvivl ogsaa tydes som Nordkapere. Dens Udbredning berører altsaa rimeligvis det varme Havbælte, selv om den ikke overskrider dets Grænse betydeligt, hvilket m. H. t. Spørgsmaalet om Identiteten af *B. biscaiensis* og *B. australis* er et ikke uvæsentligt Moment.

I mit første Tillæg til min Afhandling om Hvallusene er det berørt, at nogle mig til Undersøgelse sendte Exemplarer af Hvallus fra den i 1877 i Middelhavet strandede «Sarde» («*B. tarentina*» ɔ: *B. biscaiensis*) havde vist sig at tilhøre Arten *Cyamus ovalis*, den velbekjendte Snylter paa de sydlige Haves (*B. australis* og *B. antipodarum*) og det nordlige Stille Havs «Svarthvaler» («Blackwhales», som Nordamerikanerne pleje at kalde dem) (*B. japonica v. Sieboldii*). At Nordkaperen husede en *Cyamus*, det vidste man vel siden 1854, men hvilken det var, vidste man ikke, og Resultatet var derfor noget overraskende for mig (der tog Artsforskjelligheden mellem «Nordkaperen» og den ægte «Sydhval» for noget givet og ubestrideligt), uagtet det jo var mig velbekjendt, at baade *C. ovalis* og *C. gracilis* forekom baade paa *B. australis*, paa *B. antipodarum* og paa *B. japonica*[6]). Det omhandlede Faktum er imidlertid nu bleven yderligere bekræftet ved nogle Hudstykker af islandske «Nordkapere», som jeg har modtaget fra Prof. Guldberg i Kristiania og — tilligemed Skelettet af denne Hval — af Kaptejn Laurits Berg, Bestyrer af et Hvalfanger-Etablissement i Dyrefjord paa Island. De ere tæt besatte med *Cyamus ovalis* af begge Kjøn og af alle Aldere. Kun faa af dem have naaet den Størrelse (14^{mm} Længde, Hannerne), som de største af mig tidligere beskrevne og afbildede, og de gjøre derfor ogsaa gjennemgaaende Indtrykket af at have noget mindre lange Gjæller; men det er ogsaa det eneste, som der er Anledning til at bemærke. Paa Exemplarer af 8^{mm}'s Længde naa

---

[1]) Efter Brev fra Kapt. L. Berg i Dyrefjord af $^{6}/_{6}$, 92 var der til Dato endnu ingen fanget ved Island i 1892.

[2]) P. Fischer i de ovenfor citerede Afhandlinger.

[3]) G. Guldberg, Christiania Videnskabs-Selskabs Forhandl. 1891 S. 5 (efter Southwell). (Samme Forfatters «Zur Kenntnisz des Nordkapers (*Eubalæna biscayensis* Eschr.)» (Zoolog. Jahrbücher. VII. 1893) er under denne Afhandlings Trykning kommet mig i Hænde.)

[4]) Decbr. 1888, 23° 10 N. B. og 16° 6 V. L. ifølge Brev af $^{25}/_{4}$, 89 fra Hr. F. A. Chaves (S. Miguel, Azorerne)

[5]) P. Fischer l. c. p. 32 (Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux).

[6]) Se derom mine «Bidrag til Kundskab om Arterne af Slægten *Cyamus* Latr. eller Hvallusene» (Kgl. D. Videnskab. Selsk. Skrifter (5) X) 1873.

de forreste Gjæller lidt ud paa Hovedet eller paa andet Benpars Haand, højst til Enden af denne; hos yngre (6—8^{mm}) kun til Hovedet eller knap saa langt, og hos de mindre af disse er Indergrenen af Gjællen kun antydet. Hos endnu mindre ere Gjællerne korte og enkelte, der sees intet til «Bigjællerne», Kjønnet kan heller ikke skjelnes, o. s. v. Derimod sees der paa de foreliggende Hudstykker mærkeligt nok intet til *C. gracilis*, som hos de 2 eller 3 andre ovennævnte Former af «Svarthvaler» (*Eubalæna*) forekommer sammen med *C. ovalis*. Til Gjengjæld fandtes der i Sendingen 7 Exemplarer af den anseelige og meget karakteristiske *C. erraticus*, der hidtil kun er kjendt fra *B. (Eubalæna) australis*[1]). Den for denne Art betegnende rødlige Farve var endnu kjendelig, og Kapt. Berg meddeler mig, at han «tog dem paa forskjellige Steder af Huden; de springe nemlig overalt paa denne». Resultatet er altsaa et ganske lignende som for disse Hvalers Hudgæster af Cirripediernes Orden: Vi kjende *Coronula balænaris* og *Tubicinella balænaris* fra alle 3 eller 4 «Arter» af «Svarthvaler», og af disses sydlige Formers 3 Hudsnyltere kjende vi *Cyamus ovalis* og *gracilis* fra det nordlige Stille Havs Rethval og *C. ovalis* og *C. erraticus* fra det nordlige Atlanterhavs. Den Mulighed, at Overensstemmelsen kan vise sig endnu større, d. v. s. at *C. gracilis* ogsaa kan findes paa *B. biscaiensis*, *C. erraticus* paa *B. japonica*, er jo ikke udelukket, fordi derom endnu intet er bekjendt. Jeg skylder dog at bemærke, at de «Skaldyr» (*Coronula, Tubicinella*), som ellers ere iagttagne ofte nok hos «Sarden» (Nordkaperen) og andre «Svarthvaler», endnu ikke ere paaviste hos de ved Island i de sidste Aar fangne «Nordkapere». Mit Haab om at se dette nærmere oplyst, inden denne Afhandling udkom, er desværre bleven skuffet derved, at ingen Nordkapere ere blevne fangne ved Dyrefjord i 1892. Der kan da opstaa det Spørgsmaal, om disse «Hvalkopper» virkelig altid, som man har antaget, ere at finde paa denne Hval, eller om de ogsaa kunne mangle dèr, og jeg skal da bemærke, at paa den i 1882 ved New Jersey fangede «Svarthval» var der kun nogle faa paa Underkjæven[2]). Men under alle Omstændigheder turde denne Overensstemmelse i Hudsnyltere og Hudgjæster medføre, at naar vi nu atter staa lige over for Valget imellem at antage, enten at de samme Arter af disse Krebsdyr kunne bebo 3 eller 4 nærbeslægtede Arter af Hvaldyr, eller at disse 3 eller 4 Former af «Svarthvaler» i Virkeligheden ere samme Art — næppe nok forskjellige Racer af samme Art — da kan dette Spørgsmaal om disse «Svarthvalers» eller *Eubalæna*-Formers Artsidentitet ikke paa Forhaand afvises med Henvisning til deres delvise geografiske Afspærring fra hinanden. Bliver deres Identitet det endelige Resultat, vilde Forklaringen muligvis kunne søges i, at

[1]) Naar jeg tidligere har betegnet det som aldeles uhjemlet, at *Cyamus erraticus* er optaget i et engelsk faunistisk Værk som engelsk (White: British Crustacea), maa jeg nu tage dette tilbage. Er *B. biscaiensis* bleven fanget eller seet ved Englands Kyster, kunne dens Snyltere med Ret opføres som engelske; men der foreligger rigtignok ingen Dokumentation derfor.

[2]) Holder l. c. p. 106.

denne geografiske Adskillelse ikke fandt Sted i et tidligere Afsnit af vor Jordperiode (Istiden). Da levede, kunde jeg tænke mig, Svarthvalen i et bredere og mere ækvatorialt Bælte med et mere tempereret Klima end nu, og derfra er den, da det blev varmere, vandret dels mod Nord og dels mod Syd og har saaledes grundlagt de 3 nu isolerede Stammer, som man har skjelnet som særskilte Arter[1]). Nu, da der existerer Skeletter af dem alle 3 i flere af Europas Museer, vil Spørgsmaalet paa ny kunne optages til Drøftelse med behørigt Hensyn til de Erfaringer, man efterhaanden maatte have gjort om den osteologiske Variation hos slige Kæmpedyr.

4. Kaskelottens saa længe efterspurgte Hudsnylter er nu gjenfundet af Professor Pouchet — som har givet den Navn af *Cyamus physeteris* — paa Kaskelotter, der fangedes ved Azorerne[2]). Det er ikke en *Platycyamus* — som man maaske kunde formodet paa Grund af Kaskelottens Slægtskab med Døglingen — men en ægte *Cyamus*. Men den vil dog, især paa Grund af sine Gjællers ejendommelige Beskaffenhed indtage en Særstilling i denne Slægt. Istedenfor en enkelt eller dobbelt Gjælle bære nemlig de to fodløse Kropringe hos udvoxne Individer paa hver Side et helt Knippe af c. 12 traaddannede, korte og tynde Gjæller. Hos de mindste Unger findes kun en, hos noget større 4 eller 6 o. s. v. af ulige Størrelse, skydende frem efterhaanden ved Grunden af den første. Til Bigjæller ses intet, og der synes ikke at være nogen Forskjel paa Gjælletraadenes Længde hos de to Kjøn. De to gjællebærende og fodløse Kropringe ere paafaldende smalle, ikke eller kun lidet bredere end anden Kropring, følgelig betydelig smallere end de to følgende, saaledes at Legemets største Brede falder over 5te Kropring. Hver af de tre sidste Kropringe er paa Undersiden udrustet med en Torn; ligeledes det tredje Led paa de tre sidste Benpar, der, i Sammenligning med andre Hvallus-Arter, udmærke sig ved deres Smækkerhed, særligt det næstsidste Led og det sidste, der danner en lang, stærkt krummet eller krogdannet Klo. Andet Benpar er ligeledes, i Sammenligning med andre Hvallus, smækkert; dets «Haand» (næstsidste Led) løber hos Hunnen ud i to spidse Torne; det sidste Led er en stærkt krummet Klo. Hos Hannen er Haandens nedre Torn mindre udpræget. Første Benpars «Haand» bærer derimod hos Hannen en karakteristisk Dobbeltknude, mellem hvis to Afdelinger Kloens Spids passer ind. Antennerne ere korte.

---

[1]) 1) *B. (Eubalæna) biscaiensis* = *cisarctica, tarentina, glacialis* (p. p.); 2) *B. (E.) japonica* = *Sieboldii*; 3) *B. (E.) australis* = *antipodarum*.

[2]) G. Pouchet: «Sur un nouveau *Cyamus*, parasite du Cachalot (Comptes rendus de l'académie des sciences, 28 Oct. 1888) og «Contribution à l'histoire des Cyames» (Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux, 1892, p. 99—108, pl. VI—VIII). M. H. t. forskjellige Enkeltheder i Hvallusenes Bygning henvises i øvrigt til denne Afhandling saa vel som til Dr. P. Mayers «Nachtrag zu den Caprelliden» (Fauna und Flora des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeres-Abschnitte, herausgegeben von der zoologisshen Station zu Neapel. XVII. Monographie. 1890), Afsnittet om Cyamidernes Morphologie (S. 146—58).

Hos Ungerne i Æggeposerne ere Benene kortere, alle Kropleddene smalle, Gjællerne tildels endnu korte, kun 4—6 i Antal, som ovenfor anført.

Disse Bemærkninger og de denne Afhandling ledsagende Afbildninger, hvilke jeg skylder Hr. Dr. H. I. Hansens Velvillie og Kunstfærdighed, ere affattede efter Exemplarer, som jeg dels skylder Prof. Pouchet, dels Hr. Francisco Alphonso Chaves, Bestyrer af «Museu Municipal» i Ponta Delgada, San Miguel, Azorerne. Skjønt Prof. Pouchets Afbildninger i og for sig ere tilstrækkelig oplysende, har jeg ønsket at kunne afbilde ogsaa denne Art, for at der i mine samlede «Bidrag til Kundskab om Hvallusene» kunde findes Fremstillinger af alle kjendte Arter. En Diagnose kunde vel affattes saaledes:

Cyamus physeteris Pouch. Corpus gracile; annuli intermedii (tertius et quartus) branchiferi angusti, quintus et sextus fere duplo latiores, ut quartus subtus utrinque spina armati; branchiæ filiformes, breves, numerosæ (c. 12 in adultis) utrinque in annulis branchiferis; branchiæ accessoriæ nullæ; antennæ breves; pedes posteriores (V—VII) graciles unguibus gracilibus incurvis armati; articuli antepænultimi postice spina armati; pedes secundi paris quoque graciles, ungue incurva, manu (articulo pænultimo) in feminis præcipue distincte bispinosa; manus pedum primi paris in maribus bituberculata. Long. 8—10^{mm}.

Det synes imidlertid, at Kaskelotten huser eller kan huse en anden Hvallus-Form, der synes at være identisk med eller kun lidet forskjellig fra *C. boopis*. Den omtales af Pouchet, og jeg har Exemplarer af den, som jeg skylder D'Hrr. Pouchet og Chaves. Fra *C. boopis* synes den kun at være forskjellig ved sin Lidenhed (Hannen 6$^1/_2{}^{mm}$, Hunnen 5^{mm}), hvorfor Pouchet betegner den som *C. boopis* var. *physeteris*. Jeg har ikke ganske kunnet undertrykke nogen Tvivl, om der ikke her skulde foreligge en Forvexling eller Fejltagelse af en eller anden Art, men Hr. Chaves forsikrer mig, at der ingen Tvivl kan være om, at de virkelig hidrøre fra en Kaskelot. Kaptejn Santos, Føreren af Hvalfanger-Skibet «Adelaide», havde taget dem paa en Kaskelot, der var fanget Nord for Øen Flores; han havde slet ikke fanget nogen Pukkelhval paa dette Togt, og det var sket paa en Aarstid, da Pukkelhvaler overhovedet ikke findes i disse Farvande, men ere dragne længere sydpaa. Jeg skal dog i Anledning heraf minde om, at den Form, som jeg tidligere beskrev og afbildede som «*C. pacificus*», men om hvis Selvstændighed jeg stadig nærede Tvivl, og som jeg senere mente at kunne identificere med *C. suffusus* Dall og med *C. boopis* m., var grundet paa Exemplarer fra Hvaler — uden at der forelaa Oplysning om hvilke — der vare fangne forskjellige Steder i det Stille Hav. Muligvis have ogsaa de været tagne af Kaskelotter og ikke af Pukkelhvaler? Men de vare rigtignok større (9 og 7^{mm}) end den formentlige Afart af *C. boopis* paa Pothvalen. Der er altsaa endnu med H. t. dennes Hudsnyltere et vigtigt Forhold at undersøge. Stadfæster det sig, at *C. boopis* — eller en mindre Afart af denne — lever paa Kaskelotten, vil det være den første

sikre Undtagelse fra den Regel, at *Cyamus*-Arterne ere bundne til bestemte Arter af Hvaldyr [1]).

I det jeg henviser til, hvad jeg tidligere har bemærket om Muligheden af fremdeles at kunne finde andre Hvallus paa forskjellige Hvaler — Ziphioiderne, Dværg-kaskelotten (*Kogia*), Hvidfiske (*Beluga*), Dværg-Grindehvalen (*Grampus*), Dværg-Bardehvalen (*Neobalæna*) —, hos hvilke de endnu ikke ere kjendte, men hos hvilke man kunde have nogen, om end maaskee kun svag, Grund til at formode dem paa Grund af deres Slægtskab med «lusede» Hvaldyr, skal jeg endnu kun igjen henlede Opmærksomheden paa Muligheden af at finde lignende Snyltedyr paa Søkoerne (Manaterne og Dygongen), der kunde kaste Lys over den gaadefulde «*Sirenocyamus Rhytinæ*». Der kjendes jo Cirripedier paa Søkøer, hvorfor da ikke Cyamider?

Tavlen meddeler Dr. Hansens forstørrede Afbildninger af Hannen og Hunnen af *Cyamus physeteris* Pouch. samt Detailfremstillinger af 1ste og 2det Benpar hos begge Kjøn. Endvidere Dele af Unger paa 2,06 og 2,72^{mm} Længde samt af den rudimentære Haledel hos en voxen Hun, set ovenfra og nedenfra.

Jeg benytter denne Lejlighed til at rette nogle Trykfejl i mit første «Tillæg til Kundskab om Hvallusene».

S. 317 (3 L. 9: *Sibboldii* l. *Sieboldii*.
S. 318 (4) L 4: *posterioribus* l. *anterioribus*.
S. 319 (5) L. 1 f. n.: 274 l. 244.
S. 320 (6) L. 10: efter «Spirhaj» tilføjes: [1]), som Henvisning til Note 1.

---

[1]) Jeg skal dog i denne Anledning anføre, at Prof. d'Arcy W. Thompson har sendt mig en Narhval-Lus (*Cyamus monodontis*) med den aldeles bestemte Angivelse, at den var af en Hvidfisk (*Beluga*) og hjembragt i 1892 af hans Assistent, Hr. Alexander Rodger. Og Prof. Barrois har sendt mig en Grindehvalsnylter (*C. globicipitis*) med den lige saa bestemte Angivelse, at den var taget paa en *Delphinus delphis* af Præparatøren ved Museet i Ponta Delgada (S. Miguel, Azorerne). Disse Tilfælde unddrage sig selvfølgelig min Kritik, om end ikke mine Tvivl; men det er i al Fald isolerede Erfaringer.

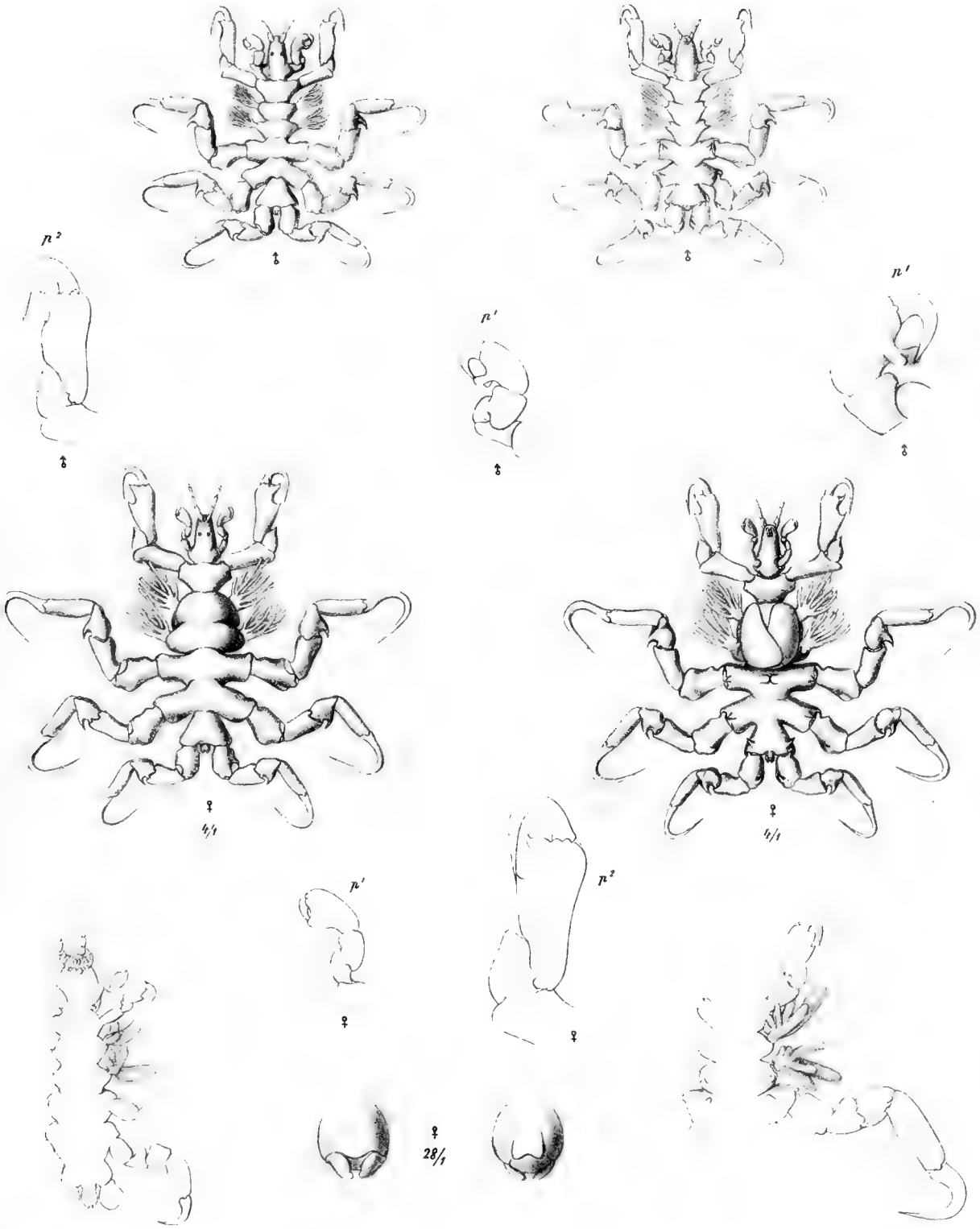
Résumé.

1. Introduction.

2. Si, comme le pense M. Aurivillius, le *Balæna Swedenborgii*, connu auparavant seulement comme fossile, vit encore et qu'il soit identique avec le «Syd-Isfisk» des anciens baleiniers et avec le «Bunchback» des baleiniers modernes, on peut supposer avec grande probabilité que le *Cyamus Kessleri* Brdt., sur l'habitat duquel on n'avait jusqu'ici que l'indication trop vague qu'il avait été pris sur «le petit Kulema» ou «Mangidach» des Aléoutes, vit réellement en parasite sur la vraie Baleine nommée ci-dessus, qui constitue une espèce distincte du *B. mysticetus*, s'approchant sous quelques rapports des Eubaleines.

3. La pêche réitérée du «Nordkaper» ou «Sarde» (*Balæna* ou *Eubalæna biscaiensis*) dans les mers du nord, surtout près d'Islande, a fourni la preuve que cette espèce porte non seulement le *Cyamus ovalis*, mais aussi le *C. erraticus*. Comme on sait que ces deux espèces habitent aussi avec le *C. gracilis* sur le *Balæna australis*, que les *C. ovalis* et *gracilis* tourmentent également le *B. japonica (Sieboldii)* et le *B. antipodarum*, et que la peau de ces trois ou quatre espèces prétendues d'Eubaleines est encore le siège du *Coronula* et du *Tubicinella balænaris*, les doutes qui se sont élevés dernièrement concernant la distinction spécifique de ces prétendues espèces géographiques, paraissent gagner en force.

4. Description et diagnose (en latin) du *Cyamus physeteris* Pouch. du Cachalot nouvellement découvert, accompagnées d'une planche représentant le mâle, la femelle, des jeunes, etc. Mention est faite aussi du *Cyamus boopis* var. *physeteris*, trouvé également selon les indications du baleinier sur un Cachalot.



Cyamus physeteris Pouch. ♂ ♀

Reaktionshastigheden ved Methylætherdannelsen.

Af

Emil Petersen.

D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr., 6. Række, naturvidenskabelig og mathematisk Afd. VII. 10.

Kjøbenhavn.

Bianco Lunos Kgl. Hof-Bogtrykkeri (F. Dreyer).

1894.

Indhold.

Indledning.

Spørgsmaalet om Syrernes relative Styrke hører til de i Kemien tidligst rejste. Det er imidlertid først i den nyere Tid, at det er lykkedes at finde Methoder, ved hvilke man har kunnet maale Forholdet nøjagtigt og udtrykke det ved bestemte Talværdier. Den første Løsning af denne Opgave skyldes J. Thomsen[1]), idet han ad thermokemisk Vej bestemte det Forhold, hvori to Syrer dele en Base i vandig Opløsning, og derved erholdt et Maal for, hvad han benævnede Syrernes «Aviditet». Senere genoptog navnlig W. Ostwald disse Bestræbelser, idet han ad forskellige Veje søgte at bestemme Syrernes relative Styrke, nemlig dels ad volumkemisk Vej[2]), dels ved Hjælp af Lysbrydningsevnen[3]), hvorved — paa en enkelt Undtagelse nær — fandtes Tal, der stemte udmærket overens med de af Thomsen fundne, dels paa forskellig Maade ved Hjælp af den af Guldberg og Waage formulerede Theori for den kemiske Massevirkning. Saaledes undersøgte han Indvirkningen af Syrernes Opløsninger paa i Vand uopløselige Salte[4]); endvidere Omdannelsen af Acetamid til Eddikesyre og Ammoniak, Dekompositionen af Methylacetat[5]) og Inversionen af Rørsukker[6]) under Indvirkning af forskellige Syrer. Ved disse Forsøg bestemtes Forholdet mellem de for de enkelte Syrer ejendommelige Konstanter i Guldberg-Waages Ligning, Syrernes Hastighedskonstanter eller Reaktionskoefficienter, hvilket Forhold skulde være lig med Kvadratroden af Forholdet mellem Delingskoefficienterne eller Aviditeten i de førstnævnte Forsøg[7]).

---

[1]) Poggendorffs Annalen **91**, p. 95 (1854); **138**, p. 65 og 497 (1869); Therm. Unters. I. p. 97 ff.

[2]) Pogg. Ergänz. **154** (1876); Journal für praktische Chemie [2], **16**, p. 385 og 408 [1877]; [2], **18**, p. 328 (1878).

[3]) Journ. prakt. Ch. [2], **18**, p. 342 (1878).

[4]) Ibid. [2], **19**, p. 470 (1879); [2] **22**, p. 251 og 517 (1880); [2], **28**, p. 494 (1883); [2], **29**, p. 49 og 52.

[5]) Ibid. [2], **28**, p. 449 (1883).

[6]) Ibid. [2], **29**, p. 385 (1884).

[7]) Ogsaa andre Methoder ere i enkelte Tilfælde bragte i Anvendelse; de anføres her for Fuldstændigheds Skyld. Müller (Pogg. Ergänz. **6**, p. 123 (1873)) bestemte kolorimetrisk Forholdet mellem Saltsyre og Svovlsyre ved Dekomposition af Ferriacetat; Settegast (Wied. Ann. **7**, p. 242 (1879))

Det har nu vist sig, at der imellem de ved disse forskellige Forsøg bestemte, relative Reaktions- eller (som de senere benævnedes) Affinitetskonstanter i det hele og store er saa god en Overensstemmelse, at man maa antage, at Syrerne i fortyndet vandig Opløsning udøve deres forskellige Virkninger med en Styrke, der maales ved én og samme, for hver Syre ejendommelig Koefficient. De Undtagelser herfra, som Forsøgene frembyde, kunne tvangløst forklares dels ved de forskellige Forsøgsomstændigheder — Variation af Temperatur og Koncentration — dels for enkelte Methoder ved Indflydelsen af Sidereaktioner, der vanskeligt kunne beregnes.

En betydelig forøget Interesse erholdt disse Forsøgsresultater, da det viste sig, at der mellem Reaktionsevnen og Syrernes Ledningsevne for den elektriske Strøm i fortyndet vandig Opløsning findes en gennemgaaende Parallelismus[1], der i mange Tilfælde stiger til fuldstændig Proportionalitet[2]. Vel voxer «den molekulære Ledningsevne» betydeligt med Fortyndingen; men at det samme er Tilfældet med Reaktionsevnen og det meget nær i samme Grad, blev snart efter paavist for adskillige Syrer[3]. Under Forudsætning af denne Proportionalitets almindelige Gyldighed erholdtes derved gennem Maaling af Ledningsevnen en almindelig og særdeles bekvem og nøjagtig Methode til Bestemmelse af Syrernes relative Styrke, en Methode, der snart i udstrakt Grad blev benyttet af Ostwald[4], og senere af andre. Det lykkedes Ostwald at finde en Formel, der gav et nøjagtigt Udtryk for Forandringen af den molekulære Ledningsevne med Koncentrationen[5], i alt Fald for fortyndede Opløsninger af énbasiske, organiske Syrer, for hvilke Formlen er bleven bekræftet i et meget stort Antal af Tilfælde, og det blev derved muligt at finde et af Koncentrationen uafhængigt Maal for disse Syrers relative Affinitet.

Til disse vægtige Bidrag til Belysning af Syrernes Forhold i vandig Opløsning føjedes snart efter et tredje Forhold. Af Undersøgelserne over Frysepunktsdepressionen og over Dampspændingsformindskelsen i Opløsninger fremgik det, at Syrerne (ligesom Salte og Metalhydroxyder) i vandig Opløsning ikke udøve de nævnte Virkninger i samme Grad som indifferente, organiske Stoffer og ej heller i samme Grad som Syrerne selv opløste i forskellige andre Vædsker, idet Depressionen af Frysepunktet og Formindskelsen af Dampspændingen for samme molekulære Mængde er større end for andre Stoffer, for

---

Dekompositionen af nevtralt Kaliumkromat med Syrer, hvis Grad bestemtes fotometrisk; Jellet (Trans. Roy. Irish. Akad. **25**, 371, cit. fr. Ostwalds Lehrbuch d. allgemeinen Ch. II (1887) p. 771) anvendte Drejningen af Polarisationsplanet og endelig Wiedemann (Wied. Ann. **5**, p. 45 (1878)) de magnetiske Forhold.

[1]) Se først Arrhenius: Bihang till K. Sv. Vet. Akad. Handl. 8, No. 13 og 14 (1884).

[2]) Journ. prakt. Ch. [2], **30**, p. 93 (1884).

[3]) Ibid. [2], **31**, p. 307 (1885).

[4]) Ibid., Aargange 1884—1886; Zeitschr. f. phys. Ch., Bd. I, II og III.

[5]) Zeitschr. f. phys. Ch., Bd. II, p. 36.

hvilke den som bekendt fandtes konstant for samme Opløsningsmiddel, og ligeledes større end for Syrerne i andre Opløsningsmidler, for hvilke den for andre Stoffer er uafhængig af det opløste Stof. Afvigelsen fandtes at være størst for de stærkeste Syrer og at aftage med Syrernes Reaktionsevne, medens den som denne voxede med Fortyndingen, saa at ogsaa disse Forhold i Rækken af Syrerne forløbe ganske parallelt.

Om nogen Proportionalitet kan der her ikke være Tale uden nærmere hypothetisk Antagelse af Aarsagen til Parallelismen. Som bekendt er en Hypothese til ensartet Forklaring af de tre nævnte, forskellige, men parallelt forløbende Forhold fremsat under Navn af «den elektrolytiske Dissociationstheori». Denne Hypothese er endnu ikke naaet til almindelig Anerkendelse. Derimod maa det vistnok antages, at følgende Slutninger, der ikke have andre theoretiske Forudsætninger end Gyldigheden af Guldberg-Waages Theori, men forøvrigt kun ere et Udtryk for de ved Forsøgene vundne Resultater, ikke ville møde Modsigelse:

1) Syrernes Virkningsevne i vandig Opløsning bestemmes af en for hver Syre specifik Konstant, Reaktions- eller Hastighedskoefficienten, der er uafhængig af Reaktionens Art.

2) Reaktionskoefficienten og den molekulære Ledningsevne ere — for fortyndede Opløsninger af énbasiske Syrer — proportionale for samme Koncentration.

3) Begge Forhold have derfor sandsynligvis samme Aarsag, der maa søges i Syrernes ejendommelige molekulære Tilstand i vandig Opløsning, saaledes som denne giver sig tilkende ved Frysepunkts- og Dampspændingsanomalierne. —

Forsaavidt som det maaske kunde synes, at Udtrykket «molekulær Tilstand» kunde involvere en hypothetisk Antagelse, bemærkes følgende. Begrebet «Molekyle» var indtil for kort Tid siden strengt taget indskrænket til Stofferne i luftformig Tilstand. Borttager man fra Begrebet alt hypothetisk Indhold, bliver det simpelthen et andet Udtryk for Damptætheden: «ét Grammolekyle» bliver Benævnelsen paa den Vægtmængde af en Luftart, der indtager samme Rumfang som 32 Gr. Ilt. Giver man Begrebet større Udstrækning, kan det kun ske ved at indføre en hypothetisk Antagelse: Atom- og Molekulartheorien, og kun ved denne var det muligt ved en Analogislutning, hvis Berettigelse naturligvis var ubevislig, om end ikke usandsynlig, at anvende Begrebet paa Vædsker og faste Legemer; de theoretiske Slutninger om disses molekulære Beskaffenhed havde derfor altid en ringere Værdi end de for Luftarternes Vedkommende gældende. Ved Undersøgelserne af Frysepunkts- og Dampspændingsforholdene for Opløsninger er det imidlertid bleven muligt ogsaa for Stofferne i opløst Tilstand at anvende Begrebet Molekyle som blot Definition, uden al hypothetisk Betydning. Et Grammolekyle af et Stof er da den Vægtmængde, der f. Ex. i 1 Kgr. Vand frembringer en Frysepunktsdepression af 1°,89 C., i 1 Kgr. Æther forhøjer Kogepunktet 2°,11 C., fordi disse Virkninger i det langt overvejende Antal af Tilfælde frembringes af

den Mængde, der i luftformig Tilstand vilde indtage samme Rumfang som 32 Gr. Ilt. Denne Definition er vel paa Grund af Methodernes Ufuldkommenhed mindre exakt, men er i Princippet ligesaa berettiget for opløste Stoffer, som den tidligere for Luftarter.

At Syrerne i Æther ere i normal, i Vand i ikke-normal Molekulartilstand, behøver da ikke at udtrykke andet og mere, end at de opløste i Æther bevirke en normal Dampspændingsformindskelse, i Vand derimod en abnorm Frysepunktsdepression. Som bekendt vise ogsaa mange Stoffer i luftformig Tilstand «abnorm» Damptæthed, ɔ: en fra den i de fleste Tilfælde gældende Regel afvigende. Hvorledes saadanne Anomalier skulle forklares, af hvad Art altsaa den molekulære Abnormtilstand er, kan naturligvis ikke forstaas uden at tage hypothetiske Forudsætninger til Hjælp. Anvendelsen af Atomtheorien og dens Konsekvenser hertil er nu imidlertid for opløste Stoffer ligesaa berettiget som for Luftarter.

De ovenstaaende Sætninger og Bemærkninger, der jo ingenlunde indeholde noget nyt, er der her kun benyttet Lejligheden til at fremføre for — ogsaa af Hensyn til eventuelle senere Publikationer — at antyde, hvor efter Forf.s Mening Grændsen mellem Theori og Kendsgerning og for Anvendelsen af den førstnævnte bør drages. —

De ovenfor omtalte Experimentalundersøgelser behandle, som det er naturligt, Syrernes Forhold i vandig, i Reglen fortyndet vandig Opløsning. Netop for denne maa det jo antages, at Syrerne befinde sig i en ejendommelig, fra den vandfri Tilstand og fra Tilstanden i andre Opløsningsmidler forskellig Tilstandsform, der, hvorledes man nu end vil opfatte denne, uden Tvivl er Aarsagen saavel til Reaktionsevnen som til Ledningsevnen[1]). Det har derfor forekommet mig at være af ikke ringe Interesse at undersøge Syrernes Egenskaber under Forhold, ved hvilke den af Vand bevirkede Tilstandsændring enten slet ikke eller i langt ringere Grad fandt Sted, f. Ex. i et Opløsningsmiddel, om hvilket der paa Forhaand er Grund til at formode, at Tilstandsformen vil være en anden end i vandig Opløsning. Jeg har dertil valgt Alkohol, foreløbigt Methyl- og Æthylalkohol, og af forskellige Grunde. At for det første Forholdene i alkoholisk Opløsning ere væsentlig forskellige fra dem, der finde Sted i vandig Opløsning, fremgaar bl. a. af en Undersøgelse over Nevtralisationsvarmen af nogle Syrer i Alkohol, som jeg tidligere har udført[2]), idet det ved disse har vist sig, at den tilnærmelsesvise Lighed i Størrelsen af Nevtralisations-

---

[1]) At den vandige Opløsning (af Salte, Syrer og Baser) frembyder en ejendommelig Ensartethed og ligesom den luftformige Tilstand tillader at samle Stoffernes forskellige Egenskaber under almindelige Synspunkter, er allerede forinden de nævnte Undersøgelser udtalt af J. Thomsen, der slutter 1ste Bind af «Thermochemische Untersuchungen» saaledes: «Den foreliggende Undersøgelse fører til den Slutning ..... at den vandige Opløsning af Stofferne indeholder disse i en Tilstand, der ligesom den luftformige paa den simpleste Maade lader Stoffernes fysiske Egenskaber træde frem og tillader en umiddelbar Sammenligning af disse». — Smlgn. ogsaa Therm. Unters., Bd. I, p. 427.

[2]) Vidensk. Selsk. Skr., 6. Række, naturv. og math. Afd. VII, 7, p. 326.

varmen, der for mange Syrer, f. Ex. de til den nævnte Undersøgelse benyttede, finder Sted i vandig Opløsning — og uden Tvivl staar i Forbindelse med de øvrige, for denne Tilstand ejendommelige Forhold — i Alkohol forsvinder og giver Plads for en betydelig Ulighed. Paa den anden Side vise Undersøgelser af Ledningsevnen, at alkoholiske Opløsninger[1]) af Stoffer, der i Vand ere Elektrolyter, ogsaa kunne have en vis Ledningsevne, om end langt ringere end den vandige Opløsning. Det turde derfor nu være betimeligt at forsøge, hvorvidt man ledet af Resultaterne fra den vandige Opløsning kunde nærmere belyse Forholdene i saadanne Opløsningsmidler.

Til en Begyndelse har jeg da forsøgt at finde numeriske Værdier for den relative Styrke eller Reaktionsevne af Syrerne opløste i Methylalkohol. Til Bestemmelse af Reaktionsevnen i Alkohol frembyder sig særligt to Veje: man kan benytte den partielle Sønderdeling, enten saaledes, at begge Syrerne danne i Alkohol opløselige Salte med Metallet eller kun den ene. Jeg har saaledes forsøgt at bestemme Ligevægtsforholdet mellem Kaliumbitartrat og saadanne Syrer i alkoholisk Opløsning, der danne i Alkohol opløselige Kaliumsalte. Forsøget mislykkedes imidlertid ganske paa Grund af Ætherdannelsen, der vel for de anvendte Syrer hver for sig var umærkelig ved almindelig Temperatur, selv efter adskillige Timers Henstand, men som aabenbart ved deres Vexelvirkning kunde naa en Størrelse, der gjorde Forsøget paa acidimetrisk at bestemme den partielle Sønderdelings Grad ganske umuligt.

Jeg var derfor henvist til at vælge den anden af de to Veje til Undersøgelsens Formaal: at benytte selve Ætherdannelsen af Syrerne og ved Bestemmelsen af Reaktionshastigheden ved denne at vinde et Maal for Syrernes relative Evne i saa Henseende.

Ætherdannelsens Theori.

Forholdene ved Ætherdannelsen have som bekendt gentagne Gange været gjorte til Genstand for omfattende Undersøgelser, nemlig først af Berthelot og Péan de St. Gilles[2]) og senere af Menschutkin[3]). Ved de førstnævntes klassiske Undersøgelser bestemtes Grændsen for Ætherdannelsen ved Indvirkning af 1 Ækvivalent Syre paa 1 Ækvivalent Alkohol eller paa flere Ækv. Alkohol, og det blev vist, at medens denne Grændse

[1]) Særligt methylalkoholiske, se Ref. i Journ. chem. soc., Aarg. 1893, p. 151 og Zeitschr. f. phys. Ch. Bd. **10**, p. 782—89.

[2]) Ann. de chim. et phys. [3], T. **65**, p. 385 (1862); T. **66**, p. 5 og 110 (1862); T. **68**, p. 225 (1863).

[3]) Liebigs Ann., Bd. **195**, p. 334 (1879); Bd. **197**, p. 193 (1879); Ann. de chim. et phys. [5], T. **20**, p. 289 (1880); T. **23**, p. 14 (1881); T. **30**, p. 81 (1883).

kun varierer meget lidt med Temperaturen og ligeledes for de forskellige Syrer har meget nærliggende Værdier, paavirkes den betydeligt af Forholdet mellem Mængden af Syre og Alkohol saaledes, at den voxer med Mængden af det sidstnævnte. For Reaktionshastigheden ved Ætherdannelsen have imidlertid disse Forfattere ikke saalidt som senere Menschutkin fundet exakte Værdier. Til Bestemmelse af Reaktionshastigheden opstillede Berthelot[1]) følgende Formel:

$$dy = k\left(1 - \frac{y}{l}\right)^2 dx,$$

hvor y er den efter Tiden x dannede Æthermængde (i Ækvivalenter pr. Rumfangsenhed), l den i Ligevægtstilstanden dannede og k den for hver Syre specifike Konstant. Udtrykket aftager med voxende y og bliver Nul for $y = l$; men, som Forf. selv gør opmærksom paa, det samme vil være Tilfældet med en uendelig Mængde andre Funktioner.

Dette første Forsøg paa et mathematisk Udtryk for Ætherdannelsen kunde, som det allerede er bleven udtalt[2]), alene af den Grund ikke være korrekt, at Processen, som Forf. selv har vist, er reciprok og begrændset, ikke ensidigt forløbende.

Menschutkin indførte senere for Reaktionshastigheden den i 1 Time omdannede Syremængde, hvad der naturligvis ligesaa lidt kan gøre Fordring paa at være mere end en ufuldkommen Tilnærmelse.

De fleste af de af de nævnte Forf. anstillede Forsøg ere udførte med lige Ækv. Syre og Alkohol. Dog have Berthelot og Péan de St. Gilles ogsaa, som nævnt, i adskillige Forsøg varieret Forholdet, bl. a. ladet 1 Ækv. Syre virke paa flere, indtil 50 Ækv. Alkohol og fundet, at derved Grændsen for Ætherdannelsen forhøjes, saa at den ved Forholdet 1 : 50 er fuldstændig, ɔ: hele Syremængden er ætherificeret. Senere viste van't Hoff[3]), at disse Forsøg vare stemmende med, hvad der kan udledes af Guldberg-Waages Theori. Ifølge denne vil, hvis 1 Ækv. Syre virker paa n Ækv. Alkohol i Ligevægtstilstanden, haves:

$$k(1 - x)(n - x) = k'x^2,$$

hvor x er den ætherificerede Mængde, k og k' de to modsatte Processers Hastighedskoefficienter. Forholdet mellem disse er for en stor Mængde Syrer fundet uafhængig af Temperaturen meget nær ved $k : k' = 4 : 1$, hvilket tillader i ovenstaaende Ligning at bestemme x, der bliver:

$$x = \frac{2}{3}\left(1 + n \div \sqrt{n^2 - n + 1}\right),$$

[1]) Ann. de chim. et phys. [3], T. **66**, p. 110.
[2]) Ostwalds Lehrbuch II. (1887), p. 584.
[3]) Ber. d. deutsch. Gesellsch., Bd. **10**, p. 669 (1877).

x vil med voxende n nærme sig til 1 (ɔ: Ætherdannelsen fuldstændig), hvilken Værdi theoretisk dog først naas for $n = \infty$.

Ved dette Forhold bliver det muligt at opstille Udtryk for Hastigheden ved Ætherdannelsen, der med tilstrækkelig Nøjagtighed svarer til, hvad der under passende Forsøgsomstændigheder kunde lade sig bestemme experimentelt. Jeg har forsøgt dette paa to Maader, dels ved direkte Ætherdannelse, dels ved, hvad der i Modsætning dertil passende kan benævnes indirekte Ætherdannelse.

Direkte Ætherdannelse. Ved en saadan optræder 4 forskellige Stoffer: Syre, Alkohol, Æther og Vand. Benævnes Antallet af Ækvivalenter i Rumfangsenheden af disse Stoffer respektive P, Q, P' og Q', endvidere den efter t Minutter ætherificerede Mængde x, er efter Massevirkningstheorien:

$$\frac{dx}{dt} = k(P-x)(Q-x) - k'(P'+x)(Q'+x),$$

hvor k og k' betyde de to modsatte Processers Hastighedskoefficienter. Dersom intet Æther eller Vand oprindeligt er tilstede, altsaa $P' = Q' = 0$, faar Udtrykket Formen:

$$\frac{dx}{dt} = k(P-x)(Q-x) - k'x^2.$$

Ligningen kan til Integration skrives saaledes:

$$\frac{dx}{(P-x)(Q-x) - \frac{k'}{k} - x^2} = kdt.$$

Nu fremgaar det af Berthelots og Péan de St. Gilles Maalinger, saavelsom af van't Hoffs Beregninger, at Forholdet $k':k$ for forskellige Syrer uafhængigt af Temperaturen, Trykket og Forholdet mellem P og Q er meget nær lig $\frac{1}{4}$; hvis endvidere 1 Ækv. Syre virker paa n Ækv. Alkohol, altsaa $Q = nP$, kan Ligningen skrives:

$$\frac{dx}{x^2 - \frac{4}{3}(n+1)Px + \frac{4}{3}nP^2} = \frac{3}{4}kdt.$$

Sættes nu:

$$\frac{2}{3}(n+1+\sqrt{n^2-n+1}) = a$$

$$\frac{2}{3}(n+1-\sqrt{n^2-n+1}) = b,$$

faar Ligningen Formen:

$$\frac{dx}{(x-aP)(x-bP)} = \frac{3}{4}kdt,$$

der integreret giver:

$$\frac{1}{P(a-b)}\left(l(x-aP)-l(x-bP)\right)=\frac{3}{4}kt+C,$$

hvor C er Integrationskonstanten, til hvis Bestemmelse man kan sætte $t=0$, der giver $x=0$ og

$$C=\frac{1}{P(a-b)}\left(l(aP)-l(bP)\right),$$

hvilket indsat i Ligningen giver:

$$\frac{1}{P(a-b)}\cdot l\frac{(x-aP)\,b}{(x-bP)\,a}=\frac{3}{4}kt$$

eller

$$\frac{1}{P(a-b)}\cdot l\frac{P-\frac{x}{a}}{P-\frac{x}{b}}=\frac{3}{4}kt.$$

Sættes heri

$$\frac{3}{4}P(a-b)\,k=K,$$

bliver

$$K=\frac{1}{t}\cdot l\frac{P-\frac{x}{a}}{P-\frac{x}{b}},$$

hvilket Udtryk egner sig til at prøves experimentelt, idet det altsaa ved vexlende t skal forblive konstant.

Til Bestemmelserne er anvendt fortyndede Opløsninger, altsaa stort Overskud af Alkohol, nemlig dels 1 Gr. Ækv.-Syre i 5 Liter Methylalkohol eller c. 124 Gr. Ækv. ($n=124$), hvorved

$$a=165{,}7$$
$$b=0{,}998,$$

dels 1 Gr.-Ækv. Syre i 10 Liter Methylalkohol, der giver $n=248$ og

$$a=331{,}0$$
$$b=0{,}999.$$

I begge disse Tilfælde kan man uden paa nogen Maade at indføre nogen Unøjagtighed, der overskrider Grændsen for Forsøgsfejlene, sætte $\frac{x}{a}=0$ og ligeledes i alle Tilfælde $\frac{x}{b}=x$; Forskellen mellem de sidstnævnte Størrelser beløber sig ved Titreringsbestemmelserne for de undersøgte Syrer til i det højeste 0,03 Ccm. Derved bliver Reaktionsligningen til

$$K=\frac{1}{t}\cdot l\frac{P}{P-x},$$

eller Ligningen for en «Reaktion af 1ste Orden».

Nøjagtigheden af Beregningen af Værdierne af a og b afhænger af Rigtigheden af, at $k' : k = 1 : 4$ eller at Grændsen for Ætherdannelsen er nøjagtigt lig $\frac{2}{3}$; det vil senere blive paavist, at mindre Afvigelser herfra dog ikke udøve nogen væsentlig Indflydelse paa Resultatet.

Til Sammenligning af Forsøgene ved forskellige Koncentrationer maa det erindres, at:

$$K = \frac{3}{4} P(a - b) k, \text{ hvor } a - b = \frac{4}{3}\sqrt{n^2 - n + 1}.$$

Derved bliver, idet Indices betegner Fortyndingen i Liter pr. Ækv. Syre,

$$\frac{K^{10}}{K^5} = \frac{k^{10} . 247{,}5}{k^5 . 247{,}0} = 1{,}002 \frac{k^{10}}{k^5},$$

en Forskel, der ligeledes falder indenfor Grændsen for Forsøgsfejlene. —

Foruden Gyldigheden af Massevirkningsloven fordres der for, at Udtrykket $\frac{1}{t} . l \frac{P}{P-x}$ skal forblive konstant, at visse Betingelser ere opfyldte, nemlig:

1) at Reaktionsevnen, ɔ: Størrelsen af K, er uafhængig af Koncentrationen; da nemlig under Forsøget Syrens Koncentration stadig aftager, vil, hvis derved dens Tilstandsform forandres saaledes, at Reaktionsevnen bliver en anden, Værdien af K naturligvis variere i samme Retning, og Forskellen vil blive mærkeligere, jo videre Ætherdannelsen skrider frem, altsaa — ceteris paribus — størst for de stærkeste Syrer i samme Tid.

2) For de flerbasiske Syrer kommer dertil endvidere den Betingelse, at de forskellige Carboxylgrupper enten have samme Styrke, hvorved vil dannes udelukkende normal Ætherart, eller at den enes er forsvindende sammenlignet med den andens, hvorved opstaar sur Ætherart. Ere ingen af disse Betingelser opfyldte, vil den ene Gruppe ætherificeres hurtigere end den anden, der dog ogsaa reagerer mærkeligt, hvad der vil bevirke, at Hastigheden aftager.

Forøvrigt maa jeg allerede her bemærke, at det ikke er lykkedes at finde tilstrækkeligt experimentelt Bevis paa Rigtigheden af de udviklede theoretiske Forudsætninger, idet den forventede Konstans af Udtrykket $\frac{1}{t} . l \frac{P}{P-x}$ i nogle Tilfælde slet ikke, i andre kun tilnærmelsesvis indtræder. Naar jeg dog har gennemført Forsøgene for en Række af Syrer, er det dels, fordi der i Reglen kan opstilles rimelige Formodninger om Aarsagen til Afvigelsen, dels fordi man i flere Tilfælde dog kan erholde en tilnærmelsesvis rigtig Bestemmelse af Reaktionshastighedens Størrelse.

For en stor Del af de vigtigste Syrer, saaledes for de fede Syrer (undt. Myresyre) og ligeledes vistnok for de fleste aromatiske Syrer lader den direkte Ætherdannelse sig imidlertid ikke benytte til Maaling af Reaktionshastigheden ved de Temperaturer (66° og

100°), som jeg af Grunde, der senere ville blive nævnte, har ment at burde anvende, fordi den ved disse Temperaturer for de nævnte Syrers Vedkommende er altfor lille. Jeg har derfor i disse Tilfælde benyttet en anden Methode:

Indirekte Ætherdannelse. Kender man to Syrer A og A', der ere af en saadan Natur, at Reaktionshastigheden for A er forsvindende lille i Sammenligning med A'-s, og sættes til Opløsningen af Syren A i Alkohol en ganske ringe Mængde af den Ætherart, Syren A' danner med Alkoholen, vil Ætherdannelsen af A foruden at finde Sted direkte tillige foregaa paa Bekostning af A'-s Æther, idet dennes virkende Masse er meget ringe i Forhold til A-s. Er nu den Hastighed, hvormed denne indirekte Dannelse af A-s Æther foregaar, betydelig i Sammenligning med den direkte Dannelse af samme, altsaa denne indenfor en vis Tid næsten umærkelig, vil, naar Forsøget ikke udstrækkes over denne Tid, Processen væsentlig foregaa mellem A, A', Alkoholen og dennes Æthere med A og A'.

En Syre af denne Beskaffenhed i Forhold til de ovenfor nævnte Syrer med ringe Hastighed er f. Ex. Klorbrinte. Det er let ved Forsøg at overbevise sig om, at Tilsætning af kun et Spor af Klormethyl eller Klorbrinte til Opløsningen af en Syre i Methylalkohol er i Stand til at fremskynde Syrens Ætherdannelse meget betydeligt[1]). Dette kan næppe foregaa paa anden Maade end derved, at Syren ætherificeres paa Bekostning af Klormethyl, idet den frigjorte Klorbrinte atter af Alkoholen omdannes til Klormethyl, og at den førstnævnte Proces foregaar betydeligt hurtigere end den direkte Ætherdannelse. Til exakt Formulering af dette Forhold kunne vi i Ligningen:

$$\frac{dx}{dt} = k(P - x)(Q - x) - k'x^2$$

lade P betyde den oprindelige Syremængde (i Ækv. pr. Rumfangsenhed), Q Mængden af Klormethyl og x den efter Tiden t ætherificerede Syremængde; k er da Koefficienten for den Hastighed, hvormed Syren dekomponerer Klormethyl, k' for den, hvormed omvendt Klorbrinte dekomponerer Syrens Æther. Fraset Tilstedeværelsen af Alkoholen have vi da her — indenfor de nævnte Grændser for Forholdet mellem Mængden af de to Syrer — en reciprok Proces (A betyder her Syresten):

$$AH + CH_3Cl \rightleftarrows ACH_3 + HCl.$$

Nu er imidlertid: 1) Mængden af CH_3Cl meget ringe; 2) den frigjorte HCl i Berøring med en meget stor Mængde af Methylalkohol og 3) Reaktionshastigheden ved Klorbrintens direkte Ætherdannelse i sig selv særdeles stor og yderligere fremskyndet ved de to først-

[1]) Som bekendt benyttes Tilledning af Klorbrinte ogsaa ved Fremstilling af mangfoldige Ætherarter; dog er dens Virkning paa Grund af dens større Mængde herved i alt Fald delvis en anden.

nævnte Forhold. Dette vil bevirke, at den frigjorte HCl «strax», ɔ: i en i Forhold til ovenstaaende Proces forsvindende lille Tid, omdannes til Klormethyl. Mængden af denne forbliver altsaa konstant lig Q; den Proces, der udtrykkes i ovenstaaende Ligning læst fra højre til venstre falder bort, og dermed bliver sidste Led i Ligningen for Reaktionshastigheden, $k'x^2$ lig Nul, saa at Ligningen faar den simple Form:

$$\frac{dx}{dt} = k(P - x)\,Q,$$

der integreret giver

$$-l(P - x) = kQt + C,$$

hvor C er Integrationskonstanten, til hvis Bestemmelse som sædvanligt sættes $t = 0$ og $x = 0$, hvorved:

$$C = -lP,$$

$$k = \frac{1}{Qt} \cdot l\frac{P}{P - x}.$$

For experimental at prøve denne Lignings Rigtighed kan man da forsøge, hvorvidt k forbliver konstant dels ved vexlende t og uforandret Værdi af Q, dels saaledes, at saavel Q som t varierer.

Ved Ætherdannelsen opstaar samtidigt Vand, der selvfølgeligt indvirker dekomponerende paa Ætheren. Den derved bevirkede Formindskelse i Hastigheden vil imidlertid, indtil $\frac{2}{3}$ af Syren er ætherificeret, ikke blot opvejes men overgaas af den direkte Ætherdannelse, om hvilken det er forudsat, at den i den Tid, Forsøget varer, er umærkeligringe. Derimod er det ikke let at forudse, hvorvidt den opstaaede Vandmængde vil indvirke paa den indirekte Proces, om den f. Ex. vil forringe Gendannelseshastigheden af Klormethyl eller forandre selve Hastigheden for dennes Sønderdeling af Syren. Om sligt finder Sted, ville imidlertid Forsøgene kunne oplyse.

Forøvrigt er naturligvis foruden de nævnte Forudsætninger de samme Betingelser, der ovenfor ere nævnte under den direkte Ætherdannelse, nødvendige for at k skal forblive konstant. I saa Henseende skal jeg her kun bemærke, at jeg har anstillet Forsøgene over den indirekte Ætherdannelse kun med enbasiske Syrer og at det for disse har vist sig, at Hastigheden ikke eller kun i mindre Grad er forskellig ved de undersøgte Koncentrationer.

I det hele har der ved Forsøgene, der ere udførte ved forskellige Temperaturer og Koncentrationer dels med konstante Værdier af Q, dels saaledes, at saavel Q som t varierer, vist sig en særdeles god Overensstemmelse mellem Theori og Erfaring, saa at Methoden er vel egnet til at benyttes i det tilsigtede Øjemed.

Methoder og Apparater.

Kun faa organiske Syrer vise, opløste i Methyl- eller Æthylalkohol, ved almindelig Temperatur nogen mærkelig Forandring af Opløsningens Titer i Løbet af flere Timer; en Undtagelse danne Myresyre og Oxalsyre, men ogsaa for disse er Hastigheden ved almindelig Temperatur dog kun meget ringe. Til Maaling af Hastigheden kræves derfor Opvarmning.

Forøgelsen af Hastigheden med Temperaturen er for alle Syrer meget betydelig, hvorfor det til nøjagtig Maaling er nødvendigt at holde Temperaturen ganske konstant under Forsøget. Til Opnaaelse heraf er valgt to Temperaturer, der let lade sig holde konstante i længere Tid, nemlig 66° og 100° C. Vel frembyde højere Temperaturer end disse ved den forøgede Hastighed i flere Tilfælde bedre Betingelser for Maalingen; men af Hensyn til Sammenligningen med andre fysiske Egenskaber, der vanskeligt lade sig undersøge ved højere Temperaturer end selve Alkoholens Kogepunkt, er dette og tillige til Bestemmelse af Temperaturkoefficienterne Vandets Kogepunkt valgt.

Den til Forsøgene benyttede Methylalkohol var Kahlbaums fuldstændigt acetonfrie[1]) Præparat, der leveres næsten absolut vandfrit. Til fuldstændig Afvanding blev Alkoholen henstillet med brændt Kalk i 24 Timer, dernæst opvarmet dermed i c. 2 Timer under tilbagegaaende Afsvaling og sluttelig afdestilleret over Kalken under Beskyttelse mod Luftens Fugtighed.

De fleste af de anvendte Syrer hidrørte ligeledes fra Kahlbaums Fabrik. Hvad Valget af Syrer angaar, har jeg begrændset mig til forholdsvis faa af de vigtigere organiske, en- og flerbasiske Syrer, idet det forekom mig af særlig Betydning for disse at prøve Methodernes Anvendelighed ved mere indgaaende Undersøgelse af de enkelte Syrer og om muligt at fastslaa paalidelige Værdier for den relative Reaktionsevne. Paa Forhaand udelukkede ere saadanne Syrer, der delvis dekomponeres ved Ætherdannelsen, f. Ex. Haloïdsubstitutionsprodukter af de fede Syrer, og ligeledes saadanne, der ikke kunne fremstilles i fuldkommen vandfri Tilstand.

Syrerne bleve paa forskellige Maader, hvorom nærmere senere, rensede og fuldstændigt afvandede. Til Undersøgelse af, hvorvidt det sidste er opnaaet, anvendtes Vejningstitrering (med Barytvand eller Natron).

Til Forsøgene afvejedes Syren med en Nøjagtighed af 1 Centigr. og opløstes i den afmaalte Mængde Alkohol; for vandsugende Syrer foregik dette saaledes, at et lille Glas med indsleben Prop, der indeholdt Methylalkohol, blev tareret paa Vægten, en Syremængde svarende omtrent til den ønskede hurtig anbragt deri og vejet, hvorefter Opløsningen blev fortyndet op til det efter den ønskede Koncentration beregnede Volumen.

[1]) Selv et Spor af Acetone kan paavises ved Hjælp af Jodoformreaktionen.

Efter at Opløsningens Temperatur var bragt til at være den i Lokalet herskende, blev dens Titer bestemt derved, at der ved Hjælp af en Pipette udtoges c. 10 Ccm. til Titrering. Pipetten var forsynet med en fin Spids og havde 2 Mærker, et foroven og et forneden, hvorved undgaas den Unøjagtighed, der foraarsages ved, at altid lidt bliver tilbage i Spidsen, naar hele Pipettens Indhold udtømmes. At denne Afmaaling giver tilstrækkelig relativ Nøjagtighed fremgaar af nedenstaaende Vejninger af Vandmængder, afmaalte med en af de anvendte Pipetter:

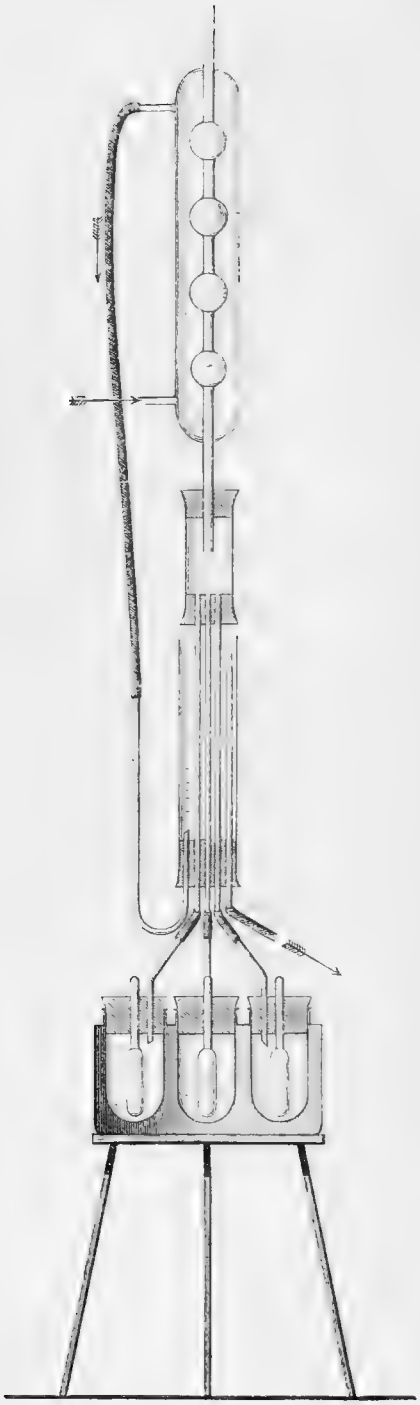
10,1504 Gr.
1734 -
1382 -
1504 -
1388 -
1432 -
1364 -
1494 -
1484 -
1406 -

Gennemsnit: 10,1469 Gr. $\left\{ \begin{array}{l} +0{,}0265 \\ -0{,}0105 \end{array} \right.$

Opløsningen blev derpaa titreret ved Hjælp af Barytvand eller for Syrer, der danne uopløselige Bariumsalte, med muligst kulsyrefri Natron med Fenoftalein (for Myresyre og Oxalsyre Lakmos) som Indikator. Styrken af Barytvandet eller Natronopløsningen var c. $\frac{1}{3}$ af Syreopløsningens, d. v. s. for de to undersøgte Koncentrationer: 1 Gr.-Ækv. Syre i 5 og i 10 Liter Alkohol resp. c. $\frac{1}{15}$ og c. $\frac{1}{30}$ normal. Opløsningerne vare fuldstændigt beskyttede mod Luftens Kulsyre. Burettespidsens Diameter var saaledes, at 1 Draabe svarede til c. $\frac{1}{30}$ Ccm.

Forsøgene udførtes ved Hjælp af smaa Kolber af Jenaer Normalglas, der rummede c. 15 Ccm. og vare forsynede med én snever Hals. At Glasset ikke i nogen mærkelig Grad angribes af Syreopløsningen selv ved Opvarmning til 100° i flere Timer fremgaar bl. a. deraf, at Opløsningerne af flere Syrer, for hvilke den direkte Ætherdannelse i den nævnte Tid er forsvindende, ikke viste nogen mærkelig Aftagen af Titeren. Kolberne fyldtes saavidt med Opløsningen, at denne under Opvarmningen næsten naaede til Halsens Begyndelse. Efter Fyldningen blev Halsen tilsmeltet for Blæselampen.

Til Bestemmelse af Hastigheden ved 100° blev 5 eller 6 af de saaledes tilberedte Kolber samlede i en med Huller forsynet Kobberplade, i hvilken de befæstedes i samme



Højde ved Hjælp af Korkpropper. Derpaa nedsattes de samtidigt i et Vandbad med kogende Vand og konstant Niveau, idet Klokkeslettet i Indsætningsøjeblikket noteredes. I Vandbadet, der var fyldt til c. 1 Cm. fra Randen, naaede Kolberne saa langt ned, at Vandet stod ganske lidt over den Højde, hvortil Indholdet i Kolben ved Varmeudvidelsen stillede sig; omtrent samme Sted begyndte Korkproppen, ovenover hvilken Kolbehalsen aldeles ikke bliver varm. Ved disse Forholdsregler indskrænkes det «skadelige Rum», der for de flygtige Syrer fremkommer paa Grund af Syrens Fordampning, idet den i Dampform reagerer langt hurtigere paa Alkoholen, til det mindst mulige.

Efter Forløbet af en passende Tid, der noteres, udtages den Kolbe, hvis Indhold skal undersøges, og anbringes strax i en større Mængde Vand af Værelsets Temperatur. Den Tid, der forløber, forinden Kolben med Indhold antager denne, er den samme som den, der forud medgik for at opvarme den fra Stuetemperaturen til 100°, saa at begges Virkning ophæve hinanden. Naar Afkølingen er opnaaet, afbrydes Spidsen af Kolbehalsen og ved Hjælp af Pipetten udtages samme Rumfang som før, der titreres paa samme Maade. I hver Forsøgsrække anvendtes til alle Bestemmelser samme Pipette, der hver Gang rensedes og tørredes ved Afskylning med Alkohol og Æther og Gennemsugning af Luft.

Til Bestemmelse af Hastigheden ved 66° anvendtes et Apparat, hvis Indretning ses af hosstaaende Tegning. 4 Glascylindre (80 × 34 m/m) med rund Bund forsynedes med tætsluttende Propper med dobbelt Gennemboring, en central til Halsen af Reagenskolben, en anden til et svagt bøjet Glasrør. I Cylindrene anbringes saa meget Methylalkohol, at det staar lidt op over Indholdet i Reagenskolben. De

fire Cylindre samles ved en med Huller forsynet Kobberplade i et Vandbad med Vand, hvis Temperatur holdes nogle Grader under Kogepunktet. Dampene af den kogende Alkohol ledes gennem de bøjede Glasrør til hver sit af 4 vertikale Rør, der befinde sig i et Svaleapparat. Rørene udmunde lige ved Overfladen af en Prop, gennemboret med 4 Huller, og Proppen befæstes i et kort, vidt Glasrør, der atter staar i Forbindelse med et Allihnsk Svalerør. Svalevandet gaar i den ved Pilene antydede Retning. Ved denne Anordning forbliver Mængden af Methylalkohol i Cylindrene saa godt som uforandret under Forsøget. Naar dette skal afsluttes, fjærnes Cylinderen med Kolben fra Vandbadet og nedsættes i Vand af Stuetemperaturen; efter Afkølingen foregaar Titreringen som før.

Forsøgene med den indirekte Ætherdannelse ere udforte paa ganske samme Maade; ejendommelig er her kun den Maade, hvorpaa de forskellige Mængder af Klormethyl er tilsat.

Til Fremstilling af en Opløsning af Klormethyl i Methylalkohol ledede ren og tør Klorbrinte i afkølet Methylalkohol. Derved erholdtes en Opløsning, hvori Klormængden bestemtes ved at tildryppe en afvejet Mængde (c. 12 Gr.) til en kogende Opløsning af Kaliumhydroxyd. Efter nogen Tids Kogning overmættedes Opløsningen med Salpetersyre og derpaa tilsattes et Overskud af c. $\frac{1}{10}$ normal Sølvnitratopløsning, hvorefter Overskudet heraf bestemtes ved Titrering med Rhodanammonium (Volhards Methode). Derved fandtes, at

35,45 Gr. Klor indeholdtes i 1116,9 Gr. Opløsning.

Da Vægtfylden af Opløsningen er 0,7948 (ved 18° C.), svarer 1116,9 Gr. til 1405,3 Ccm. Af denne Opløsning afmaaltes et bestemt Rumfang, hvortil sattes det dobbelte Rumfang Methylalkohol, saa at Indholdet af Klor blev $\frac{1}{3}$ af den oprindelige Opløsnings (1 Gramatom i 4215,9 Ccm.).

Af disse Opløsninger toges atter til Forsøgene bestemte Mængder, der tilsattes Opløsningen af Syren i Alkohol. For ikke mærkelig at forandre Koncentrationen af denne foretoges Afmaalingen af Klormethylopløsningen ved Draabetælling, hvortil benyttedes et Glasrør, 14 Cm. langt, $4^m/_m$ i Diameter og i den ene Ende udtrukket til en fin Spids. Omtrent midt paa Røret anbragtes et Mærke, til hvilken Højde Kloropløsningen blev suget op ved Draabetællingens Begyndelse. At det er muligt paa denne Maade at erholde en nogenlunde nøjagtig Afmaaling af minimale Mængder fremgaar af nedenstaaende Angivelser af Vægten af bestemte Antal af Draaber, afvejede i et Glas med indsleben Prop.

10	Draaber	. . .	0,1114	Gr.	—	1	Draabe	. . .	0,01114 Gr.
10	—	. . .	0,1106	-	—	1	—	. . .	0,01106 -
5	—	. . .	0,0546	-	—	1	—	. . .	0,01092 -
5	—	. . .	0,0546	-	—	1	—	. . .	0,01092 -
5	—	. . .	0,0558	-	—	1	—	. . .	0,01116 -
4	—	. . .	0,0444	-	—	1	—	. . .	0,01110 -
3	—	. . .	0,0325	-	—	1	—	. . .	0,01083 -
3	—	. . .	0,0319	-	—	1	—	. . .	0,01063 -
2	—	. . .	0,0211	-	—	1	—	. . .	0,01055 -
2	—	. . .	0,0212	-	—	1	—	. . .	0,01060 -
2	—	. . .	0,0212	-	—	1	—	. . .	0,01060 -

Gennemsnit: 0,01086 Gr. $\left\{ \begin{array}{l} +0{,}00030 \\ -0{,}00031 \end{array} \right.$

1 Ccm. indeholder altsaa 73,2 Draaber.

Betegnes 1 Draabe af den mest fortyndede af de to ovenfor nævnte Opløsninger sat til 15 Ccm. af Syreopløsningen: Koncentrationen 1, altsaa (se S. 448) $Q = 1$, endvidere v det Antal af Liter, der indeholder 1 Gramatom Klor, er:

$$\text{For } Q = 1 \ . \ . \ . \ v = 4632 \text{ Liter.}$$

I Forsøgene er anvendt Koncentrationer fra $Q = 1$ til $Q = 24$ (i et enkelt Tilfælde $Q = 30$), idet for større Koncentrationer end $Q = 6$ er benyttet den mest koncentrerede af de to Kloropløsninger. I Opløsninger af denne store Fortyndingsgrad vil alt Klor være tilstede som Klormethyl, i alt Fald øjeblikkelig omdannes dertil ved Opvarmning til 66° eller 100°. Den derved dannede Vandmængde er ganske forsvindende i Sammenligning med den, der opstaar ved Ætherificering af Syren.

Forsøgene ere nu, som forhen nævnt, udførte dels saaledes, at Koncentrationen af Klormethyl er varieret ligesom Tiden, dels saaledes, at den er holdt konstant. I første Tilfælde kunde det nemlig indtræffe, at Udtrykket $\frac{1}{Qt} \cdot l \frac{P}{P-x}$ forbliver omtrentlig konstant, selv om Hastighedskoefficienten varierer lidt med den fremadskridende Ætherdannelse. Naar nemlig, som det vil være naturligt, Forsøgene udføres i Rækkefølgen med aftagende Q, kan det hænde, at Produktet Qt i alle Forsøg bliver omtrent det samme, ɔ: Ætherdannelsen er omtrent lige vidt fremskreden; derfor ere Forsøg anstillede ogsaa med konstant Værdi af Q.

Til Forsøg med forskellig Koncentration af Klormethyl kan man gaa saaledes frem, at man i Reagenskolberne afmaaler nøjagtigt 15 Ccm. af Syreopløsningen i hver og dertil sætter forskellige Mængder, altsaa et forskelligt Antal Draaber af Klormethyl-Opløsningen; en Tilsætning af indtil 10 Draaber, ɔ: c. 0,14 Ccm. forandrer ikke Syrens Koncentration

væsentligt. Bedre undgaas dog Unøjagtigheden ved Draabetællingen i den enkelte Forsøgsrække ved en Fremgangsmaade, der bedst oplyses gennem et Exempel. Vil man — som hyppigt i de i næste Afsnit omtalte Forsøg — fremstille 5 Opløsninger, hvis Koncentrationer af Klormethyl forholde sig som 5:4:3:2:1, altsaa med Tilsætning af 5, 4, 3, 2 og 1 Draabe til 15 Ccm. af Opløsningen, kan man gaa saaledes frem:

Til	45	Ccm.	af Syreopløsningen	sættes	15	Draaber	CH_3Cl-Opløsning:	$Q = 5$.
-	12	—	heraf sættes	3	Ccm.	Syreopløsning	. . . . .	$Q = 4$.
-	9	—	—	6	—	—	. . . . .	$Q = 3$.
-	6	—	—	9	—	—	. . . . .	$Q = 2$.
-	3	—	—	12	—	—	. . . . .	$Q = 1$.

Hvad Nøjagtigheden af Forsøgene angaar bemærkes det, at Grændsen for Forsøgsfejlene er meget forskellig i de forskellige Tilfælde. Medens selve Titreringen med Forbruget af samme Mængde Baryt- eller Natronopløsning kan udføres med samme, ret betydelige Nøjagtighed, vil en Fejl i Aflæsning af Forsøgstiden faa større Indflydelse, jo kortere Tiden er. I Almindelighed gælder det, at en regelmæssig Af- eller Tiltagen af Værdien af det Udtryk, der ifølge Theorien skulde forblive konstant, tyder paa, at enten de theoretiske Forudsætninger eller de i forrige Afsnit nævnte Betingelser ikke ere tilstede, medens dette maa antages at være Tilfældet, naar Udtrykket svinger uregelmæssigt om en Middelværdi uden at fjærne sig for stærkt derfra.

Experimentelle Data.

I de Tabeller, der indeholdes i dette Afsnit, betyde:

T den Temperatur, ved hvilken Forsøget er anstillet;

V Koncentrationen af Syren i Methylalkohol, ɔ: det Antal Liter af denne, i hvilke er opløst 1 Gr.-Ækv. af Syren;

t Forsøgets Varighed i Minutter;

Q Koncentrationen af Klormethyl;

P det forbrugte Antal Ccm. Barytvand eller Natronlud til Indholdet af den anvendte Pipette før Forsøget;

$P-x$ samme efter Tiden t. Medens $P-x$ altid betegner den direkte Iagttagelse, er ved den indirekte Ætherdannelse P beregnet af Iagttagelsen og det tilsatte Rumfang af Klormethylopløsningen.

$\frac{P}{P-x}$ bliver altsaa Forholdet mellem Koncentrationen af fri Syre (Antal Ækv. pr. Rumfangsenhed) efter Forløbet af 0 og af t Minutter.

I sidste eller næstsidste Spalte i Tabellerne er opført Udtrykket $\frac{1}{t} \cdot l \frac{P}{P-x}$ eller for den indirekte Ætherdannelse $\frac{1}{Qt} \cdot l \frac{P}{P-x}$, der for at undgaa for mange Decimaler er multipliceret med 10^3; yderligere er, efter den Nøjagtighed, der maa tillægges Forsøgene, tilføjet 1 eller 2, undertiden 3 Decimaler. Middelværdien af Udtrykket er kun beregnet, hvor det svinger uregelmæssigt om denne, ikke hvor regelmæssig Aftagen finder Sted.

Enbasiske Syrer.

Myresyre. Syren blev afvandet ved partiel Frysning, der gentoges, indtil Vejningstitreringen gav Molekularvægten 46,03.

Der fandtes ved direkte Ætherdannelse:

$T = 100°$

V	t	P	$P-x$	$10^3 \cdot \frac{1}{t} \cdot l \frac{P}{P-x}$
5	7	30,35	25,55	24,6
	16	"	20,6	24,2
	22	"	17,9	24,0
	30	"	14,8	23,8
	38	"	13,1	22,1
10	5	34,1	30,8	22,1
	16	"	25,75	18,1
	28	"	21,3	17,1
	36	"	19,2	16,3
	46	"	17,0	15,3

$T = 66°$

V	t	P	$P-x$	$10^3 \cdot \frac{1}{t} \cdot l \frac{P}{P-x}$
5	20	29,6	24,6	9,3
	37	"	21,2	9,0
	53	"	19,0	8,4
	77	"	16,3	7,8
10	15	32,45	29,7	6,9
	33	"	27,15	5,4
	53	"	25,85	4,3
	70	"	24,1	4,3

Det ses, at Hastigheden er forholdsvis betydelig; for $v = 5$ og $T = 100°$ er i $\frac{1}{2}$ Time over Halvdelen af Syremængden ætherificeret. Et Blik paa Tallene i sidste Spalte viser imidlertid, at Udtrykket der ikke forbliver konstant, men aftager regelmæssigt.

Det har ikke været mig muligt at finde nogen tilfredsstillende Forklaring paa denne Uoverensstemmelse mellem Theori og Erfaring. Vel synes Hastigheden at aftage noget med stigende Fortynding, hvad der jo vil bevirke en Aftagen af Konstanten indenfor hver Forsøgsrække, men dog næppe i den Grad, som Forsøgene udvise. En anden Aarsag til Uoverensstemmelsen kunde tænkes at være indeholdt i Urigtigheden af den Forudsætning, der S. 445 er gjort ved Beregningen af a og b i Ligningen for Reaktionshastigheden, nemlig at $k' : k = 1 : 4$. Da Forholdet ikke er bleven særlig bestemt for Myresyre og Methylalkohol, har jeg for at prøve, hvorvidt Reglen ogsaa gælder i dette Tilfælde, foretaget følgende Forsøg. Ækvivalente Mængder af Myresyre og Methylalkohol bleve blandede, og med Blandingen beskikkedes tre af de sædvanlige smaa Glaskolber, der efter Tilsmeltning opvarmedes i længere Tid til 100°. Efter 4 Timers Forløb udtoges en af Kolberne og Indholdet af fri Syre bestemtes ved nøjagtig Afvejning af c. 1 Gr. (i Methylalkohol i tillukket Beholder) og Titrering med c. $\frac{1}{13}$ normalt Barytvand. Paa samme Maade undersøgtes Indholdet af de to andre Kolber efter resp. 8 og 12 Timers Forløb. Der fandtes:

Efter 4 Timer	67,70 67,62	67,66 pCt. Syre ætherificeret.
— 8 —	68,44 68,72	68,58 — —
— 12 —	68,54 68,62 68,64	68,60 — —

Heraf ses, at Grændsen for Ætherdannelsen er lidt over $\frac{2}{3}$ af Syremængden. Sættes nu i Ligningen S. 445

$$\frac{1}{1-\frac{k'}{k}} = \frac{k-k'}{k} = c,$$

bliver

$$b = \frac{c}{2}\left(n+1-\sqrt{n^2+2n+1-\frac{4}{c}n}\right),$$

hvoraf for

$$\frac{k'}{k} = \left(\frac{314}{686}\right)^2$$

$$n = \begin{cases} 124 \\ 248 \end{cases}$$

$$b = 0{,}999,$$

saa at den højere Grændse for Ætherdannelsen aldeles ikke gør det mindre berettiget at sætte $\frac{x}{b} = x$.

En nøjagtig Bestemmelse af Hastighedskonstantens Størrelse er saaledes her ikke mulig. Sættes den — til Sammenligning med andre Syrers — for de forskellige Koncentrationer og Temperaturer lig med den først fundne Værdi af Udtrykket $\frac{1}{t} \cdot l\frac{P}{P-x}$, kunne Tallene selvfølgelig kun betragtes som tilnærmelsesvise Minimumsværdier.

Eddikesyre. Syren fremstilledes vandfri ved at fryse en større Mængde (c. 7 Kgr.) partielt og af det faste udtage c. 500 Gr., der ved gentagen partiel Frysning gav c. 100 Gr., for hvilke ved Vejningstitreringen fandtes Molekularvægten 59,95.

Først forsøgtes at bestemme Hastigheden ved direkte Ætherdannelse, hvorved fandtes:

$T = 100°$

V	t	P	$P-x$	$10^3 \cdot \frac{1}{t} l \frac{P}{P-x}$
10	91	42,15	41,2	0,25
	176	"	40,5	0,23
	250	"	39,8	0,23
	266	"	39,7	0,23
	267	"	39,7 [1]	0,23
	334	"	39,3	0,21

Overensstemmelsen mellem Tallene i sidste Spalte er vel ved et Tilfælde bedre, end det kan ventes af den Nøjagtighed, Forsøgene tillade; men det maa dog erkendes, at Reaktionshastigheden er for ringe til at kunne bestemmes med synderlig stor procentisk Nøjagtighed.

[1]) Kolbens Indhold af samme Opløsning, men indsat senere end de øvrige Kolber.

Derimod har den indirekte Ætherdannelse vist sig særdeles brugbar, saaledes som det fremgaar af følgende Forsøgsresultater:

$T = 100°$

V	Q	t	P	$P-x$	$10^3 \cdot \frac{1}{t} l \frac{P}{P-x}$	$10^3 \cdot \frac{1}{Qt} l \frac{P}{P-x}$	Middel
5	6	5,5	26,45	12,3	139,21	23,20	23,5
	5	13,5	26,47	5,2	120,68	24,14	
	4	18,5	26,50	4,7	93,47	23,37	
	3	21	26,53	6,2	69,22	23,07	
	2	31	26,55	6,1	47,49	23,15	
5	5	22	39,5	3,0	117,17	23,43	23,3
	4	30	39,6	2,3	94,87	23,72	
	3	39	39,65	2,5	70,87	23,62	
	2	49	39,7	4,3	45,36	22,68	
	1	59	39,8	10,3	22,91	22,91	
5	2	11	26,55	15,75	47,47	23,74	23,0
	"	19	"	11,0	46,38	23,19	
	"	27	"	7,4	47,32	23,66	
	"	35	"	5,5	44,98	22,49	
	"	43	"	4,0	44,02	22,01	
10	5	5	34,45	17,55	134,89	26,98	26,6
	4	10	34,48	11,95	105,96	26,49	
	3	15	34,52	8,8	80,40	26,80	
	2	25	34,55	9,3	52,50	26,25	
10	2	6,5	34,55	24,55	52,57	26,28	26,4
	"	13	"	17,3	53,21	26,61	
	"	20	"	11,8	53,02	26,51	
	"	29	"	7,55	52,44	26,22	
10	1	7,5	34,6	28,5	26,47	26,47	26,4
	"	14,5	"	23,7	26,09	26,09	
	"	34	"	14,0	26,61	26,61	
	"	47	"	10,0	26,41	26,41	

$T = 66°$

V	Q	t	P	$P-x$	$10^3 . \frac{1}{t} l \frac{P}{P-x}$	$10^3 . \frac{1}{Qt} l \frac{P}{P-x}$	Middel
5	5	15	31,18	16,0	44,48	8,90	9,0
	4	25	31,20	12,2	37,56	9,39	
	3	34	31,22	12,45	27,04	9,01	
	2	46	31,25	14,15	17,22	8,61	
10	5	10	42,0	26,9	44,56	8,91	8,9
	4	18	42,04	22,2	35,48	8,87	
	3	27	42,08	21,05	25,66	8,55	
	2	34	42,12	22,45	18,51	9,25	

Et Blik paa Tallene i næstsidste Spalte viser, at disse for hver Koncentration af Syren svinge uregelmæssigt om en Middelværdi uden at fjærne sig mere derfra end de uundgaaelige Forsøgsfejl medfører. Sættes Værdien for $V = 5$, $Q = 1$ til Gennemsnittet af de tre første Forsøgsrækkers Middelværdi eller 23,3, for $V = 10$ paa samme Maade til 26,5, ere de største Afvigelser herfra resp. $\left\{ \begin{matrix} +0,8 \\ -1,3 \end{matrix} \right\}$ og $\left\{ \begin{matrix} +0,5 \\ -0,4 \end{matrix} \right\}$. For Forsøgene ved 66° ere Afvigelserne vel ikke absolut set større, men den procentiske Nøjagtighed dog paa Grund af Hastighedens Formindskelse adskilligt mindre. Alligevel vise Tallene Lovens Gyldighed ogsaa ved denne Temperatur, ligesom man af den kan beregne en ret paalidelig Værdi for Forholdet mellem Hastigheden ved de to Temperaturer.

Af Forsøgene ses endelig, at Hastigheden forandrer sig noget med Koncentrationen, men i modsat Retning af den, hvori Forandringen maa antages at finde Sted for Myresyrens Vedkommende; det samme genfindes ved de højere Led af de fede Syrers Række.

Hvis man turde antage, at ogsaa Hastigheden ved den direkte Ætherdannelse var bestemt med tilstrækkelig Nøjagtighed ved de ovenfor nævnte Forsøg, vilde man derved kunne beregne Forøgelsen i Hastighed ved Tilsætning af Klormethyl, eller Forholdet $k : K$ (se S. 446 og 449), der for $Q = 1$ vilde blive 115,2 ($V = 10$). Selv om dette Tal ikke kan gøre Fordring paa at besidde nogen stor Nøjagtighed, er det dog altid interessant, at Tilsætning af et saa ringe Spor af Klormethyl, som svarer til et Grammolekyle i 4632 Liter eller c. $\frac{1}{463}$ af Syremængden $\left(\text{for } V = 5 \text{ c. } \frac{1}{926}\right)$ er i Stand til at gøre Hastigheden over 100 Gange saa stor.

Propionsyre. Syren blev rektificeret, idet der opsamledes særskilt, hvad der gik over ved uforandret Temperatur (138°,0 ved 757$^m/_m$), hvorved erholdtes en Syre, hvis Molekularvægt ved Vejningstitrering bestemtes til 73,98.

Det forsøgtes at maale Hastigheden ved direkte Ætherdannelse, hvorved fandtes i 10 Forsøg Værdier for Udtrykket $\frac{1}{t} l \frac{P}{P-x}$, der varierede uregelmæssigt, men meget be-

tydeligt omkring Middelværdien $10^{-3} \times 0{,}19$, der derfor heller ikke kan tillægges nogen synderlig Nøjagtighed. Derimod erholdtes brugbare Resultater ved den indirekte Æther-dannelse, hvorved fandtes:

$T = 100°$

V	Q	t	P	$P-x$	$10^3 \cdot \frac{1}{t} l \frac{P}{P-x}$	$10^3 \cdot \frac{1}{Qt} l \frac{P}{P-x}$	Middel
5	5	7,5	33,76	16,5	95,42	19,08	18,8
	4	14,5	33,79	11,4	74,94	18,74	
	3	24	33,80	8,9	55,60	18,53	
	2	31	33,84	10,4	38,06	19,03	
5	2	8	25,85	19,2	37,18	18,59	18,5
	"	16	"	14,1	37,91	18,96	
	"	25	"	10,1	37,81	18,90	
	"	31	"	8,3	36,64	18,32	
	"	52	"	5,9	35,19	17,60	
10	6	6	33,73	15,65	128,53	21,42	21,6
	5	13	33,76	8,2	108,86	21,77	
	4	21	33,80	5,35	87,78	21,95	
	3	29	33,82	5,2	64,57	21,52	
	2	35	33,85	7,5	43,06	21,53	
10	2	8,5	33,35	22,9	44,22	22,11	21,5
	"	16,5	"	16,3	43,39	21,70	
	"	25,5	"	10,9	43,86	21,93	
	"	34	"	7,9	42,36	21,18	
	"	41,5	"	5,5	43,43	21,72	

$T = 66°$

5	5	15	31,37	18,6	34,84	6,97	6,7
	4	25	31,4	16,0	27,42	6,86	
	3	38	31,42	15,0	21,09	7,23	
	2	52	31,45	16,8	13,81	6,96	
10	5	15	33,27	18,4	39,49	7,90	7,7
	4	24	33,30	16,35	29,64	7,41	
	3	32,5	33,33	15,9	22,77	7,59	
	2	47	33,35	15,8	15,89	7,95	

Ogsaa her stemme Tallene i næstsidste Spalte ret godt overens for den samme Koncentration af Syren; ligesom for Eddikesyren tiltager Hastigheden med Fortyndingen.

Smørsyre (normal). Syren var fremstillet af normalt Æthylbutyrat. Den overgik næsten fuldstændigt ved 163° og gav ved Molekularvægtbestemmelsen 87,97.

Ved den indirekte Ætherdannelse fandtes:

$T = 100°$

V	Q	t	P	$P-x$	$10^3 \cdot \frac{1}{t} l \frac{P}{P-x}$	$10^3 \cdot \frac{1}{Qt} l \frac{P}{P-x}$	Middel
5	5	10	30,78	16,8	60,55	12,11	11,76
	4	18	30,80	13,3	46,65	11,66	
	3	28	30,82	11,5	35,21	11,74	
	2	42	30,85	11,55	23,39	11,70	
	1	49	30,90	17,5	11,60	11,60	
5	2	11	34,4	26,7	23,04	11,52	11,55
	"	21	"	21,1	23,28	11,64	
	"	30	"	16,9	23,69	11,85	
	"	40	"	13,7	23,02	11,51	
	"	50	"	11,2	22,44	11,22	
10	6	9	34,33	17,95	72,05	12,01	11,63
	5	19	34,36	11,25	58,77	11,75	
	4	28	34,40	9,7	45,21	11,30	
	3	38	34,42	8,9	35,60	11,87	
	2	49	34,44	11,5	22,39	11,20	
	"	11	"	26,6	23,48	11,74	
	"	20	"	21,45	23,67	11,84	
	"	29	"	17,8	22,76	11,38	
	"	39	"	14,0	23,08	11,54	

$T = 66°$

5	5	10	30,78	24,65	22,20	4,44	4,5
	4	21	30,80	20,7	19,16	4,79	
	3	31	30,82	20,6	12,98	4,33	
	2	37	30,85	21,9	9,14	4,57	
10	5	10	34,36	27,6	21,91	4,38	4,2
	4	19	34,40	25,1	16,98	4,25	
	3	25	34,42	25,4	12,15	4,05	
	2	31	34,44	26,5	8,45	4,23	

Ogsaa her er Overensstemmelsen mellem Tallene i næstsidste Spalte tilfredsstillende; i Modsætning til de to foregaaende Syrer findes ingen mærkelig Forskel i Hastigheden ved de to Koncentrationer.

Isosmørsyre. Af denne Syre blev ved Destillationen opsamlet særskilt, hvad der gik over ved 154—156°; dette Destillat blev atter rektificeret, hvorved den største Del overgik uforandret ved 155° (760,5 m/m) og gav ved Bestemmelsen af Molekularvægten 87,87; gentagen Rektifikation frembragte ingen Forandring i disse Forhold.

Resultatet af Forsøgene over den indirekte Ætherdannelse var følgende:

$T = 100°$

V	Q	t	P	$P-x$	$10^3 \cdot \frac{1}{t} \cdot l \frac{P}{P-x}$	$10^3 \cdot \frac{1}{Qt} \cdot l \frac{P}{P-x}$	Middel
5	5	7	31,23	23,7	39,41	7,88	7,7
	4	15	31,25	19,7	30,76	7,69	
	3	27	31,27	17,0	22,51	7,52	
	2	36	31,30	18,0	15,37	7,69	
	1	47	31,35	22,0	7,54	7,54	
5	2	10,5	25,75	21,8	15,86	7,93	
	"	20,5	"	18,7	15,61	7,86	
	"	30	"	16,2	15,45	7,73	
	"	43	"	13,6	14,86	7,43	
	"	52	"	12,0	14,68	7,34	
10	6	9	32,64	19,3	58,38	9,73	9,7
	5	10	32,67	20,1	48,56	9,71	
	4	19	32,70	15,5	39,29	9,82	
	3	28	32,73	14,5	29,07	9,69	
	2	39	32,75	15,3	19,51	9,76	
10	1,8[1]	15	32,75	25,3	17,21	9,56	9,5
	"	27	"	20,7	17,00	9,44	
	"	34	"	18,0	17,60	9,78	
	"	43	"	15,6	16,86	9,36	

$T = 66°$

5	5	11	30,27	25,35	16,12	3,22	3,1
	4	21	30,3	23,7	11,70	2,93	
	3	34	30,32	22,3	9,04	3,01	
	2	50	30,36	21,95	6,48	3,24	
10	5	11	32,67	26,85	17,84	3,57	3,4
	4	21	32,70	25,0	12,79	3,20	
	3	29	32,73	25,0	9,29	3,10	
	2	46	32,75	23,7	7,03	3,52	

[1]) 9 Draaber Klormethylopløsning (fortyndet) sat til 75 Ccm. Syreopløsning.

For $V = 5$ og Q (konstant) $= 2$ aftager Værdien af k regelmæssigt, men dog kun i ringe Grad; iøvrigt er Overensstemmelsen mellem Værdierne indenfor hver Forsøgsrække tilfredsstillende. Ogsaa for denne Syre er Hastigheden større i den mere fortyndede Opløsning.

Valerianesyre (normal). Syren blev rektificeret ved gentagen Destillation, hvorved sluttelig erholdtes et Produkt, der overgik uforandret ved 184° (758$^m/_m$). Molekularvægten bestemtes til 101,97. Bestemmelsen af Reaktionshastigheden ved den indirekte Ætherdannelse gav følgende:

$T = 100°$

V	Q	t	P	$P-x$	$10^3 . \frac{1}{t} . l \frac{P}{P-x}$	$10^3 . \frac{1}{Qt} . l \frac{P}{P-x}$	Middel
5	5	8	32,12	27,8	18,06	3,61	3,6
	4	16	32,14	25,4	14,71	3,68	
	3	28	32,16	23,6	11,05	3,68	
	2	40	32,20	23,85	7,51	3,75	
	1	54	32,25	26,9	3,36	3,36	
5	2	10	27,15	25,25	7,26	3,63	3,6
	"	21	"	23,3	7,28	3,64	
	"	31	"	21,7	7,23	3,62	
	"	44	"	19,9	7,06	3,53	
	"	54	"	18,7	6,70	3,35	
10	6	10	32,64	25,4	24,73	4,12	4,2
	5	18	32,67	22,4	20,97	4,19	
	4	28	32,70	20,4	16,85	4,21	
	3	38	32,73	20,1	12,83	4,28	
	2	48	32,75	22,3	8,01	4,01	
10	2,8	10	32,73	29,1	11,76	4,20	4,2
	"	20	"	25,85	11,80	4,21	
	"	30	"	22,9	11,91	4,25	
	"	40	"	20,2	11,49	4,10	

$T = 66°$

10	6	14	32,64	29,6	6,98	1,16	1,2
	5	29	32,67	27,2	6,32	1,26	
	4	44	32,70	26,4	4,86	1,22	
	3	58	32,73	26,95	3,35	1,12	
10	5	15	31,03	28,1	6,61	1,32	1,4
	4	30	31,05	26,2	5,65	1,41	
	3	45	31,08	25,85	4,10	1,37	
	2	60	31,1	26,4	2,73	1,37	

Af Undersøgelserne over de 6 fede Syrer fremgaar det, at Hastigheden aftager med stigende Molekularvægt, fra Myresyre til Eddikesyre i særdeles høj Grad. For Myresyrens Vedkommende aftager den med stigende Fortynding, for de øvrige (undtagen Smørsyre) voxer den med denne. For alle Syrerne stiger Hastigheden betydeligt med Temperaturen.

Glycolsyre. En fuldstændig Tørring af denne Syre opnaas bedst ved lang Tids Henliggen i Exsiccator over koncentreret Svovlsyre. Efter 4—5 Ugers Forløb var Vægttabet ved yderligere Henliggen i 2 Døgn kun ubetydeligt. Vejningstitreringen gav ved at opløse i Vand og koge, til en fuldstændig klar Opløsning erholdes, Molekularvægten lidt under 76, hvilket skyldes Dannelsen af en ringe Mængde Anhydrid. Dette er uopløseligt i Methylalkohol og kan fraskilles ved hurtig Filtrering af en koncentreret Opløsning, der derefter fortyndes op til det forønskede Rumfang.

Til Bestemmelse af Reaktionshastigheden benyttedes direkte Ætherdannelse, hvorved fandtes:

$T = 100°$

V	t	P	$P-x$	$10^3 . \frac{1}{t} . l \frac{P}{P-x}$
5	15	28,2	27,15	2,53
	45	"	25,1	2,59
	75	"	23,5	2,43
	107	"	22,0	2,32
	129	"	21,1	2,25
10	15	24,6	24,2	1,09
	59	"	23,1	1,07
	114	"	21,8	1,06
	132	"	21,4	1,06
	152	"	21,0	1,04

Det sés, at Udtrykket i sidste Spalte i hver Forsøgsrække aftager lidt, hvilket utvivlsomt skyldes den betydelige Forringelse af Hastigheden, der her (som for Myresyren) finder Sted med stigende Fortynding. Sættes det for $V = 5$ til 2,6, for $V = 10$ til 1,1, begaas næppe nogen Fejl af stor Betydning.

Mælkesyre. Denne Syre, som det vilde være af Interesse at undersøge, lykkedes det mig ikke trods adskillige Forsøg at erholde i helt vandfri Tilstand, hvorfor jeg maatte renoncere paa Bestemmelsen af dens Reaktionshastighed.

Af enbasiske Syrer har jeg desuden undersøgt 4 Syrer af Bengolgruppen, for hvilke Hastigheden ved Ætherdannelsen er betydeligt ringere end for nogen af de i det foregaaende omtalte Syrer. Disse 4 Syrer — Benzoësyre, Salicylsyre, Ortho- og

Paratoluylsyre — give ligesom flere andre aromatiske Syrer (Gallussyre, Pikrinsyre) ved Opvarmning af deres Opløsning i Methylalkohol til 100° i flere Timer ingen mærkelig Forandring af Opløsningens Titer. Ved Tilsætning af Klormethyl faar derimod Hastigheden en maalelig Størrelse. Dog er det nødvendigt her at anvende længere Tid og større Mængder af Klormethyl. Saaledes er anvendt en Koncentration heraf svarende til fra $Q = 3$ til $Q = 30$, d. v. s. fra 1 til 10 Draaber af den mere koncentrerede Opløsning af Klormethyl i 15 Ccm. af Syreopløsningen. Det har vist sig, at indenfor disse Grændser er Udtrykket $\frac{1}{t} . l \frac{P}{P-x}$ fuldstændig proportionalt med Q. At der gives en Maximumsgrændse for Koncentrationen af Klormethyl, overfor hvilken Proportionaliteten ikke længere finder Sted, kan paa Forhaand indses; men hvor denne ligger, er vanskeligt at afgøre. Betingelsen for Proportionaliteten er aabenbart den, at den frigjorte Klorbrinte atter omdannes til Klormethyl i en Tid, der er forsvindende lille sammenlignet med Ætherdannelsens Hastighed; men da Dekompositionen af Klormethyl af Syren foregaar successivt, synes det rimeligt at antage, at Mængden af Klormethyl til en vis, temmelig høj Grad er uden Betydning for Proportionalitetens Gyldighed. Til en experimentel Undersøgelse heraf frembyder særligt Salicylsyren gode Betingelser.

Benzoësyre. Den synthetisk fremstillede Syre blev renset ved Omkrystallisation af Vand og fuldstændigt tørret over Svovlsyre. Ved Forsøgene fandtes:

$Q = 100°$

V	Q	t	P	$P-x$	$10^3 . \frac{1}{t} . l \frac{P}{P-x}$	$10^3 . \frac{1}{Qt} . l \frac{P}{P-x}$	Middel
5	15	31	30,38	26,4	4,530	0,302	0,30
	12	46	30,4	25,8	3,567	0,297	
	9	61	30,42	25,9	2,637	0,293	
	6	81	30,45	26,2	1,856	0,309	
	3	101	30,5	27,85	0,900	0,300	
5	15	30	25,7	22,4	4,581	0,305	
	"	45	"	21,0	4,488	0,299	
	"	60	"	19,8	4,347	0,290	
	"	76	"	18,85	4,121	0,275	
	"	90	"	18,0	3,957	0,264	
10	24	27	32,1	26,65	6,892	0,287	0,28
	21	47	32,11	24,3	5,930	0,282	
	18	67	32,14	23,0	4,994	0,278	
	15	95	32,17	21,7	4,145	0,276	
	12	114	32,2	21,8	3,422	0,285	
10	15	19	32,17	29,7	4,204	0,280	0,28
	"	40	"	27,0	4,370	0,291	
	"	60	"	24,9	4,269	0,285	
	"	79	"	23,3	4,086	0,272	

For $V = 5$, Q (konstant) $= 15$ aftager Tallene i næstsidste Spalte regelmæssigt, dog ikke betydeligt; forøvrigt er Overensstemmelsen gennemgaaende saa god, som Forsøgenes Nøjagtighed tillader.

For ogsaa her at prøve Konstitutionens Indflydelse paa Hastigheden, er denne bestemt for Para- og Ortho-Toluylsyre. Efter Omkrystallisation af Præparaterne (fra Kahlbaum) bestemtes Smeltepunkterne, hvorved fandtes:

for Orthó-Toluylsyre . . . . . 102—103° C.
- Para-Toluylsyre . . . . . 174° -

Undersøgelserne angaaende Hastigheden ved Ætherdannelsen gave følgende Resultater:

Para-Toluylsyre.

$T = 100°$

V	Q	t	P	$P-x$	$10^3 . \frac{1}{t} . l \frac{P}{P-x}$	$10^3 . \frac{1}{Qt} . l \frac{P}{P-x}$	Middel
5	24	31	29,10	24,1	6,081	0,253	0,25
	21	57	29,13	21,6	5,247	0,250	
	18	90	29,15	19,5	4,467	0,248	
	15	120	29,19	19,4	3,405	0,227	
5	15	34	25,0	21,9	3,894	0,260	0,24
	"	63	"	19,5	3,944	0,263	
	"	83	"	18,4	3,697	0,242	
	"	99	"	17,7	3,489	0,233	
	"	115	"	17,0	3,354	0,224	
10	24	26	31,7	27,15	5,960	0,249	0,24
	21	60	31,73	23,3	5,147	0,245	
	18	90	31,75	21,7	4,229	0,235	
	15	120	31,78	21,0	3,334	0,230	
	12	139	31,80	21,4	2,850	0,238	
10	12	30	31,80	28,9	3,187	0,266	0,26
	"	60	"	26,1	3,292	0,274	
	"	90	"	24,3	2,989	0,249	
	"	110	"	22,9	2,885	0,249	

Ortho-Toluylsyre.

$T = 100°$

V	Q	t	P	$P-x$	$10^3 . \frac{1}{t} . l \frac{P}{P-x}$	$10^3 . \frac{1}{Qt} . l \frac{P}{P-x}$	Middel
5	24	25	30,2	28,5	2,318	0,097	0,095
	18	65	30,24	27,0	1,744	0,095	
	15	90	30,28	26,6	1,441	0,096	
	12	114	30,3	26,7	1,110	0,093	
10	24	29	33,82	32,2	1,692	0,071	0,075
	21	66	33,86	30,4	1,634	0,078	
	18	95	33,90	29,75	1,375	0,076	
	15	125	33,95	29,4	1,133	0,076	
	12	158	34,0	29,55	0,888	0,076	
10	18	45	33,90	32,0	1,282	0,071	0,072
	"	90	"	29,9	1,395	0,077	
	"	135	"	28,5	1,285	0,071	
	"	179	"	27,1	1,251	0,070	

Det ses, at for Para-Syren er Hastigheden (for $V = 10$) c. 3 Gange saa stor som for Ortho-Syren; den synes for den sidstnævnte at aftage noget med stigende Fortynding. Med Undtagelsen af Forsøgene for $V = 5$ for Para-Toluylsyren finder Uoverensstemmelsen mellem Tallene i næstsidste Spalte i Reglen først Sted i 3die Decimal, saa at den 2den maa antages at være nogenlunde paalidelig.

Salicylsyre. Af alle de nærmere undersøgte Syrer er for denne Syre Hastighedskoefficienten ved Ætherdannelsen mindst, 17—1800 Gange mindre end for Eddikesyren; dog lader den sig ved den indirekte Ætherdannelse bestemme saaledes, at Fejlen næppe overskrider nogle faa Enheder i 3die Decimal i Udtrykket for $10^3 . \frac{1}{Qt} . l \frac{P}{P-x}$, saaledes som det fremgaar af de nedenfor anførte Forsøg:

$T = 100°$

V	Q	t	P	$P-x$	$10^3 . \frac{1}{t} . l \frac{P}{P-x}$	$10^3 . \frac{1}{Qt} . l \frac{P}{P-x}$	Middel
5	30	60	30,34	29,6	0,412	0,014	0,016
	24	164	30,40	28,5	0,394	0,016	
	18	202	30,45	28,7	0,293	0,016	
	12	248	30,50	28,95	0,204	0,017	
	6	308	30,55	29,6	0,103	0,017	
10	24	72	32,53	31,8	0,315	0,013	0,015
	18	159	32,60	31,1	0,296	0,016	
	15	268	32,7	30,55	0,254	0,017	
	12	337	32,75	30,7	0,183	0,015	
10	21	90	32,56	31,6	0,323	0,015	0,014
	"	152	"	31,1	0,302	0,014	
	"	214	"	30,7	0,275	0,013	
	"	247,5	"	30,3	0,302	0,014	

Middeltallet af de 3 Forsøgsrækker er 0,015, de største Afvigelser $\pm$ 0,002; naturligvis kan paa Grund af Tallets ringe Størrelse den procentiske Nøjagtighed ikke være særdeles stor.

Flerbasiske Syrer.

For alle de i det følgende omtalte flerbasiske Syrer er Hastigheden betydeligt større end for de undersøgte enbasiske, naar Myresyren og Glycolsyren undtages, hvorfor til deres Undersøgelse er anvendt den direkte Ætherdannelse. Imidlertid viser det sig ogsaa her, at Udtrykket $\frac{1}{t} . l \frac{P}{P-x}$ i flere Tilfælde ikke forbliver konstant, i enkelte Tilfælde endog aftager saa betydeligt med fremadskridende Ætherdannelse, at selv en tilnærmelsesvis Bestemmelse af Hastigheden er udelukket.

Oxalsyre. Denne Syre blev afvandet fuldstændigt ved Opvarmning af den krystalliserede, fint pulveriserede Syre paa Vandbad nogle Timer i en Porcellænsskaal, over hvilken var anbragt en Tragt, hvorigennem ved Hjælp af en Aspirator blev suget en rask Luftstrøm. Den afvandede Syre blev prøvet ved at titrere en afvejet Mængde med en fortyndet Kaliumpermanganatopløsning, hvorved fandtes Ækvivalentvægten 45,02.

Ved Forsøgene paa at bestemme Hastigheden fandtes:

$T = 100°$

V	t	P	$P-x$	$10^3 . \frac{1}{t} . l \frac{P}{P-x}$
5	10	24,4	18,8	26,2
	19	"	16,2	21,7
	26	"	14,6	19,8
	33	"	13,9	17,1
10	7	33,7	28,7	21,9
	17	"	23,6	21,0
	27	"	20,5	18,4
	37,5	"	18,1	16,6
	47	"	17,2	14,3
$T = 66°$				
5	30	24,45	18,8	7,1
	54	"	17,3	6,4
	82	"	16,0	5,2

Forsøgene vise vel, at Hastigheden er betydelig, men tillade forøvrigt ikke at bestemme dens Størrelse, idet der ikke er Tale om en blot tilnærmelsesvis Konstans af Udtrykket i sidste Spalte.

Malonsyre. Syren blev tørret ved 100° C. Ved Titrering fandtes 1 Ækv. = 51,94. Ved Forsøgene fandtes:

$T = 100°$

V	t	P	$P-x$	$10^3 . \frac{1}{t} . l \frac{P}{P-x}$
5	30	32,5	29,0	3,89
	60	"	26,6	3,34
	90	"	24,55	3,18
	138	"	22,65	2,82
10	32	33,8	28,9	4,87
	78	"	24,0	4,39
	90	"	23,2	4,18
	122	"	21,0	3,90
	138	"	20,1	3,77
$T = 66°$				
5	30	39,4	38,3	0,94
	64	"	37,5	0,77
	97	"	36,0	0,68

Som ved Oxalsyren aftager Værdien af Udtrykket i sidste Spalte regelmæssigt.

Ravsyre. Syren blev renset ved gentagen Omkrystallisation. Ved Forsøgene fandtes:

$T = 100°$

V	t	P	$P-x$	$10^3 . \frac{1}{t} . l \frac{P}{P-x}$
5	62	38,1	37,4	0,30
	122	"	36,75	0,30
	203	"	36,3	0,24
	256	"	35,75	0,25
	316	"	35,5	0,23
10	62	33,45	32,95	0,24
	119	"	32,55	0,23
	179	"	32,05	0,24
	237	"	31,65	0,23

Den ringe Hastighed tillader ikke nogen stor Sikkerhed i Bestemmelsen; dog kan det antages, at Hastighedskonstanten — absolut sét — ikke er meget forskellig fra 0,3 for $V = 5$ og 0,24 for $V = 10$.

Ifølge Berthelots og Péan de St. Gilles Undersøgelser er Grændsen for Ætherdannelsen af lige Ækvivalenter Ravsyre og Methylalkohol 66,1 pCt.; derefter bliver (se S. 444)

$$k' : k = 0{,}263,$$

hvoraf beregnes for $n = 124$, $b = 0{,}997$, hvilket atter i den første af ovenstaaende Forsøgsrækker giver for $t = 316$,

$$\frac{x}{b} = 2{,}608,$$

saa at Forskellen mellem x og $\frac{x}{b}$ falder langt indenfor Grændsen for Forsøgsfejlene.

Æblesyre. Omdannelsen ved Opvarmning af denne Syre til Fumarsyre (og videre til Maleïnsyre og Maleïnsyreanhydrid), der i Reglen angives at finde Sted ved 130°, begynder efter min Erfaring ved langt lavere Temperatur, idet den er mærkelig allerede ved 100°. Til Tørring af Æblesyre anvendtes derfor en Temperatur af ikke over 80°, hvorved erholdtes en næsten vandfri Syre; ved Titrering fandtes Vægten af 1 Ækv. = 67,91. Forsøgene over Ætherdannelsen gav følgende:

$T = 100°$

V	t	P	$P-x$	$10^3 \cdot \frac{1}{t} \cdot l \frac{P}{P-x}$
5	45	38,9	37,2	0,99
	90	"	35,6	0,99
	138	"	34,2	0,93
	180	"	32,9	0,93
	220	"	31,9	0,90
10	47	33,7	31,95	1,13
	96	"	30,7	0,97
	131	"	29,9	0,91
	162	"	29,2	0,89
	190	"	28,75	0,84

Hastighedskonstanten kan tilnærmelsesvis sættes til 1,0.

Vinsyre. Denne Syre er undersøgt i 3 forskellige Koncentrationer, idet det har vist sig, at Hastigheden forandres betydeligt med Koncentrationen, nemlig $V = 2$, $V = 5$ og $V = 10$.

For den førstnævnte Koncentration er $n =$ c. 50 (se S. 446), hvilket giver $b = 0{,}995$. Forsøgene ville vise, om den Korrektion i Værdien af x, der derved bør indføres, faar nogen Betydning. Der fandtes:

$T = 100°$

V	t	P	$P-x$	$10^3 \cdot \frac{1}{t} \cdot l \frac{P}{P-x}$	$P-\frac{x}{b}$	$10^3 \cdot \frac{1}{t} \cdot l \frac{P}{P-\frac{x}{b}}$
2	84	26,6	22,2	2,15	22,18	2,16
	144	"	19,6	2,12	19,56	2,135
	205	"	17,2	2,13	17,15	2,14
	240	"	16,0	2,12	15,95	2,13
	325	"	13,4	2,11	13,33	2,13
5	60	66,9	61,9	1,295		
	117	"	57,6	1,28		
	146	"	55,9	1,23		
	168	"	54,7	1,20		
	203	"	52,15	1,23		
10	71	18,8	17,9	0,69		
	130	"	17,3	0,64		
	185	"	16,7	0,64		
	246	"	16,2	0,61		
	310	"	15,65	0,61		

For $V = 2$ er i sidste Spalte opført Værdierne for $10^3 . \frac{1}{t} . l \frac{1}{P - \frac{x}{b}}$ hvor $b = 0{,}995$; Forskellen mellem disse og de i 5te Spalte opførte Værdier falder ganske nær ved Grændsen for Forsøgsfejlene. Forøvrigt sés det, at Tallene i 5te Spalte indenfor hver Forsøgsrække forblive tilnærmelsesvis konstante; samtidigt sés en betydelig Formindskelse med voxende Fortynding.

Druesyre. Syren blev afvandet ved Opvarmning til 100°. Der fandtes 1 Ækv. = 74,04. Ved Forsøgene fandtes:

$T = 100°$

V	t	P	$P-x$	$10^3 . \frac{1}{t} . l \frac{P}{P-x}$
5	30	37,85	36,35	1,35
	69	"	34,5	1,34
	106	"	32,9	1,32
	161	"	31,2	1,21
	212	"	29,6	1,16
10	30	30,6	29,7	1,00
	60	"	28,85	0,98
	99	"	28,2	0,83
	126	"	27,45	0,86
	139	"	27,2	0,85

Hastigheden er for $V = 5$ næppe forskellig fra Vinsyrens, men synes at aftage mindre stærkt med stigende Fortynding.

Citronsyre. For ogsaa at prøve Formlen for en trebasisk Syrer er Citronsyren medtaget. Ved Opvarmning af Syren for at afvande den viste det sig, at den allerede ved 120—125°, yderligere ved henimod 150° farves stærkt brungul under begyndende Dekomposition. Imidlertid kan en fuldstændig Afvanding opnaas ved Opvarmning til 100—105°, hvorved Syren forøvrigt forbliver uforandret. Vejningstitreringen gav 1 Ækv. = 64,07. Ved Forsøgene fandtes:

$T = 100°$

V	t	P	$P-x$	$10^3 . \frac{1}{t} . l \frac{P}{P-x}$
5	30	26,95	26,3	0,81
	90	"	25,5	0,62
	133	"	25,15	0,52
	184	"	24,7	0,47
	253	"	23,5	0,52
10	30	33,2	32,75	0,45
	71	"	32,15	0,45
	146	"	31,0	0,45
	278	"	29,5	0,43
	324	"	29,05	0,41

Hastighedskonstanten kan for $V = 10$ sættes tilnærmelsesvis til 0,5.

Resultater.

Methodernes Brugbarhed. Uagtet de to i det foregaaende omtalte Methoder til Bestemmelse af Reaktionshastigheden ved Ætherdannelsen, den direkte og den indirekte, ere theoretisk lige vel begrundede, vise de experimentelle Undersøgelser, at de ikke ere lige paalidelige i Anvendelsen, idet den direkte Methode er usikker og i flere Tilfælde ubrugbar. Af de tre enbasiske Syrer, for hvilke den er bragt i Anvendelse, have kun de to givet brugbare Resultater, medens den tredje, Myresyren, viser afvigende Forhold, der vanskeligt kunne forklares tilfredsstillende[1]). Af de flerbasiske Syrer vise Oxalsyre og Malonsyre lignende Anomalier, medens for de øvrige Udtrykket $\frac{1}{t} . l \frac{P}{P-x}$ dog forbliver til-

[1]) En Aarsag, som jeg her kun antyder, kunde tænkes at ligge i Myresyrens Flygtighed, hvorved Ætherdannelsen i det uundgaaelige »skadelige Rum« foregaar mellem Stofferne i Dampform. Ved et enkelt Forsøg foretoges direkte Ætherdannelse af Eddikesyre ved 66° ($V = 2,5$) ved Kogning i aaben Kolbe. Denne rummede c. 300 Ccm., var fyldt c. $\frac{2}{3}$ og forsynet med tætsluttende Prop med dobbelt Gennemboring, en til et Allihns Svalerør, en anden til et snevert, galgeformig bøjet Rør, gennem hvilket Prøver til Titrering kunde udtages. Derved fandtes for Udtrykket $10^3 . \frac{1}{t} . l \frac{P}{P-x}$ Værdier, der i 3 Timer varierede fra 3,4 til 4,5, d. v. s. at over Halvdelen af Syren i denne Tid blev ætherificeret, medens Ætherdannelsen ved 66° i tilsmeltede Kolber er næsten umærkelig i samme Tid.

nærmelsesvis konstant, i alt Fald kunne Afvigelserne for disse forklares derved, at de S. 447 nævnte Betingelser ikke ere opfyldte. Men ogsaa for disse Syrers Vedkommende tillader Methoden dog ikke nogen stor Nøjagtighed i Bestemmelsen af den relative Hastighedskoefficient.

Derimod har den indirekte Methode vist sig vel anvendelig i alle de Tilfælde, hvor den er bleven benyttet, og vil rimeligvis kunne anvendes for alle svage enbasiske Syrer, forsaavidt disse ikke dekomponeres partielt ved Ætherdannelsen. Ligeledes er der næppe nogen Grund til at tvivle om, at Methoden lader sig benytte ogsaa overfor andre Alkoholer, saa at den i det hele vil kunne faa en ret udstrakt Anvendelse ved Bestemmelsen af Syrernes relative Reaktionshastighed i alkoholiske Opløsninger.

Forsøgene over den indirekte Ætherdannelse frembyde desuden et ret interessant Exempel paa Anvendelse af Massevirkningsloven; endelig er derigennem ydet et Bidrag til en theoretisk Forklaring af det Forhold ved Fremstillingen af de sammensatte Ætherarter ved Hjælp af Tilledning af Klorbrinte, der har en saa udstrakt praktisk Anvendelse.

Oversigt over Syrernes Hastighedskonstanter. Nedenfor meddeles en Oversigt over de relative Hastighedskonstanter saaledes som disse ere givne ved Udtrykkene $10^3 . \frac{1}{t} . l \frac{P}{P-x}$ og $10^3 . \frac{1}{Qt} . l \frac{P}{P-x}$, resp. for den direkte og den indirekte Ætherdannelsesmethode. For den første maa Tallene betragtes som tilnærmelsesvise, for de i Parenthes satte Syrer som usikre Minimumsværdier.

Direkte Ætherdannelse.

$$10^3 . \frac{1}{t} . l \frac{P}{P-x} .$$

	$T = 100°$	
	$V = 5$	$V = 10$
(Myresyre	> 25	> 22)
Eddikesyre		0,23
Glycolsyre	2,6	1,1
(Oxalsyre	> 26	> 22)
(Malonsyre	$> 3,8$	$> 4,9$)
Ravsyre	0,3	0,24
Æblesyre	1	1
Vinsyre	1,3	0,7
Druesyre	1,3	(1,0?)
Citronsyre	($> 0,8$?)	0,5

Indirekte Ætherdannelse.

$$10^3 . \frac{1}{Qt} . l \frac{P}{P-x} .$$

	$T = 100°$		$T = 66°$	
	$V = 5$	$V = 10$	$V = 5$	$V = 10$
Eddikesyre	23,3	26,5	9,0	8,9
Propionsyre	18,7	21,6	6,7	7,7
Smørsyre	11,7	11,6	4,5	4,2
Isosmørsyre	7,7	9,6	3,1	3,1
Valerianesyre	3,6	4,2	1,2	1,1
Benzoësyre	0,30	0,28		
Para-Toluylsyre	0,25	0,25		
Ortho-Toluylsyre	0,095	0,075		
Salicylsyre	0,016	0,015		

Til Sammenligning mellem Tallene for den direkte og den indirekte Ætherdannelse haves uheldigvis kun den ene Syre, Eddikesyren, for hvilken Bestemmelserne have givet Forholdet $k:K$ = c. 115, et Tal der, som nævnt, ikke kan gøre Fordring paa at besidde nogen særdeles stor Nøjagtighed.

Det viser sig, at Reaktionshastigheden ved Ætherdannelsen er højst forskellig for de forskellige Syrer. Hvis man antager Hastighedskonstanten for Myresyre ($V = 10$) at være 22 — som nævnt en Minimumsværdi — og hvis man endvidere turde antage Forholdet mellem Hastighedskonstanterne ved den indirekte og direkte Ætherdannelse at være tilstrækkelig nøjagtigt bestemt ved Forsøgene med Eddikesyre (hvilket dog som nævnt er meget tvivlsomt), vilde Hastighedskonstanten for Myresyre blive henimod 170000 Gange større end for den svageste af de undersøgte Syrer, Salicylsyren — et Tal, der naturligvis ikke kan gøre Fordring paa Nøjagtighed og som kun anføres for tilnærmelsesvis at give en Forestilling om den overordentlig store Forskel i Hastigheden. Og uden Tvivl findes der Syrer, hvis Hastighed er betydelig større end Myresyrens (som Haloidbrinterne) og andre, for hvilke den er adskilligt mindre end Salicylsyrens (f. Ex. Gallussyre, Pikrinsyre). Hastighedskoefficienten ved Ætherdannelsen er da en for de enkelte Syrer særdeles karakteristisk Konstant.

Indflydelse af Koncentrationen. Hvilke Egenskaber hos Syrerne der betinge disses saa forskellige Hastighed ved Ætherdannelsen, kan der selvfølgelig ikke uden videregaaende Undersøgelser i andre Retninger fremsættes begrundede Anskuelser om. Dog kan maaske Betragtningen af Koncentrationens Indflydelse paa Hastigheden give et Fingerpeg

i Retning af den Vej, man i saa Henseende kan følge. Indvirkningen af Koncentrationen viser sig at være meget forskellig. For nogle af de undersøgte Syrer (Glycolsyre, Vinsyre) aftager Hastigheden stærkt med stigende Fortynding, for andre i ringere Grad (Benzoësyre, Ortho-Toluylsyre, Ravsyre, Druesyre og rimeligvis Myresyre og Oxalsyre); for andre er atter Koncentrationen uden mærkelig Indflydelse (Smørsyre, Para-Toluylsyre, Salicylsyre, Æblesyre); endelig gives der Syrer, for hvilke Hastigheden omvendt voxer med Fortyndingen (Eddikesyre, Propionsyre, Isosmørsyre, Valerianesyre og rimeligvis Malonsyre). Dette tilsyneladende ganske regelløse Forhold synes dog at antyde, at Syrerne i methylalkoholisk Opløsning befinde sig i forskellig molekulær Tilstandsform, og at denne paavirkes paa uensartet Maade af Fortyndingen. En nærmere Undersøgelse af denne forskellige Tilstandsform vil da muligvis kunne bidrage til at belyse Aarsagen til den forskellige Hastighed.

Indflydelse af Temperaturen. I Modsætning til Koncentrationens Indflydelse viser Virkningen af en Temperaturforhøjelse sig at være ganske ensartet, idet for alle undersøgte Syrer Hastigheden uden Undtagelse voxer betydeligt med denne, hvad der allerede er bekendt fra tidligere Undersøgelser. Sammenligner man Forholdet mellem Hastighedskonstanterne ved 100° og 66° for de fede Syrer, viser der sig følgende:

	$k^{100°} : k^{66°}$	
	$V = 5$	$V = 10$
(Myresyre	2,68	3,57)
Eddikesyre	2,59	2,98
Propionsyre	2,81	2,81
Smørsyre	2,60	2,71
Isosmørsyre	2,50	2,83
Valerianesyre	3,00	3,00

Med Undtagelse af Myresyren, for hvilken Tallene ere usikre, varierer Forholdet mellem 2,5 og 3,0, saa at for disse Syrer Hastighedskonstanten voxer i ikke meget forskellig Grad, naar Temperaturen forøges fra 66° til 100°. Det er da rimeligt at antage, at Aarsagen til Forandringen væsentligst maa søges i Forandring af Methylalkoholens molekulære Beskaffenhed med Temperaturen. En Undersøgelse af den Formindskelse i Methylalkoholens Dampspænding ved forskellige Temperaturer, der bevirkes af saadanne Stoffer, som i andre Opløsningsmidler give normal Dampspændingsformindskelse (eller normal Frysepunktsdepression) vil kunne vise, hvorvidt Molekularvægten af flydende Methylalkohol, afviger fra den til Formlen svarende og om den forandres med Temperaturen. Undersøgelser af denne Art, som jeg har paabegyndt og haaber senere at faa Lejlighed til at fuldføre, synes at bekræfte denne Formodning.

Indflydelse af Syrens Konstitution. Hvilken betydelig Indflydelse Syrens Konstitution udøver paa Ætherdannelsen, sés bl. a. af de 2 Par isomere Syrer. For Isosmørsyre er Konstanten for $V = 10$ c. $\frac{3}{4}$ af Smørsyrens, for Ortho-Toluylsyre c. $\frac{1}{3}$ af Para-Toluylsyrens. Derimod er den for Vinsyre og Druesyre for $V = 5$ vistnok meget nær den samme (ligesom i vandig Opløsning), men synes for Vinsyre at paavirkes mere af Koncentrationen end for Druesyre. Endvidere ses det i alle Tilfælde, at i homologe Rækker Hastigheden aftager med voxende Molekularvægt; men med Undtagelse af denne (ogsaa for den vandige Opløsning gyldige) Regel synes ingen Regelmæssighed i Konstitutionens Virkning at være gældende. Saaledes bevirker Substitutionen af OH for H i de to Tilfælde: Eddikesyre-Glycolsyre og Ravsyre-Æblesyre en Forøgelse af Hastigheden, for Æblesyre-Vinsyre ingen eller kun ringe Forandring, for Benzoësyre-Salicylsyre en betydelig Formindskelse.

Sammenligning med Reaktionsevnen i vandig Opløsning. Til bedre Oversigt over Forholdene er for begge Opløsningsmidler Hastighedskonstanten for Myresyre vilkaarlig sat til 10^4, hvilket for Myresyre i Methylalkohol, hvis den for $V = 10$ sættes til 22, omtrentlig svarer til en Multiplikation med 4×115. For den indirekte Ætherdannelse ere Tallene da multiplicerede med 4. I nedenstaaende Tabel ere Syrerne ordnede efter aftagende Hastighed ved Ætherdannelsen (for $V = 10$) og foruden denne i 3die Spalte anført Reaktionshastigheden for den vandige Opløsning, saaledes som denne er fundet dels ved Methylacetat-, dels ved Sukkerinversionsmethoden:

	I Methyl-alkohol.	I Vand.
Myresyre	10000	10000
Oxalsyre	(10000?)	121372
Malonsyre	(2200?)	20131
Glycolsyre	500	8562
Æblesyre	460	8300
Druesyre	460	17523
Vinsyre	320	17523
Citronsyre	230	11242
Ravsyre	110	3562
Eddikesyre	106,0	2614
Propionsyre	86,4	2321
Smørsyre	46,4	2282
Isosmørsyre	38,4	2189
Valerianesyre	16,8	
Benzoësyre	1,12	
Para-Toluylsyre	1,00	
Ortho-Toluylsyre	0,30	
Salicylsyre	0,06	

Det ses, at fra Druesyren til Valerianesyren er Rækkefølgen den samme for de to Opløsningsmidler, medens den for de foregaaende Syrer er forskellig. Glycolsyre og Æblesyre have dog i Methylalkohol ligesom i Vand tilnærmelsesvis samme Hastighed. Denne varierer for øvrigt gennemgaaende betydeligt mere for den alkoholiske end for den vandige Opløsning.

I det foreliggende Arbejde er gjort Begyndelsen til en Undersøgelse af Syrernes Forhold i alkoholisk Opløsning, idet der er bestemt den relative Reaktionsevne ved Ætherdannelsen for en Række af Syrer. Hvorvidt denne er den samme ved andre Processer i alkoholisk Opløsning, ved hvilke Syrerne kunne optræde (f. Ex. overfor Metalalkoholater), og om den staar i lignende Forhold til andre fysiske Egenskaber, som Reaktionsevnen i vandig Opløsning, er Spørgsmaal, som det er forbeholdt senere Undersøgelser at søge besvarede.

Til Udarbejdelse af nærværende Afhandling har jeg modtaget Understøttelse af Carlsbergfondet, for hvilken jeg herved benytter Lejligheden til at bringe Fondets Direktion min bedste Tak.

INDHOLD.