

STUDIER OVER UDVALGTE EMNER

AF

DEN KEMISKE GEOLOGI OG DEN  
KEMISKE AGROGEOLOGI

I. DEN KEMISKE GEOLOGIS OG DEN KEMISKE AGROGEOLOGIS  
HISTORIE I DANMARK

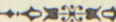
II. PAAVISNING AF SMAA MÆNGDER AF METALLER I DANSKE  
JORD- OG STENARTER

AF

K. RØRDAM

---

D. KGL. DANSKE VIDENSK. SELSK. SKRIFTER, 7. RÆKKE, NATURVIDENSK. OG MATHEM. AFD. XI. 5



KØBENHAVN

HOVEDKOMMISSIONÆR: ANDR. FRED. HØST & SØN, KGL. HOF-BOGHANDEL

BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI

1914





Under Beskæftigelse med en Række kemiske Jordbundsanalyser, om hvilke der i Afsnit II af denne Afhandling vil blive givet Beretning, følte Forfatteren Trang til i højere Grad end tidligere var sket at klarlægge de vigtigste Træk i den kemiske Geologis og den kemiske Jordbundsundersøgelses Historie i Danmark.

I det efterfølgende er der derfor under Afsnit I søgt at tilvejebringe en Oversigt over, hvad der tidligere her til Lands er udført af denne Art Undersøgelser.

Den almindelige Kemi her i Danmark indtil forrige Aarhundredes første Halvdel har haft sin Historieskriver i E. A. SCHARLING. Det tør siges, at Scharling har faaet de væsentlige Hovedtræk med i sin Behandling, selv om den næppe er helt udtømmende. Scharling tager saaledes væsentlig Sigte paa at beskrive de Forhold, under hvilke Kemien har været doceret, medens selve de kemiske Undersøgelser, der er udført, i hans Beskrivelse spiller en mere underordnet Rolle. Scharling tager saa godt som slet ikke Hensyn til, hvad der er udrettet af kemiske Jordbundsundersøgelser.

For nogle Aar siden (1907) havde Forf. i en Artikel: Jordbundsundersøgelser og agronomiske Kaart i andre Lande og i Danmark (Tidsskrift for Landøkonomi 1907. S. 537—563) Lejlighed til at fremdrage et beslægtet Emne i sine vigtigste Hovedtræk, men den kemiske Geologis og den kemiske Agrogeologis eller Jordbundsundersøgelses Historie i Danmark er forøvrigt et helt uopdyrket Felt.

Det er vel næppe at vente, at der ved dette første Forsøg paa at give Fagets Historie er opnaaet at faa alting med, i Særdeleshed da Kildeskrifterne dertil er spredte paa de mest forskelligartede Steder, men jeg tror dog ikke, at der er forbi-gaaet noget af væsentlig Betydning.

Ved Understøttelse fra Carlsberg Fondet er jeg blevet sat istand til at udføre de i det efterfølgende omhandlede Arbejder, jeg tillader mig derfor paa dette Sted, at bede nævnte Fonds højtærede Bestyrelse at modtage min bedste Tak.

E. A. SCHARLING: „Bidrag til at oplyse de Forhold under hvilke Chemien har været dyrket i Danmark“. Indbydelsesskrift til Kbhvns Universitets Aarsfest. Kbhvn., 1857.

I den afsluttende afhandling er der derfor under Afsnit I sagt at tilføje en Over-  
sig over hvad der tidligere har til Landet er udført af denne Art Undersøgelser.  
Den afsluttende Afhandling er i Danmark indtil forrige Aarhundrede længe  
blevet en af de vigtigste i de A. Sprogene. Det for siges at betynde  
for dem de væsentlige Hovedpunkter med i sin Behandling selv om den næppe er  
blev udført. Behandlingen tager særlig hensyn til de kemiske For-  
hold under hvilke Kemien har været hændt, medens selv de kemiske For-  
hold, der er udført, i disse Hovedpunkter spiller en mere underordnet Rolle.  
Behandlingen tager sig god som det ikke Hensyn til hvad der er udført af kemiske  
og Jordbrugsundersøgelser.

For nogle Aar siden (1887) havde Hof i en Afhandling om Jordbrugsundersø-  
gelser og økonomiske Hæder i nogle af de danske Lande og i Danmark (Tidsskrift  
for Landbrugsvidenskab 1887, 2. 337-355) behandlet om i Hensyn til de vigtige Punkter  
den vigtige Hovedsag, men den kemiske Geologi og den kemiske Agro-  
geologi eller Jordbrugsundersøgelser Historie i Danmark er forholds-  
vis af den nyeste Art.

Det er vel næppe at vente at der ved disse gamle Forsøg har af givet Hjelpe  
Historie er opgjort at den alting med i Sammenhæng de Kildeskriftene der er  
gængsle på de mest forskellige Steder, men jeg tror dog ikke at der er for-  
gængt noget af væsentlig Betydning.

Ved Undersøgelserne om Geologien i Danmark er jeg blevet sat i Stand til at ud-  
føre de for afsluttende omfattende Arbejder, jeg tillader mig derfor på dette  
Sted at gøre nærmere Beskrivelse af de vigtigste Resultater af undersøge min  
bedste Tid.

I den afsluttende Afhandling er der sagt at tilføje en Over-  
sig over hvad der tidligere har til Landet er udført af denne Art Undersøgelser.



I.

Den kemiske Geologis og  
den kemiske Agrogeologis Historie i Danmark.





## A. I Tidsrummet før Aar 1800.

Kemiske Jordbundsundersøgelser har indtil den nyeste Tid, — naar man ser bort fra J. G. Forchhammers Arbejder — været af en meget tilfældig Karakter udført af Undersøgere, der med meget forskellige Kvalifikationer uden bestemt Plan lejlighedsvis beskæftigede sig med en og anden Opgaves kemiske Side, som det faldt i deres Lod at støde paa og blive interesseret i.

Man kan næppe vente at finde Undersøgelser af Betydning for den kemiske Geologi eller den kemiske Agrogeologi før i det tidligste i Midten af det 18de Aarhundrede<sup>1</sup>. Ganske vist er det bekendt, at i Udlandet havde metallurgiske Operationer og Undersøgelser, ligesom ogsaa „Proberkunsten“, drevet frem dels af det praktiske Livs Krav, dels af Tidens Søgen efter Midler til at foretage „Metaltransmutationer“, fra ældgammel Tid allerede i det 17de Aarhundrede arbejdede sig op til et ingenlunde ringe Standpunkt. Denne Side af Kemien havde ogsaa herhjemme haft sine Dyrkere.

OLE BORCH (1626—1690) maa siges ubetinget at være den mest fremragende af disse. Om Borchs „Docimastice metallica“, der udkom 1677 og blev oversat paa flere Sprog, lyder Bedømmelsen fra den mest autoritative Side, at det var et Værk, „som giver en for hans Tid klar og temmelig fuldstændig Methode til Undersøgelse af de vigtigste Metalmalme“<sup>2</sup>. Desuden har Borch i TH. BARTHOLINS: „Acta medica“ skrevet en Række mindre Afhandlinger, „der viser, at han har været en dygtig Experimentator, en skarp Iagttager, og at han har haft et omfattende Kendskab til sin Tids praktiske Kemi“<sup>3</sup>. Men efter Borchs Død skete der en almindelig Tilbagegang i de kemiske Studier her i Landet, og endnu i Midten af det 18de Aarhundrede stod den analytiske Kemi og i Særdeleshed Jordbundsanalysen paa et meget uudviklet Standpunkt i Danmark. E. A. Scharling karakteriserer saaledes Tidsrummet fra 1670—1800 i Danmark paa følgende Maade: „Denne Perodes Sær-

<sup>1</sup> E. A. SCHARLING, anf. Sted.

<sup>2</sup> S. M. JØRGENSEN: Biografi af OLE BORCH i BRICKA: „Dansk biogr. Lex.“ 2det Bd. Kbhvn., 1888. S. 507.

<sup>3</sup> Anf. Sted.



kjende er i Begyndelsen en stadig aftagende Interesse for det chemiske Studium; senere omtrent fra Midten af det 18de Aarhundrede gjordes nogle Forsøg paa at hæve det chemiske Studium; men disse var saa lidt frugtbringende, at omtrent 20 Aar før Aarhundredets Slutning, da det chemiske Studium tog et saa stort Opsving i andre Lande, var der ikke engang ved Universitetet nogen Docent, som ansaa sig forpligtet til at imødekomme Ønsket om chemiske Forelæsninger for Læger og Pharmaceuter<sup>1</sup>. Stod det saa ringe til med det almindelige kemiske Studium her i Danmark, som Scharling i ovenanførte Udtalelser viser, kan man vel tænke sig, at der ikke er meget at vente med Hensyn til kemiske Jordbundsundersøgelser. Udover nogle Undersøgelser med Skedevand eller Eddike af „Jordmarv“ eller Mergel blev der til over Midten af det 18de Aarhundrede saa godt som slet ikke foretaget Jordbundsundersøgelser ad kemisk Vej, selv om, som ERICH PONTOPPIDAN fremhæver<sup>2</sup>, den i første Halvdel af Aarhundredet virkende „Kongelige Mineral-Inspecteur“, senere Byskriver i København ANDREAS BIRK havde indlagt sig Fortjeneste ved rundt om i Landet at indsamle „adskillige Farve-Arter, Leer-Arter og deslige“. Pontoppidans Fortegnelse indeholder Beskrivelse af mange af de mærkeligste danske Jordarter og hans „Den danske Atlas“ vil altid blive ved at være en Hovedkilde til Studiet af Danmarks Geologi og Jordbundslære i det 18de Aarhundrede, men kun faa egentlig kemiske Oplysninger om de forefundne Jordarter findes optegnet. Nogle af de vigtigste er følgende:

„Blaae Oker. Terra venero-martialis eller participerende baade i Jern og Kaaber, findes ved den Bonde-Bye Skulleløv i Jægerspris Amt. Paa Fuerland haver MONS. THAARUP fundet en blaae Leer, som i Luften forbedres, saa at den i Farve ligner den beste Schmaltz-Blaae. Samme Art findes ved Tide-  
mandsholm i Vendsyssel“<sup>3</sup>.

At Pontoppidan sigter til Vivianit er utvivlsomt; denne Jordart forekommer som bekendt i mange sumpige Lavninger i Danmark<sup>4</sup>. Frisk opgravet har Stoffet en hvidgraa Farve og jordagtig Beskaffenhed, men ved at henligge i Luften ilter det sig og forandrer Karakter. Det falder hen til Pulver, og Farven bliver smuk mat-blaa eller smalteblaa, som Pontoppidan siger. Man kunde vel nok være tilbøjelig til at antage, at Angivelsen om at „Kaaber participerer“ i den „Blaa Oker“s kemiske S sammensætning mere skyldtes Stoffets blaa Farve end en kemisk Paavisning af Kobber, som man maatte antage var vanskeligt for Datidens Kemikere, naar det drejede sig om saa smaa Kobbermængder ved Siden af saa store Mængder Jern; men Pontoppidan har dog Ret i sin Angivelse. Med Nutidens langt bedre analytiske Midler kan nemlig paavises Kobber overalt i Myremalm og i Vivianit, og som det vil fremgaa af nedenanførte, var det ogsaa muligt for Kemikerne paa Pontoppidans

<sup>1</sup> E. A. SCHARLING i anførte Værk S. 44.

<sup>2</sup> ERICH PONTOPPIDAN: „Den danske Atlas“. Tomus I. Kbhvn., 1763. S. 452 o. flg.

<sup>3</sup> Sm. Std. S. 462.

<sup>4</sup> K. RØRDAM: „De geologiske Forhold i det nordøstlige Sjælland“. Danmarks geol. Unders. 1ste R. No. 1. Kbhvn., 1893. S. 86 o. flg.



Tid at paavise selv ganske smaa Kobbermængder i en Opløsning ved den saakaldte Cementationsproces. Dette fremgaar af det Sted, som nu skal anføres. Pontoppidan fremdrager en Angivelse af Historikeren J. LANGEBEK i „Acta Societat. Hafn. Tom. VII. P. 454 seqv.“<sup>1</sup>, som fra Apoteker ved Vajsenhusapoteket i København v. STEUBEN den 27de Feb. 1758 havde modtaget Beretning om forskellige Undersøgelser, Steuben havde anstillet for Langebek. Steubens Beretning lyder:

„Efter Løfte giver jeg mig den Ære at tilsende Dem den Efterretning, angaaende de mig bekiendte mineraliske Ting, som iblandt andre findes i Jylland. I Bierre-Herred ved Søe-Kanten paa Biørns-Knude er en stor Deel Vitriol og Alun-Ertz, som bestaaer i en sort feed leeragtig Jord, af hvilken jeg Anno 1752 fik ungefær en 6 Skiepper at undersøge, og bekom af samme Quantum hen ved 13 Pund Vitriol. Solutionen blev forrettet i et Træ-Kar, men Indkaagningen skeede i et stort Jern-Kar, hvor der da paa Bunden præcipiterede sig en 5<sup>1/2</sup> Lod fint Kaaber...“

Da Alunjords Vægtfylde kan sættes meget nær lig 2, og en Skæppe er lig 17,37 Liter, er der altsaa omtrent 43 Milligram Cu O i et Kilogram Alunjord fra Bjørnsknude efter Apoteker v. Steubens Undersøgelser, en Angivelse som er rimelig nok set i Belysning af de senere i denne Afhandling anførte Undersøgelser.

Pontoppidan gør ogsaa opmærksom paa en anden kvantitativ Analyse af en Jordart, som dengang spillede en ret betydelig Rolle, nemlig den submarine Tørv, som paa Sønderjyllands Vestkyst fra ældgammel Tid blev benyttet til Saltudvinding. Han anfører saaledes:

„Det meeste og beste af saadant Landets eget Salt er det, som kaages i Sønder-Jylland, særdeles i Tønder-Amt og ligeledes føres op i Landet under Navn fresisk Salt, da Bønderne undertiden betale det temmelig dyre, men ellers gemenligen give en Tønde Rug for en Tønde Salt. Om dets Behandling have HEINRICH, DANCKWERT, EWALD og andre givet nogen Efterretning, men intet saa grundigt og udførligt som vores Doct. JOH. CHRIST. FABRICIUS<sup>2</sup>, hvis ypperlige Afhandling om det fresiske Kiøken-Salt findes i Act. Societat. Reg. Hafn. Tom. VIII. p. 171 seqv. Deraf vil jeg anføre noget, som egentlig henhører til dette Sted, nemlig om den Materie, Saltet brændes af, og den Maade paa hvilken det skeer. Hans Ord ere disse: „Om den Jord, hvoraf det fresiske Salt bliver tillavet:

1. Den er ikke andet end ordentlig Tørve-Jord, som dog paa de fleeste Steder er temmelig blandet med Søe-Græs og andre mestendeels forraadnede Søe-Gevæxter, dog finder man og deri Stængler og Rødder af Lyng (*erica*) og andre *vegetabilibus*, som voxer i Moradser og er Beviis paa, at det i forrige Tider, førend det blev oversvømmet af Søen virkelig har været Tørve-Mose.

<sup>1</sup> ERICH PONTOPPIDAN: Anf. Std. S. 486.

<sup>2</sup> Johan Christian Fabricius f. 1697 i Hastrup ved Tønder, død 1775 som Physicus i denne By. Han skrev om forskellige medicinske Emner og anførte Afh. „Om det fresiske Kiøkensalt“. Efter NYERUP & KRAFT: „Almindelig Litteraturrexikon. Kbhvn., 1820.



2. Denne Jord brænder noget slettere end den ordentlige Tørv og giver ikke saa god Lue, men vel saa megen Heede som grov Tørv, dog tillige en ubehagelig og fast svovlagtig Røg, snart som Røgen af Ko-Møg, naar det bliver brændt.

3. Naar man brænder 1 Pund (nemlig 32 Lod) af denne Tørve-Jord i frie Luft, saa bliver deraf 8 Lod Aske, hvilke ved Udludning og Uddampning indtil det er tørt, giver  $3\frac{1}{2}$  Lod god tørt Salt. Men dersom man ikke lader den Moderluud vel dryppe af det, saa trækker det nogen Fugtighed til sig igien af Luften.

4. Dersom man udluder Salt-Jorden uden først at forbrænde den og lader Lagen uddampe, saa faar man et guulrødt Salt, som smager ligesom Kiøken-Salt, men tillige noget ekkel: Naar det bliver varmt giver det en svovlagtig Luft, og meget hastig drager Fugtighed til sig af Luften. Vil man solvere dette med Potaske-Luud, bliver det tykt og sætter en Magnesium paa Bunden<sup>1</sup>.

Der gives dernæst en Beskrivelse om, hvorledes den submarine Tørv graves, brændes og udludes, angaaende hvilket der kan henvises til Originalen. Da 1 Pund Tørvejord efter Fabricius, som anført, giver  $3\frac{1}{2}$  Lod Salt, altsaa c. 11% Salt, maa Tørven oprindeligt have indeholdt flere Gange sin egen Vægt Havvand, som er blevet indtørret, hvilket ogsaa tildels fremgaar af Beskrivelsen af Tilberedelsen.

Pontoppidan anfører desuden efter forskellige Kilder en Del mer eller mindre ubestemte Angivelser om Forekomster af guld- og sølvholdige Jord- og Stenarter rundt om fra Danmark. I de fleste Tilfælde er det sandsynligvis Forvekslinger med Svovlkis, Glimmer o. l. metalglinsende Mineraler, som endnu i adskillige Tilfælde af mindre kyndige Findere antages for at indeholde ædle Metaller.

Fra omtrent samme Tidspunkt som Dr. Fabricius og Apoteker Steubens Undersøgelser findes en lille kurios Afhandling, der indeholder en stor Mængde Forsøg paa baade kvalitative og kvantitative kemiske Undersøgelser. Bogen er Dr. JOH. CHR. LANGE'S: „Lære om de naturlige Vand“, (Kbhvn., 1756). Den vidner om Forfatterens store Belæstethed i Datidens kemiske og balneologiske Litteratur og vimler af Henvisninger og Citater. En og anden Oplysning af Interesse om de daværende Kilder og Brønde i Københavns Omegn kan ogsaa udvindes ved Studiet af Bogen, men i kemisk Henseende er den temmelig værdiløs trods de mange Analyser. Forfatterens Hovedreagens er nemlig en Opløsning af Sølvnitrat, og han mener, at han ved at sætte nogle Draaber heraf til de Kildevande, som han vil undersøge, kan bedømme Vandets Indhold af forskellige Salte gennem den Farve Bundfaldet, som dannes, faar, dels straks efter Tilsætningen, dels ved Henstand:

„Naar der i Vandet findes opløst luttret Salpeter, saa fremskinner en Eddike-Rose-Farve (Color Rosæ Saturat. rubentis C. B.)...“

„Naar der er glaubersk Salt i Vandet, saa bliver Præcipitatet som blaaligt Kugel-Lak...“

<sup>1</sup> ERICH PONTOPPIDAN: Anf. Std. S. 465 o. flg.



„Af Sedlitzer-Salt i Vandet som Zinnober i Stykker eller som en dunkel Blod-Farve (Saturat. Sangvin.)“ o. s. v.<sup>1</sup>

De kvantitative Undersøgelser, ved hvilke Lange inddamper en afvejet Vægtmængde Kildevand og efterhaanden vejer de forskellige udskilte og udkrystalliserede Salte, er noget bedre, men dog næppe synderlig paalidelige med Hensyn til Adskillelsen af Stofferne.

Undersøgelsen af Vand spillede i det hele taget i Halvtredserne og Tredserne i det 18de Aarhundrede en ikke ringe Rolle. Foruden den nævnte Afhandling af Joh. Chr. Lange fra 1756 haves fra samme Tid Præsten Magister I. A. DYSSSEL's Undersøgelse af den laalandske Luft, Vand og Jord. Afhandlingen blev af Datiden temmelig berømmelig omtalt, til en vis Grad ogsaa med Rette. Dyssel giver saaledes Temperaturtabeller efter daglige Termometermaalinger for c. 1 $\frac{1}{2}$  Aar og ligeledes andre meteorologiske Data fra Dag til Dag i dette Tidsrum, han noterede Trækfuglenes Vandringstider og foretog kemiske Undersøgelser af Vandet fra Brønde, Kilder og aabne Vandsteder paa Laaland. Hans kemiske Undersøgelser maa i Betragtning af Forholdene siges at være ikke saa ringe, men hans Slutninger er temmelig forvirrede<sup>2</sup>.

Arkivtegneren SØREN ABILDGAARD, der 1759 leverede sin bekendte gode geologiske Beskrivelse af Stevns Klint, optræder ogsaa som Vandanalytiker i en lille Afhandling fra 1763 om Kalle-Kilde ved Antvorskov. Abildgaards Reagensrække er ikke helt ringe. For Jern i Vandet prøver han med knuste Galæbler, for Kobber med hvad han kalder „Spiritus Salis armoniaci“. En blank Staalklinge anbringes i Vandet og iltes noget, hvad der tages som Bevis paa, at der er „noget salinisk“ i Vandet, da Klingen ingen Forandring lider ved at henstaa ligesaa længe i rent Vand. Han opløser „fint Sølv“ i „rectificeret Spiritus nitri“, og da Vandet kun giver en ringe Uklarhed hermed, indeholder Vandet „intet grovt Saltvæsen“. Ved Henstand faas derimod „et brunt Præcipitatum“, og Abildgaard slutter rigtigt heraf, at der i Vandet maa være „noget salinisk et fint sulphurisk eller brændelig Væsen for Haanden“ [Svovlbrinte]. Abildgaard naar i det hele at faa de vigtigste kemiske Reaktioner med og staar paa et adskilligt mere fremskredent Standpunkt i kemisk Analyse end før omtalte Joh. Chr. Lange.

Mergelundersøgelser kommer atter til at spille en større Rolle i den følgende Tid, bl. a. paa Grund af Kolonisationsforsøgene paa Heden.

Som andetsteds er fremhævet<sup>3</sup>, havde England paa den Tid i FRANCIS HOME en fremragende Agrikulturkemiker. Han forstod saaledes at gøre Skel mellem de

<sup>1</sup> JOH. CHR. LANGE: „Lære om de naturlige Vande samt grundig Undersøgning af de Vande, som findes udi Kiøbenhavn og dens Egne og til allehaande Nytte af dens Indbyggere meest blive anvendte. Næst Opløsning paa det Spørgsmaal: Hvilket Vand er det bedste? Kbhvn., 1756. Tredie Capitul: Om Vandenes tilstrækkelige Undersøgning, § 25 § 26. S. 20 o. flg.

<sup>2</sup> Magister DYSSSEL kan siges at lide af Besættelse af Spiritus nitri, som han med Forkærlighed beskæftiger sig med. Salpeter i Jorden er efter Dyssel Skyld i „Brand“ i Hveden, Salpeter i Luften Skyld i „den laalandske Feber“, og han er tilbøjelig til paa ikke helt forstaaelig Maade at sætte Salpeter i Drikkevandet i Forbindelse med „det laalandske phlegmatiske Temperament“.

<sup>3</sup> K. RØRDAM: „Geologi og Jordbundslære“ 3die Bd. Kbhvn., 1910. S. 121—124. FRANCIS HOME'S „Principles of agriculture“ (3rd ed. London, 1762; findes paa Landbohøjskolens Bibliotek).



vigtigste Typer af dyrkelige Jordarter og videnskabelig at beskrive dem, men var ogsaa i Stand til ikke alene kvalitativt at prøve Mergel, hvad man kendte allerede i Oldtiden, men Home kunde ogsaa kvantitativt bestemme Mergels „Godhed“. Han udtrak en bestemt Mængde Mergel med Skedevand. Efter Filtrering fældedes Opløsningen med „brændt Vinsten“, d. v. s. Kaliumkarbonat, hvorved der fremkom et hvidt Bundfald, som han efter Udvaskning, Tørring og Glødning fandt var brændt Kalk. Han kendte ogsaa Mergels alkaliske Reaktion overfor farvede Planteekstrakter. Home's „Principles of agriculture“, der udkom i flere Udgaver paa Engelsk, og hurtigt blev oversat og udbredt i Frankrig og Tyskland, synes dog ikke dengang at have været kendt eller blev i alt Fald ikke benyttet i Danmark før betydelig senere. Dr. ERICHSEN udgiver saaledes i 1763 „Kort Afhandling om Saltene og saltagtige Corpora, som kand tiene til Instruxion for dem, der skal bestyre Salpeter- og Teglværker samt Rydnings-Værket i Jylland etc.“<sup>1</sup>. Den indeholder en ikke synderlig klar, almindelig Oversigt over Datidens kemiske Anskuelse om Syrer, Baser og Salte og beskriver ogsaa forskellige Jordarter, men naar ikke nær op i Højde med Home's Værk.

Lidt før Erichsens Afhandling fremsatte SØREN TESTRUP, der var Kasserer ved Kolonierne paa Alheden, en Afhandling om „Jordmarv eller Mergel“<sup>2</sup>. Den nøjes dog med den kvalitative Paavisning af Karbonaterne i Mergel. Nogle Aar senere (1776) fremkommer SØREN ABILDGAARDS store Artikel om Mergel i det først udkomne Bind af det i 1768 stiftede kgl. danske Landhusholdnings-Selskabs Skrifter<sup>3</sup>. Den er med uhyre Vidtløftighed inddelt i 53 Paragraffer, men maa siges at indeholde gode Oplysninger om de i Danmark forekommende og benyttede Mergelarter og andre i Agerbruget anvendte Jordarter. Forf. angiver en tilsyneladende af ham selv udarbejdet Metode til ved Slemning kvantitativt at bestemme en Jordarts Indhold af Ler, Sand og Grus. Kalkindholdet i Jorden bestemmes ved Hjælp af Skedevand. Abildgaard forstaar at skelne mellem Kalk, der bruser med Syre og indeholder „elastisk Luft“<sup>4</sup> og Gibs, der er Kalk bundet til „vitriolisk Syre“. Han viser, hvorledes Gibs kan omdannes til Kalk, der bruser med Syre [Karbonat] ved at koges med „Potaskelud“.

I den følgende Tid, indtil det 18de Aarhundredes Slutning, spillede kemiske Jordbundsundersøgelser ikke nogen nævneværdig Rolle. I SCHUMACHER's Fortegnelse fra 1801<sup>5</sup> nævnes af egentlig danske undersøgte Objekter foruden Mergel og Ler og et Par enkelte Mineraler fra løse Blokke kun to danske Forekomster, nemlig Tung-

<sup>1</sup> ERICHSENS anførte Afhandling findes i Danmarks og Norges oconom. Mag. VIII Bd. S. 29—36.

<sup>2</sup> SØREN TESTRUP: „Om Jord-Marv eller Mærgel som findes paa adskillige Steder særdeles i Nørre-Jylland samt dens nyttige Brug“. Danmarks og Norges oconom. Mag., 14. Bd. Kbhvn., 1760. S. 61—76.

<sup>3</sup> SØREN ABILDGAARD: „Afhandling om Mergel“. Det kgl. danske Landhusholdnings-Selskabs Skrifter, 1ste Del. Kbhvn., 1776. S. 147—286.

<sup>4</sup> Betegnelsen „Spiritus elasticus“ for Kulsyre skyldes FR. HOFFMANN. (Smgl. H. KOPP: „Geschichte der Chemie“ 3te Bd. (1845. S. 284).

<sup>5</sup> CHRISTIAN FREDERICH SCHUMACHER: „Versuch eines Verzeichnisses der in den Dänisch-Nordischen Staaten sich findenden einfachen Mineralien“. Kbhvn., 1801.



spatknolde fra det plastiske Ler ved Frederits og Gipskrystaller fra det plastiske Ler ved Refsnæs.

E. FLEISCHER gav i 1790 i sin „Agerdyrknings-Katekismus“<sup>1</sup> i de to første Kapitel et af de første Forsøg paa en dansk Jordbundslære. Beskrivelserne af Jordarterne er ret udførlig, men kemiske Undersøgelser findes der ingen af.

P. C. ABILDGAARD — Søren Abildgaards berømte Søn — beskæftigede sig, som det vil vides, ikke saa lidt med Mineralanalyse og nævnes gentagne Gange hos Schumacher, men det var grønlandske og norske Mineraler, hans Undersøgelser drejede sig om. Apoteker Meyer's mystiske, men snildt udtænkte Begreb *Acidum pingve*<sup>2</sup>, der en Tid lang havde spillet en ikke ringe Rolle for Forstaaelsen af de kemiske Reaktionen, frigør P. C. Abildgaard sig for allerede i 1779<sup>3</sup>, saa at hans teoretiske Opfattelse af Reaktionen er temmelig nutidssvarende.

Fra Slutningen af det 18de Aarhundrede stammer ogsaa en lille i sin Art fortrinlig Vejledning i Mineralogiens praktiske Anvendelse, der paa Titelbladet kaldes „Forsøg til Metaller, Stenes og andre Mineraliers lettere Paaskjønning“ 1790. Trykkested og Forfatternavn mangler. Udenpaa det i Landbohøjskolens Bibliothek værende Eksemplar findes trykt BRADT: „Om Mineraliers Paaskjønning“. Hermed sigtes utvivlsomt til DAVID EBERHARD BRADT, der døde 1793 som Fuldmægtig for Bjergværkskontoret i Rentekammeret. Han har skrevet flere bjergværkstekniske Afhandlinger i Datidens Tidsskrifter, men er ikke den nævnte Bogs Forfatter. Det er derimod CHRISTIAN ERNST HELTSEN, der fra 1788—1812 var „Berghauptmand nordensfields“ (smlg. NYERUP & KRAFT: „Alm. Litteraturlæxikon, Kbhvn. 1820, S. 240). Bogen er trykt 1790 i Trondhjem, saaledes som ogsaa rigtig nok angivet i Bibliotekets Bogfortegnelse. Bogen indeholder foruden den alm. mineralogiske Vejledning forskellige ikke uinteressante Bemærkninger om norske Mineralforekomster.

## B. I Tidsrummet efter Aar 1800.

Fra 1804—1806 foretoges der fra Forstvæsenets Side en lang Række Undersøgelser af Jordbunden i „de kgl. Skove“ i Nordostsjælland. A. OPPERMANN har i sin

<sup>1</sup> ESAIAS FLEISCHER: „Agerdyrknings-Katekismus“. Det kgl. danske Landhusholdnings-Selskabs Skrifter, 2den Del. Kbhvn., 1790. S. 245—476. Samme Forfatters uhyre omfattende „Forsøg til en Naturhistorie“ giver ogsaa i 1ste Bd. (Kbhvn., 1786), 4de Bd. (1791), 5te Bd. (1792) en fuldstændig Lærebog i Mineralogi, Geologi og Bjergvidenskab.

<sup>2</sup> Om *Acidum pingve*, et tænkt Stof eller Begreb, der var fremsat 1764 af J. J. MEYER, Apoteker i Osnabrück, se den samtidige Litteratur i H. v. APHELEN: „Chymisk Dictionaire“. Tome II. Kbhvn., 1771. S. 115 o. flg. Smlg. H. KOPP: „Geschichte der Chemie“, III. 1845. S. 34 o. flg.

<sup>3</sup> P. C. ABILDGAARD skriver i Kgl. d. Vid. Selsk. Skrifter XII Deel, Kbhvn. 1779, S. 285 følgende: „Saaledes er Meyers *Acidum pingve* som paa kort Tid gjorde megen Opsigt, ved flere Naturkyndiges Undersøgelser og Erfaring blevet til noget andet og mindre fremmed Væsen end denne forredsten meget forfiente og redelige Chymist udgav det for“. Smlg. ogsaa N. TYCHSEN: „Chemisk Haandbog“, 2de Udg. Kbhvn. 1794, 1ste Bd., S. 387, 3die Bd., S. 10.



„Bidrag til det danske Skovbrugs Historie 1786—1886“ hentydet hertil<sup>1</sup>, og jeg skylder ogsaa min højtærede Kollega Tak for, at min Opmærksomhed er blevet henledet paa de utrykte Kilder, hvori disse Jordbundsundersøgelser er beskrevet, saa at jeg har faaet Lejlighed til at gennemse dem i Rigsarkivet<sup>2</sup>. De indeholder yderst vidtløftige og detaillerede Angivelser om Jordbundsbeskaffenheden i de undersøgte Skovegne, men det er dog væsentlig kun en fysisk Undersøgelse, der er foretaget, skønt man ser, at paagældende Forstmænd i givet Tilfælde har benyttet saa vel uddannet kemisk Medhjælp som J. G. L. MANTHEY<sup>3</sup>.

Der kan her gengives en Undersøgelse, som utvivlsomt maa siges at være en af de vigtigste blandt de mange og lange Beskrivelser af Jordbundsforhold, der findes i de omtalte Pakker Arkivalia<sup>4</sup>. Det drejer sig om en i Gribs Skov udbredt Aldannelse, den nyere Forstvidenskabs Leral, en Aflejring, hvis Skadelighed for Trævæksterne alle Skovbrugere er enige om, men over hvis Dannelsesvilkaar der endnu hersker nogen Uklarhed<sup>5</sup>.

Stykket lyder:

„I den egentlige gamle Gribs Skov findes næsten allevegne et Lag mere og mindre uigiennemtrængelig Sandjord eller Sandahl, hvis Bestanddele ere, efter Herr Professor Mantheis Opgivende,  $\frac{7}{8}$  hviid Sand og  $\frac{1}{8}$  fint Leer. Denne Sandahl findes nogle Steder paa 1 Fods Dybde og andre Steder 4 à 6 Fod under Jordens Overflade, dens Tykkelse er fra 1 til 4 Fod. At giennemstøde denne ved Skovkulturen vilde mangesteder være umuligt og overalt være forbunden med uforholdsmæssige Bekostninger. Det er sandsynligt, at denne ufrugtbare Grund er Aarsagen, hvorfor denne store Strækning er bleven ubeboet, hvis Beliggenhed ellers er saa skøn og fordeelagtig, og vi troe at forklare Aarsagen til Skovens bedre og slettere Væxt fra den Indflydelse, som denne Jordart mere og mindre kan faae paa Vegetationen i Forhold til dens Mængde og Afstand fra Overfladen, thi man finder, at hvor den ligger dybt er Væksten bedre og Træerne mindre beklædt med Mos, end hvor den staar højt.“

Trods det store Arbejde med Undersøgelse af Jordbundsforholdene, der saaledes blev udført fra Regeringens Side gennem Forstvæsenet, blev der end ikke gjort det

<sup>1</sup> „Tidsskrift for Skovbrug“. 10de Bd., Kbhvn., 1886, S. 60.

<sup>2</sup> Rigsarkivet: Pakke mrk.: „Forstkantor P. i. Lokal Undersøgelse til nærmere Bestemmelse for Skovkulturen i de kongelige Skovindhegninger i 3die, 4de, 5te, 6te Skovriderdistrikt 1804—1806“. 4 Stk. Folioprotokoller med Tilskrift fra Undersøgerne FRIES senior og M. G. SCHÄFFER til Oberforstmester VON LINSTOW. Som Eksempel paa Beskrivelserne kan vilkaarlig vælges følgende fra 3die Skovriderdistrikt, S. 6. I Frersløv Skovs Indhegning: „Ved Pælen No. 1 findes 14" Sand med Muld og Leer, derefter 14" Sand med lidet Leer, dernest hviidagtig guul Sand med lidet Leer indtil 3 Alen og derover dybt. Den Norden for liggende Slette er besaaet med Eeg, Bøg og Auenbøg, som staar tyndt og er afbidt. Samme maatte udbedres med 5—6 aarige Eege, osv. osv.“

<sup>3</sup> MANTHEY, JOHAN GEORG LUDVIG, 1769—1842. Prof. i Kemi ved Chirurgical Akad. i Kbhvn., Apoteker, Administrator af d. kgl. Porcellænsfabrik, m. m.

<sup>4</sup> Rigsarkivet: Stor Pakke mrk.: „Forstkantor IX B. No. 41. Skovtaxationer“. Heri en Pakke mrk.: „Gribs Skov“. Heri et lille Hefte mrk.: „Local Undersøgelse i Gribs Skov“. 1804. Underskrift Hirschholm d. 2den April 1805, med nogle utydelige Navne, vist nok Linstow og Oppen. Anførte Stykke findes S. 2 o. flg.

<sup>5</sup> Navnet „Leral“ er indført af P. E. MÜLLER gennem denne Forfatters berømte Undersøgelser af Skovjord. Dannelsen er omtalt i „Tidsskrift for Skovbrug“ 1878, S. 10—11, 58, 1884, S. 18 og i Særdeleshed S. 130—132, 133. Smlg. Tab. I, Fig. 8 smstd.



mindste Forsøg paa at sammenfatte alle de saaledes tilvejebragte Enkeltiagttagelser under fælles Synspunkter. Arbejdets Resultater gav dog derfor maaske nok Udslag hist og her i forbedret Skovdrift — hvad der ganske vist ogsaa i første Linje var tilsigtet dermed — men gik iøvrigt spørløst hen.

Samtidigt med disse forstlige Jordbundsundersøgelser, der altsaa ikke blev publicerede og derved var og forblev skjulte for Omverdenen, blev der dog fra andre Sider offentliggjort enkelte Arbejder af Betydning. Manthey gav i 1803 en ret oplysende Beskrivelse af Forekomsterne og en god kvantitativ Analyse af en Prøve af Ortocerkalken paa Bornholm<sup>1</sup>. Han besad foruden grundige kemiske Kundskaber og en ikke ringe analytisk-kemisk Færdighed god Indsigt i Mineralogien, og den nu vaagende Geologi havde ogsaa hans Interesse<sup>2</sup>. Ortocerkalk — Cementstenen — paa Bornholm havde alt i Middelalderen været vel kendt og benyttet som Bygningssten og havde fra Christian d. 4des Dage været brugt til Cement efter Brænding, saaledes som PONTOPPIDAN ogsaa giver Underretning om<sup>3</sup>. Denne Anvendelse tog nu Fart og fortsattes ned til vore Dage, indtil Portland-Cementindustriens overmægtige Fremblomstring gav den bornholmske Cementindustri et Grundstød, som den ikke forvandt. Skønt Stenen saaledes har været brugt i en ikke ringe Maalestok, er Mantheys Analyse, saa vidt vides, endnu den eneste fuldstændige Analyse af den bornholmske Ortocerkalk, som der foreligger for Offentligheden.

Af mere omfattende Oversigter, der tager Hensyn til Jordbundslæren, kan fremhæves:

CHR. OLUFSEN: „Lærebog i den danske Landøconomie“. (Kbhvn., 1805.) Det er en for sin Tid fremragende Bog, der paa 313 smaa Oktavsider rummer Hovedsummen af Datidens landøkonomiske Viden med al Hensyntagen til Naturvidenskabens Resultater. Det varede c. 90 Aar, inden denne Bog fik sin Afløser i WESTERMANN & GOLDSCHMIDT's: „Landmandsbogen“. I 2den Afd. af Olufsens Bog „Oeconomisk Mineralogi“ (S. 91—133) gives i et klart og godt Sprog en i Hovedtrækkene ret fuldstændig Jordbundslære, omfattende dels „Jordens mineralske Bestanddele“, dels „Jordsmonnets Sammensætning“, hvorunder ogsaa beskrives de anvendte kemiske og fysiske Metoder til Jordbundsundersøgelser. De bestod væsentlig i Bestemmelser af kulsur Kalk ved Hjælp af Eddikesyre, af Humusstoffer ved svag Glødning, af Lerjord ved Kogning med konc. Svovlsyre, samt Bestemmelser af Indholdet af grovere og finere Bestanddele ved Slemming. Olufsen har ogsaa været velkendt med Udlandets Litteratur vedrørende Jordbundsspørgsmaalet og ses i ikke ringe Grad at have benyttet Francis Home's tidligere omtalte (S. 264) Haandbog. Men de ledende Mænd indenfor „Landøkonomien“ tog ikke synderlig gunstig mod Olufsens Bog, som dog betegnede et overordentlig stort Fremskridt med Hensyn til at benytte Naturvidenskabens, særlig Kemiens og Plantefysiologiens nye Erobringer

<sup>1</sup> J. L. G. MANTHEY: „Om det bornholmske Cement“. Skandinavisk Museum, ved et Selskab i Kbhvn. 1. Bd. 1803. S. 315 o. flg.

<sup>2</sup> K. RØRDAM: I. c. 2. Bd. S. 21 o. flg.

<sup>3</sup> E. PONTOPPIDAN: „Danske Atlas“ 1. Bd. Kbhvn., 1763. S. 340.



til Gavn for Agerdyrkingen. J. CHR. DREWSEN, som ellers gik for at være en Fremskridtsmand, underkastede 2den Udg.<sup>1</sup> af Olufsens Bog en ret smaalig Kritik<sup>2</sup>, medens han selv i sin Oversættelse af ALBERT v. THAER'S „Grundsätze der rationelle Land-Wirtschaft“ viste sig som Tilhænger af dennes mystisk-spekulative Humus-teori, saaledes som det paa andet Sted nærmere er paaavist<sup>3</sup>.

Kunstige Gødninger som Gibs, Benmel, Hornspaaner m. m. begynder nu efterhaanden at spille en Rolle i Landbruget, men Landøkonomernes kemiske Kundskaber var, som anført, gennemgaaende overmaade ringe, og man foretrak næsten altid hjemmelavede Forklaringer fremfor at søge Kemikernes Bistand. Saaledes findes fra 1815 en Tidsskriftartikel af F. DE CONINCK om „Patent-Gypsum: et ypperligt Gødningsmiddel“<sup>4</sup>, Den indeholder en Del meget vel gengivne, hovedsagelig engelske Markforsøg, der viser Gibsens Anvendelighed som Gødningsmiddel, hvad Forf. ogsaa varmt anbefaler, rigtignok udfra et noget besynderligt kemisk Ræsonnement.

Det fortjener at fremføres som et karakteristisk Eksempel:

„Patent-Gypsum, et ypperligt Gødningsmiddel“.

„Iblandt de Gjenstande, der henhører til Theorien af Planternes Vext, er der ingen, som har forvoldet saa megen Forskjellighed i Meninger, som Opløsningen af den Gaade: hvad udgør egentlig Planternes Føde (pabulum).

Den nyere Chymie har alligevel meget bidraget, til at udbrede Lys over denne Gjenstand, og til at forsyne os med klarere Begreber, ikke alene i Henseende til de Substancer, der skulle udgjøre Bestanddelene af den tilkommende Plante, men ogsaa i Henseende til Stimulus, ved hvis Virkning Vegetations-Kraften befordres.

Ved Analysen af enhver Slags vegetabilisk Stof, er det blevet tilstrækkeligt afgjort, at dersom vi skulle bedømme dets Ingredientsers Værd efter de Forhold, hvori disse staae til hverandre, da maa vi indrømme Kulstof den første Rang, og dette leder til den naturlige Slutning, at ethvert Mittel, hvorved Udviklingen af dette Kulstof kan befordres, saaledes at det derved gøres skikket til at indsues af den opkommende spæde Plante, maa meget bidrage til den tilkommende Vext.

Denne Theori, som ved første Blik lader til at bære Sandhedens Præg, er saa paa-faldene beviist ved ethvert Forsøg, der er gjort dermed, at vi maaske tør vove at forsikre, at en meget vigtig Del af Agerdyrkingens Videnskab bestaar i Opløsningen af det Problem: at bringe Kulstoffet i flydende Tilstand. Dette Desideratum er vi nu tildeels satte istand til at opnaae.“

Forfatteren henviser til, at „enhver kyndig Chymist veed, at de virksomste Midler til at opløse Kulstof ere de forskellige Slags *hepata* eller „Svovllever“. Han drager derfor den Slutning, at da Gibs ved Glødning med Kul giver Svovllever og derved bringer Kullet til at forsvinde: ilter det, eller, som han mener, opløser Kul-

<sup>1</sup> 1814 udkom OLUFSEN'S Bog i en ny Udgave. Den egentlige Jordbundslære afhandles nu i et Kapitel, der kaldes Agronomie eller Læren om Jordsmønnet (S. 27—49). Behandlingen er betydelig forkortet i Sammenligning med 1ste Udg., men ellers er der ingen væsentlig Forskel.

<sup>2</sup> Landoeconomiske Tidender, udgivet af et Selskab. 2det Bd. Kbhvn., 1815. S. 1 o. flg.

<sup>3</sup> K. RØRDAM: l. c. 3. Bd. Jordbundslæren. Kbhvn., 1910. S. 120 o. flg.

<sup>4</sup> Landoeconomiske Tidender, udgivet af et Selskab. 1ste Bd. Kbhvn., 1815. S. 397 o. flg. Smgl. 3die Bd. 1816. S. 344.



stoffet, vil Gibsens Virkning i Jordbunden ogsaa bero paa, at den opløser de kulstofholdige Stoffer, og gør Kulstoffet tilgængeligt for Planterne.

Mærkeligt nok at Gibs skulde være en saadan Anstødssten for Forstaaelsen, da man dog vidste, at Planteaske indeholdt Kalk og Svovlsyre. Men i den følgende Tid blev der fremsat den ene Forklaring efter den anden om Gibsens Virkninger støttet af de til alle Tider saa misbrugte „Erfaringer fra det praktiske Liv“. Endnu saa langt ned i Tiden som 1847 skriver en anset Landmand, Justitsraad FJELSTRUP en Artikel: „Om Gibs“ i det kgl. danske Landhusholdnings-Selskabs Organ<sup>1</sup>, som stod uimodsaagt fra Autoriteternes Side. Fjelstrup fremhæver det som en Erfaringsætning, at Gibs, naar den blandes med Jord ved megen Regn, forhærdes og bliver uopløselig i Jordbunden, „men naar den udstrøes paa Planternes Blade, opløses den successivt af Dug og lidt Regn og taber derimod sin Tilbøjelighed til at forhærdes og kan altsaa vedblivende yttre sin chemiske Indvirkning paa Planteorganismen og Jordbunden“.

I 1848 fremkom dog en rimeligere, tildels rigtig Forklaring af Gibsens Virkning, men hvorved dog kun Gibsens Evne i Jordbunden til at „binde“ Ammoniak og Ammoniumkarbonat blev fremhævet. Disse Anskuelser søgte væsentlig Støtte i Resultaterne af engelske Forsøg, hvoraf fremgik Gibsens kvælstofkonserverende Virkning overfor Faaregødning. Agrikulturkemi og kemisk Jordbundsundersøgelse havde endnu, som man ser, Vanskelighed ved at gøre sig gældende i Landbruget.

Det kgl. Rentekammer var i Aarhundredets første Fjerdedel paa en prisværdig Maade meget ivrig for at søge efter teknisk anvendelige Naturprodukter. Men Heldet fulgte ikke Bestræbelserne. Andetsteds er der givet Beretning om, hvor tarvelig ledede og daarlig gennemførte Forsøgene paa at faa Kulbrydningen paa Bornholm i Gang var<sup>3</sup>. I 1808—11 blev der efter Rentekammerets Ordre af „Bergmester“ MÜNSTER anstillet Undersøgelser efter Salt og Kul i Jylland. Han undersøgte geologisk i Juni 1808 en Saltforekomst i de store Sande nær Nymindegab, som Amtmand ROSENØRN havde gjort Rentekammeret opmærksom paa<sup>4</sup>. Ved tørt Vejrlig udblomstrede paa Sandoverfladen Salt, som blev sammenfejet og hjemført af de nærboende Folk, der heraf havde udvundet ikke saa faa Tønder Salt. Münster kom til det Resultat, „at Saltet, som havde sat sig paa Sandet, var en tilfældig Virkning af en meget varm Sommer, da Havvandet ved at gaa op over de flade Sande og nogen Tid blive staaende ved den stærke Solvarme havde efterladt Saltskorpe“.

Apoteker HELMS i Varde undersøgte Saltvandet, der gennemtrængte Sandet under Overfladen, og fandt, „at 1  $\mathfrak{R}$  Vand indeholdt 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Lod Køkkensalt, altsaa c. 8<sup>0</sup>/<sub>10</sub>, medens Havets Vand i Nordsøen giver efter antagen Mening kun 4 à 5 Qvintin i Pundet“<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Tidsskrift for Landøkonomi. 2den R. 8de Bd. 1847. S. 12—17.

<sup>2</sup> Smstd. 10de Bd. S. 105. „Gibs anvendt som Gødning“.

<sup>3</sup> K. RØRDAM: Anf. Std. II. Bd. S. 30 og flg.

<sup>4</sup> G. BEGRUP: Beskrivelse om Agerdyrkningens Tilstand i Nørrejylland. 3die Bd. Kbhvn., 1812 S. 123 og flg.

<sup>5</sup> 4 Qvintin i Pundet er lig 3,2<sup>0</sup>/<sub>10</sub>, hvad der er meget nær det rigtige.



I de følgende Aar undersøgte Münster<sup>1</sup>:

Saltvand ved Tøftegaarden i Vendsyssel: „Vandet er overalt 2 lødig, det har sin Oprindelse fra Havet og indeholder meget Bittersalt, der bliver ej stærkere omendskønt der blev nedrammet Trærør til 34 Fods Dybde.“

Saltkilden ved Ørvad ved Kiøbstaden Sæby. „Vandet kom ud ved Foden af en Bakke og er 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> lødig.“

Saltsøen paa Læsøe. Havvandet siver gennem Sandet og kommer ved frivillig Fordampning i en Lagunesø til at indeholde 8—13% Salt. Münster undersøgte ogsaa Vandet, der gennemtrænger Sandet flere Steder paa Øen, og finder ved en Prøvekogning: „at man af 4 Potter af dette Vand kan regne lidt mindre end 1 Pund Salt.“

Tangsalt<sup>2</sup>. „Beboerne paa den østlige Kyst fra Limfjordens Udløb og Nord efter virke noget Salt af Tang.“ Münster har udarbejdet en trykt Vejledning til at skille Kogsaltet heri fra Bittersaltet og de andre Salte og meddeler, „at der i Aaret 1809 efter denne Anvisning blev udvundet over 800 Tdr. Tangsalt til en Værdi af 12,800 Rdl. (16 Rdl. Td.) paa Strækningen fra Skagen til Limfjorden“<sup>3</sup>.

Bjergmester Münsters ret omfattende Undersøgelser efter Kul i Limfjordsegnene<sup>4</sup> førte dog ikke til noget praktisk Resultat. Rentekammeret henvendte derefter i den følgende Tid sin Opmærksomhed paa Tørvemoserne. Holsteneren J. H. C. DAU undersøgte saaledes i 1828—30 for Rentekammeret Moserne i Sjælland og Jylland N. for Limfjorden<sup>5</sup>.

Dau gav en Del gode Beskrivelser af forskellige Moser og var den første, der opstillede den endnu brugelige Inddeling af Moserne<sup>6</sup>, men han beskæftigede sig ogsaa en hel Del med kemiske Forklaringer af hvad han saa, skønt han var temmelig blottet for kemiske Kundskaber. Dau's kvasikemiske Angivelser om Tørvedannelsen og andet blev derfor et let Bytte for den unge nu fremtrædende J. G. FORCHHAMMER, der underkastede dem en sønderlemmende Kritik, som Dau optog meget unaadig<sup>7</sup>.

Den norske Bjergmester P. STEENSTRUP fremkom i 1850 med et Forslag til Re-

<sup>1</sup> Den oeconomiske Correspondent 2den Aargang. Kbhvn., 1818. No. 21.

<sup>2</sup> Smstd. 4de Aarg. Kbhvn., 1820. S. 99.

<sup>3</sup> Efter at ovenstaaende var skrevet, modtog jeg ved Forfatterens Velvilje som et Fortryk af „Danske Studier“ for 1914 A. CLÉMENT: „Sort Salt“ Udsigt over Tangsaltets Historie i Danmark og Norge. Forf. har heri samlet alle Efterretninger om det ældgamle Saltbrænderi af Tang og givet en fuldstændig Bibliografi over dette lille Afsnit af den tekniske Kemis Historie i de nævnte Lande.

<sup>4</sup> Der blev boret baade paa Fur og Mors. Et Sted paa Mors blev boret ned til 212 Fods Dybde, et andet Sted til 288 Fod. En Skakt blev „afsynket“ til 80 Fods Dybde, og „en Stolle fortsat herfra til 152 Fods Længde.“ Men der blev kun fundet „Skiverleer og Sandsten“. Martørvene ved Skagen blev ogsaa undersøgt. Smlg. Den oconom. Corresp. 2den Aarg. Kbhvn. 1819. S. 173 o. flg.

<sup>5</sup> JOHAN HEINRICH CHRISTFRIED DAU, f. 18/2 1790 i Altona, † Maj 1831 i Kbhvn. „Alleruntertänigster Bericht an die K. Dän. Rentekammer über die Torfmoore Seelands nach einer im Herbst 1828 deshalb unternommene Reise“. Copenhagen & Leipzig 1829. 1830 berejste D. Hjørring og Aalborg Amter for Rentekammeret.

<sup>6</sup> K. RØRDAM: Anf. Sted II. S. 182—185.

<sup>7</sup> Dansk Litteraturlidende. Kbhvn. 1829. S. 777 o. flg.



geringen om ved Boringer at eftersøge „nyttige Mineralier“ i Danmark, men Landhusholdningsselskabet foreslog med fuld Ret Kongen i Stedet herfor at lade Landet berejse „af vore indsigtfulde Geognoster“. Denne Foranstaltning traadte dog først i Virksomhed c. 60 Aar senere, da Danmarks geologiske Undersøgelse blev oprettet (1888).

Fornyet Undersøgelse af Tørvemoserne i Jylland fandt dog Sted i 1837 af JAPETUS STEENSTRUP, efter Rentekammerets Foranstaltning. Om Resultaterne heraf er der paa andet Sted givet udførlig Beretning efter Steenstrups forsvundne, men paa en mærkelig Maade genfundne Originalberetning<sup>1</sup>. Undersøgelserne af Tørvemoserne var dog, som Genstanden ogsaa paabød, en naturhistorisk og ikke en kemisk Opgave. Det samme gælder Steenstrups ikke offentliggjorte Undersøgelser af Jordbunden paa Livø i Limfjorden, som han ogsaa udførte efter Rentekammerets Ordre.

Tiden fra Tyverne til Midten af forrige Aarhundrede var iøvrigt rig paa „Vejledninger“ til at foretage agrikulturkemiske og jordbundskemiske Undersøgelser, men — naar man ser bort fra FORCHHAMMERS Arbejder — fattig paa egentlige Undersøgelser. De nævnte Vejledninger fremkom dels som selvstændige Værker, dels som Artikler i de landøkonomiske Tidsskrifter, der med uhyre Snaksomhed udbredte sig om allehaande Æmner, uanset om de havde Fagkundskab nok til at behandle dem. Nogle af de vigtigste af saadanne agrikulturkemiske Afhandlinger fra dette Tidsrum kan dog nævnes, saaledes:

Fra 1820 L. TOBIESEN: „Paa Theorie og Erfaring grundet praktisk Anvisning til at mergle“, oversat af C. N. FAUSBÜLL, Sognepræst i Houe ved Lemvig. S. 28 gives en Anvisning — tildels efter Thaer — til ved Titring med Salpetersyre af kendt Styrke, at bestemme Kalkmængden i Mergel. S. 142 gives en som det synes af Oversætteren selv tilrettelagt Forklaring om Kvælstoffets Iltning til Salpetersyre i kalkholdig Jordbund, som maa siges at være ikke langt fra det rette.

W. C. ZEISE, der allerede da var bekendt som en fremragende Kemiker, gav i 1821 Referater af en Mængde franske Forsøg paa at anvende Urin og Præparater deraf som Gødning, samt Analyser af Urin under forskellige Omstændigheder<sup>2</sup>, men beskæftigede sig iøvrigt ikke med Agrikulturkemi.

V. ROTHE — den senere Jernbanedirektør — udgav i 1839 en ret udførlig Agerdyrknings-Chemie (om Agerjordens Bestanddele, deres Egenskaber og Indflydelse paa Vegetationen).

R. PEDERSEN kalder denne Bog „for den første originale Agerdyrkningskemi, der er skrevet her til Lands“<sup>3</sup>. Forf. af denne Afh. beklager ikke at kunne give R. Pedersen Ret i saa Henseende. Rothes Bog indeholder ikke noget nyt eller originalt. Han har vist overhovedet aldrig arbejdet paa anden Maade end

<sup>1</sup> „Et hidtil utrykt Arbejde vedrørende Tørvemoser“. Af JAPETUS STEENSTRUP. Udg. af K. Rørdam i Mindeskrift for J. Steenstrup, III. Kbhvn. 1913.

<sup>2</sup> Nye landøkonomiske Tidender. 3die Bd. Kbhvn. 1821. S. 314—344.

<sup>3</sup> R. PEDERSEN: „Forelæsninger over Plantefysiologi“, I. Planternes Næringsstoffer“. Kbhvn. 1883. S. 155.



rent litterært med Agrikulturkemi. Han var Cand. polyt. og forsaavidt altsaa veluddannet Kemiker, saa at man er berettiget til at stille større Fordringer til ham end f. Eks. til hans Forgænger som agrikulturkemisk Forfatter, Pastor FAUSBÜLL, der som anført frembragte et ret originalt Arbejde ud af en tysk Oversættelse. Rothes Bog er saa langt fra den første danske Agerdyrkningskemi, da den som vist har haft en lang Række Forgængere, og dansk kan den heller ikke siges at være, da den væsentlig kun er Oversættelse eller Bearbejdelse fra det Tyske. At den desuagtet meget vel kunde være brugbar som Lærebog er selvfølgelig, men den kan ikke siges at have fulgt med sin Tid, navnlig med Hensyn til Opfattelsen af Humusstoffernes Betydning.

Af den berømte tyske Kemiker CARL SPRENGEL's forskellige Værker om Jordbunden og Jordbundsanalysen blev der givet forskellige partielle men ret udførlige Oversættelser<sup>1</sup>.

I den første fra 1840 „Udvalgte Stykker af Læren om Jordbunden“ findes i Afsnittet „om Agerjordens chemiske Undersøgelse“ en Beskrivelse af alle Metoderne ved kvalitativ og kvantitativ kemisk Undersøgelse af Jord, der ikke afviger væsentlig fra, hvad der endnu bruges mange Steder. Noget lignende kan siges om „Agerdyrkningschemie“ i „syttten Aftenunderholdninger“ efter L. v. BABO, der fremkom i samme Tidsskrift nogle Aar senere<sup>2</sup>.

Ingen af de nævnte Vejledninger til Jordbundsundersøgelser synes dog at have sat sig noget Spor i praktiske Undersøgelser eller overhovedet at være blevet benyttet efter deres Hensigt.

Dette gælder ogsaa C. J. L. KRARUP-HANSEN: „Chemie for Landmænd“, Kbhvn. 1848, og ligeledes den lidt senere af C. DALGAS efter det tyske oversatte og bearbejdede: Jordbundslære med Chemiens A. B. C. Kbhvn. 1850<sup>3</sup>. Den danske Oversættelse rager i adskillige Henseender op over den tyske Original, hvilket i Særdeleshed beror paa, at Oversætteren har været i Stand til at drage Nytte af Forchhammers mange nylig fremkomne Undersøgelser over Danmarks Geologi og Jordbundsforhold.

JULIUS THOMSEN var fra 1850—56 Docent i Agrikulturkemi ved den polytekniske Læreanstalt. Hans Virksomhed som Agrikulturkemiker forblev dog uden Spor, hvad Udøvelsen af selvstændige analytiske Arbejder angik, derimod var han i denne Aarrække paa anden Maade virksom for Udbredelsen af agrikulturkemiske Kundskaber. Saaledes haves fra Julius Thomsens Haand fra dette Tidsrum følgende:

1850: „Om Vexelvirkningen imellem Planten og dens Omgivelser“. Erindringsord til en Forelæsning i Gartnerforeningen. En hel lille Plantefysiologi og Jordbundslære, der til Slut ledsagedes af en geologisk Oversigt over „Plantens Fremtræden i de forskellige Jordperioder“.

<sup>1</sup> CARL SPRENGEL: „Die Bodenkunde oder die Lehre von Boden“. Leipzig 1837. Oversat i Tidsskr. f. Landøk. II, R. 2det Bd. 1840. S. 1—99. Smstd. II. 4. udførlig Oversættelse af Sprengels „Lehre der Urbarmachungen und Grundverbesserungen“. Leipzig 1838.

<sup>2</sup> T. f. Landøkon. II. 1ste Bd. 1848. S. 53 o. flg.

<sup>3</sup> Oversat efter K. L. KRUTZSCH: „Populärer Abriss d. wissensch. Bodenkunde nebst einem Anh. das A. B. C. d. Chemie enth.“ Dresden 1842.



1852: „Et frit Foredrag om Naturvidenskabernes Anvendelse i Agerdyrkerens Interesse“, trykt i Beretning om d. fjerde d. Landmands-Forsamling. Kbhvn. 1854. S. 194 o. flg. Thomsen viser her bl. a. ved at sammenligne Danmarks Indførsel med Udførselen til England, som den Gang væsentlig var Sædevarer, hvor stort et Tab den danske Jordbund aarlig led i Fosforsyreindhold, og hvor vigtigt det var at erstatte dette ved Tilførsel af fosforsyreholdige Gødningsstoffer. De mange Markforsøg, der er udført gennem Landbrugsorganisationerne i dette Aarhundrede, giver næsten overalt i Danmark et kraftigt Udslag ved Tilførsel af Fosforsyregødning og viser, hvor rigtig Julius Thomsen saa paa denne for Planteavlen saa overmaade vigtige Sag for over 50 Aar siden<sup>1</sup>.

Den tidligere nævnte Bjergmester MÜNSTER havde i 1818 sammen med H. C. ØRSTED, der den Gang var Professor i Kemi og Fysik ved Universitetet, og Landmaaleren Justitsraad L. ESMARCH af Rentekammeret faaet Ordre til at sammentræde i en Kommision, der skulde optage de for mange andre mislykkede Undersøgelser efter Kul og Jernmalm paa Bornholm<sup>2</sup>. Da Münster imidlertid i andet Ærinde maatte rejse til Norge<sup>3</sup>, ansaa de andre Medlemmer af Kommissionen det for rigtigst at optage „til Deltager i Arbejderne Studiosus FORCHHAMMER, der en Tid lang har været kemisk Medhjælper hos mig, Ørsted, og som længe har havt Lyst til at berejse Bornholm“<sup>4</sup>.

Fra den Tid begyndte Forchhammers geologisk-kemiske Studier, som kom til at spille en saa stor Rolle senere hen gennem hele denne fremragende Mands lange Virksomhed. Af de 187 af Forchhammer udførte og af J. F. JOHNSTRUP katalogiserede trykte Arbejder, maa i det mindste de 34 henregnes under kemisk Geologi og kemisk Jordbundsundersøgelse. Da Johnstrups Fortegnelse er saa let tilgængelig, maa det antages at være overflødig at anføre de nævnte Afhandlingers Titler, men man kan nøjes med Løbe Nr. i Johnstrups Fortegnelse. Med Benyttelsen heraf blev det følgende Numre, der kan siges at have Betydning for den kemiske Geologi og den kemiske Jordbundsundersøgelse.

Nr. 20, 25, 31—44, 50—67. Af disse maa Nr. 31—39 siges at være af agrikulturkemisk Indhold, medens de andre nærmest omhandler den kemiske Geologi. Det er dog ikke saaledes, at alle disse Arbejder paa nogen Vis hver for sig omhandler selvstændige Undersøgelser, men Forchhammers ejendommelige Arbejdsmaade førte med sig, at hver Afhandling for en Del er Gentagelse af en tidligere

<sup>1</sup> Nærmest til samme Klasse af Arbejder som de nævnte maa regnes samme Forfatters: „Et Forsøg paa en almenfattelig Fremstilling af Chemiens vigtigste Resultater“. 1ste Udg. 1853, 2den Udg. 1854, hvoraf godt Halvdelen kan siges at omhandle agrikulturkemiske Emner. En højst mærkelig Lovsang i „Humboldt'sk“ højstent lyrisk Stil til Havets, Stormens, Skovenes, Bjergenes og Solopgangens Pris iblandt plantefysiologiske, agrikulturkemiske og rent kemiske Betragtninger er Julius Thomsens: „Vandring paa Naturvidenskabernes Gebeet“. Kbhvn. 1856.

<sup>2</sup> K. RØRDAM: Anf. Sted II. S. 29 o. flg.

<sup>3</sup> J. F. JOHNSTRUP: „Almenfattelige Afh. og Foredrag af J. G. Forchhammer“. Kbhvn. 1869. S. XVI.

<sup>4</sup> H. C. ØRSTED & L. ESMARCH: Beretning om en Undersøgelse over Bornholms Mineralrige. Kbhvn. 1819. S. 1.



Undersøgelse, samtidig med at der ogsaa ind herimellem kommer Beretning om nye Iagttagelser, som ikke før har været publicerede. Denne Maade at arbejde paa, som til Dels skyldes den Omstændighed, at mange af de nævnte Afhandlinger er Gengivelser af Foredrag, gør naturligvis ikke nogen Vanskelighed i Forstaaelsen af, hvad det er, Forchhammer vil have frem, snarest maa han siges netop herved at indprente det, som han ønsker fremhævet, men det har gjort Forchhammers Skrifter ret vanskelige at benytte som Hjælpemidler for Eftertiden — at citere dem — da det ikke er nok med at kende den enkelte Afhandling, hvori man har truffet en Omtale af det Naturforhold eller den kemiske Analyse, som man i det givne Tilfælde har Brug for, men for at være sikker paa, at det samme Forhold ikke i en tidligere eller senere Afhandling af samme Forfatter er omtalt paa en Maade, der giver en Ændring i Opfattelsen, maa man kende saa at sige Forchhammers hele videnskabelige Produktion *par coeur*.

Fra et geologisk-kemisk Synspunkt er de vigtigste af Afhandlingerne følgende (kronologisk ordnede):

Nr. 49. „Kogsaltets Indvirkning ved Mineraliernes Dannelse“. Kgl. d. Vid. S. Overs. 1854. S. 9 o. flg.

Nr. 50. „Metallerne i Havets Dyr og Planter“. Smstd. 1855. S. 389 o. flg.

Nr. 20. „Undersøgelse af Leret fra Vellingsby paa Bornholm“. Smstd. 1864. S. 88 o. flg.

Hertil maa regnes Forchhammers Foredrag ved Landmandsforsamlingen i Flensborg 1854: „Metallerne i Planternes Aske“; det er dog kun i uegentlig Grad en ny Undersøgelse, der her berettes om, men det maa nærmest opfattes som et Resumé af flere tidligere Afhandlinger. Dette Foredrag er optrykt i Johnstrups førnævnte biografiske Skildring af F. som Nr. 21, S. 396<sup>1</sup>.

I den førstnævnte Afhandling Nr. 49 viser Forchhammer, at han ved at smelte større Portioner (1–1½ Kg.) af forskellige Jord- og Stenarter i en hessisk Digel med Kogsalt og bagefter at opløse Saltmassen i Vand, dels af Opløsningen dels af Bundfaldet kunde faa udfældet eller paavist smaa Mængder af Kobber, Bly, Vismut, Mangan o. fl. Stoffer. F's Iagttagelser er ganske blevet bekræftede ved de af Forf. af denne Afhandling foretagne Undersøgelser, hvorom der i Afsnit II af denne Afhandling vil blive givet Beretning.

I Forchhammers Afhandling Nr. 49 gives ogsaa Meddelelse om Undersøgelse af Træaske, hvilket Emne tillige, som det vil ses, blev behandlet paa Mødet i Flensborg i 1854. I Nr. 49, S. 110—111 anføres følgende om Planteaske: „Man indseer nu let, at den store Mængde af forskellige Stoffer, som saaledes vel i ringe Mængde, men dog med en vis Regelmæssighed, ere indblandede i Jordarterne, selv i dem, som komme i umiddelbar Vexelvirkning med Planteverdenen, ikke kan være foruden væsentlig Indflydelse paa det organiske Livs Udvikling. Fra det Øjeblik af,

<sup>1</sup> JOHNSTRUP har givet Forchhammers Afhandling *Løbenumre* i Fortegnelsen over F.s Arbejder, men de i samme Afhandling optrykte Arbejder faar af J. atter andre Lbnr., hvad der kan give Anledning til Fejltagelser, hvis man ikke er opmærksom herpaa.



at den ældre Tanke, at de i Planterne tilstedeværende uorganiske Bestanddele tilfældigviis ere afsatte i Planterne, maatte vige for den Erfaring, at Planterne vælge deres uorganiske Bestanddele, og ikke kunne trives i den Jordbund, hvor disse Bestanddele mangle, have de theoretiske Agerdyrkere med stor Forkjærlighed søgt at bestemme de uorganiske, for visse Planter karakteristiske Stoffer. Det ligger i denne Læres Natur, at den ikkun langsomt kan udvikle sig, at ikkun ved gjentagne, moidsommelige Undersøgelser det Tilfældige kan adskilles fra det Almindelige og Nødvendige, og det for hele Plantefamilier karakteristiske fra det for enkelte Planter Ejendommelige. Man har derfor hidtil især holdt sig til saadanne Stoffer, der synes at være væsentlige Betingelser for alle vore dyrkede Planters Udvikling, eller idetmindste for visse Classer deraf, og har ikkun bestemt saadanne Stoffer, der forekomme i forholdsvis større Mængde, medens man har al Grund til at antage, at selv de Substanser, som findes i en næsten forsvindende Mængde, spille deres bestemte Rolle ved Planternes Udvikling. Det kan næppe være Tvivl underkastet, at selv visse metalliske Substantser ere karakteristiske for bestemte Planter, der da maa antages at samle disse Stoffer af Jorden eller Vandet . . . .“

Om Træske meddeler F., at han har undersøgt Asken af Fyr, Eg, Birk og Bøg. Han har heri fundet: „Jern, Mangan, Kobber, Tin, Bly, Zink, Kobolt og sandynligvis Nikkel“.

Anm. Som et Supplement eller en Art Kontrol med Forchhammers Angivelser om Metalforekomster i Asken af dansk Træ blev af Forfatteren rent foreløbig foretaget et Par mindre Undersøgelser, som her kan gengives.

A. En Prøve af Birketræ af dansk Avl, der udgjorde et Stammestykke med paasiddende Bark 40 cm langt og 7,5 cm i Diameter, blev savet i Stykker og yderligere ved Kløvning findelt.

7,4370 gr tabte ved Tørring til konstant Vægt 1,1365 gr = 16,37% Tørretab. Tørringen tog lang Tid, 4 Døgn ved 100° og tilsidst et Døgn ved 105°.

588,0 gr lufttørt findelt Træ blev forkullet over Flammespreder i en Platinskaal ved svagest mulige Varme og derefter forbrændt ved stærkere Varme. Askemængden blev vejet og skyllet over i en Porcellænsskaal og behandlet med fortyndet Saltsyre. Asken var ganske mørkebrun af Mangannit og udviklede Klor og Kulsyre ved Saltsyrebehandlingen. Efter Opløsning i Saltsyre bliver der nogle Kulpartikler og uopløst Stof tilbage, og dette filtreres fra paa et vejet Filter. Bundfaldet udvaskes, tørres og vejes, og Filtret glødes derefter i en vejet Platindigel. Herved bestemmes Mængden af de i Asken værende Kulpartikler. Den anførte Vægt Birketræ gav saaledes 3,3079 gr kulfri Aske = 5,62% Aske af det lufttørre Stof.

Den saltsure Opløsning af Asken blev inddampet til Tørhed og den udskilte Kiselsyre frafiltreret og vejet i Platindiglen sammen med den glødede Rest fra det vejede Filter. Kiselsyren blev derefter bortskaffet med Flussyre og Svovlsyre, og Diglen blev atter glødet og vejet. Den rene Kiselsyres Vægt var 0,1280 gr = 3,87% af Askemængden. Mod Forventning viste den i Diglen tilbageværende Masse sig at være helt fri for Titansyre, og bestod af Bariumsulfat 0,0457 gr. Det saltsure Filtrat fra Kiselsyren blev mættet med Svovlbrinte og gav et brunsort Bundfald, der blev frafiltreret og udvasket med Svovlbrintevand. Svovlbrintebundfaldet blev behandlet med en frisk fremstillet Opløsning af Natriumsulfid og efterlod et Bundfald, der indeholdt svage Spor af Bly og gav 0,0110 gr CuO. Natriumsulfidopløsningen blev gjort svagt sur med Svovlsyre og afsatte ved Henstand et gulbrunt Bundfald, der nok, som Forchhammer angiver, kunde se ud til at indeholde Tinsulfid. Det bestod dog hovedsagelig af Svovl og gav ved Glødning kun 0,0014 gr af et rødbrunt Ilte, der ikke indeholdt Spor af Tin men gav stærk Jernreaktion. Jerniltet stammer utvivlsomt fra Natriumsulfidet. Filtratet fra Svovlbrintebundfaldet blev inddampet med Svovlsyre, til Saltsyren var afdrevet, og efter Fortynding kogt med



Forchhammer har utvivlsomt Ret i disse Stoffers almindelige Udbredelse i Planteriget, selvom vi for danske Planters Vedkommende ganske savner Undersøgelser i saa Henseende udover F.s Angivelser. Kun overfor den angivne Forekomst af Tin maa Forf. af flere Grunde endnu stille sig noget tvivlende.

Et Stof, hvis Tilstedeværelse i forskellige Naturprodukter Forchhammer forfulgte med særlig Forkærlighed, var Manganet. Ikke alene viste han, at det fandtes i Asken af Birk og Eg, men i Bændeltangen *Zostera marina* og i de brune Striber paa den almindelige Havesnegls Skaller<sup>1</sup>. Han kom til den utvivlsomt rigtige Antagelse, at da Manganet forekom i saa mange Plantearters Aske, maatte Stoffet have en eller anden fysiologisk Funktion i den levende Plante. Skønt man ikke endnu kender noget nærmere til, hvorledes Manganforbindelserne i Planterne virker, er det dog blevet sandsynliggjort, at Manganforbindelser overfor visse Planter — saaledes Byg — virker i ikke ringe Grad frugtbargørende<sup>2</sup> og ligeledes er det bevist, at selv en saa ringe Mængde Mangan som 50 Kg. Mangansulfat pr. Hektare kan, naar det anvendes paa rette Maade, virke beskyttende eller helbredende overfor Angreb

Ammoniumpersulfat i Opløsning, hvorved der blev udfældet Manganylte, der ved Glødning gav 0,2218 gr  $Mn_3 O_4$ . I Asken af Birketræ er altsaa fundet

Cu O	=	0,33 %
Pb O	=	svage Spor
$Mn_3 O_4$	=	6,71 %
Ba O	=	0,93 %
Si O <sub>2</sub>	=	3,87 %

Desuden de sædvanlige „plantenære Stoffe“: Svovlsyre, Fosforsyre, Kulsyre, Jernilte, Kalk, Magnesia, Kali, hvis Mængder det i denne Sammenhæng ikke har Interesse at bestemme. Derimod kunde der ikke i den forhaandenværende Askemængde paavises Titan, Cerium eller Vanadin og som nævnt heller ikke Tin.

B. Ved Undersøgelse af Eg, blev benyttet et Brudstykke af en c. 50 cm tyk Stamme uden Bark af dansk Avl. Prøven blev behandlet paa samme Maade som Birken, og Undersøgelserne gav følgende Resultat:

I den lufttørre Eg fandtes ved Tørring ved 105° 19,08 % Vand.  
 — — — — — 0,26 % Aske.

Asken indeholdt	Cu O	=	0,31 %
	Pb O	=	Spor
	$Mn_3 O_4$	=	0,32 %
	Ba O	=	0,15 %
	Si O <sub>2</sub>	=	4,20 %

Tin kunde heller ikke paavises her. Forfatteren mener dog, at disse Undersøgelser bør genoptages senere, og, at der navnlig bør benyttes unge Grene eller Skud, da de er meget askerigere end Stamme-stykker. Fremstillinger af større Askemængder i ren Tilstand af Træ er dog en ret nøjsommelig Opgave, naar man ikke har en større Muffelovn udforet med Platin tilgængelig.

<sup>1</sup> J. G. FORCHHAMMER: „Metallerne i Planternes Aske“. Anf. Std. S. 400.

<sup>2</sup> PAUL LEIDREITER: „Studien über das Verhalten des Mangans im Boden zu einigen landwirthschaftlichen Kulturpflanzen“. Dissert. Univ. Rostock. Referat i Jahresber. d. Agricultur-Chemie. Dritte Folge XIV. 1911. S. 213. Se Smstd. 1912. S. 136—137. — TH. PFEIFFER & E. BLANCK: „Beitrag zur Frage über die Wirkung des Mangans auf das Pflanzenwachstum“. Landw. Vers. St. 77. 1912. S. 33—36.



af visse Mikroorganismer, der ellers i Form af „Lys Pletsyge“ hos Byg kan gøre store Ødelæggelser. Det bør maaske ogsaa her ved Omtalen af Forchhammers Forhold til Manganet fremhæves, at den for Manganiltet karakteristiske Reaktion ved Ophedning med Blyperoxyd og Salpetersyre at give Permanganatfarven som bekendt skyldes Forchhammer<sup>1</sup>, skønt den ofte — men med Urette — kaldes WALTER CRUM'S Reaktion<sup>2</sup> eller VOLLHARDT'S Reaktion<sup>3</sup>.

Forchhammers Angivelser om Manganets Udbredelse i Planteriget er ganske blevet bekræftet ved nyere Undersøgelser i Udlandet. ALEX MÜLLER har vist, at Kartoffelsorten *Early Rose*, der blev dyrket paa Morænegrus ved Stensjöholm nær Wexiø, i Asken indeholdt „lidt Jern og meget Mangan“<sup>4</sup>. R. HORNBERGER har paavist Mangan i Asken af Bog og i Asken af mange Skovtræer og Buske<sup>5</sup>, og BUEMANN har anvendt den af ham fastslaaede forholdsvis store Manganmængde — 9% af Asken — i *Digitalis* som et Karakteristikum for Droguen, der fremstilles ved Tørring af denne Plante. Han antager endvidere: „Es ist auf den mangelnden Mangangehalt des Bodens zurückzuführen wenn in einzelnen Gegenden der Schweiz die *Digitalis purpurea* nicht gedeiht“<sup>6</sup>.

Forchhammers sidste Arbejde, der blev publiceret et godt Aars Tid førend hans Død, var den i Johnstrups Liste under Nr. 20 anførte partielle Undersøgelse af Leret fra Vellensby paa Bornholm<sup>7</sup>. Administrator FRITZ HOLM ved den kgl. Porcellænsfabrik havde gjort F. opmærksom paa: „at han ved nogle Isolationskopper til Telegraphtraadene havde iagttaget, at Vædsken, som filtrerede igjennem det glødede Porcellain, antog en gul Farve, og han formodede, at dette maatte hidrøre fra chromsure Alkalier“. Dette gav Anledning til, at Forchhammer undersøgte Leret noget nærmere, og ved at benytte 30  $\text{R}$  Ler, som han glødede med 20  $\text{R}$  Natriumnitrat, og bagefter udkogte Massen med Vand, fik han en Opløsning, hvori han kunde paavise Krom, Vanadin, Molybdæn og en ringe Mængde af et Stof, som han med en vis Ret formodede var et nyt Grundstof<sup>8</sup>.

Det er blevet fremført, at Forchhammers Angivelse af „det nye Grundstof“ var fremkommet ved, at F. paa uretmæssig Maade havde sat sig i Besiddelse af en Opdagelse, daværende Adjunkt JESPERSEN i Rønne havde udført. Det er en fuldstændig grundløs Antagelse. Jespersens barnagtige formentlige Opdagelser til forskellige

<sup>1</sup> J. G. FORCHHAMMER: „De Mangano“. Kbhvn. 1820. S. 25. F.s Iagttagelser, at Manganilte med Blyperoxyd og Salpetersyre eller Svovlsyre gav Permanganat, benyttede han ganske vist mere som en Præparationsmetode end som en Reaktion, men Opdagelsen er hans.

<sup>2</sup> W. CRUM: Ann. Pharm. 60. S. 219.

<sup>3</sup> VOLLHARDT: Ibid. 198. S. 354. — De to sidste Citater efter Gmelin-Kraut: „Handb. d. Chemie“. 6. Aufl. 2. Bd. II. Abt. S. 437.

<sup>4</sup> ALEX MÜLLER: „Die Ammendienste der Mutterkartoffeln“. Landw. Vers. St. Bd. XXXVI. 1889. S. 265—267.

<sup>5</sup> R. HORNBERGER: „Ueber den Mineralstoffgehalt und Düngerwert der Becherhülle der Buche von verschiedenen Boden“. Ibid. S. 329—335.

<sup>6</sup> Naturw. Wochenschrift. N. F. XI. 1912, Nr. 8 efter Schweizer Wochensch. für Chem. & Pharm. 1911. S. 562.

<sup>7</sup> Kgl. d. Vid. S. Overs. 1864. S. 88 o. flg.

<sup>8</sup> K. RØRDAM: „De mesozoiske Lerarter og Kaolin paa Bornholm“. D.G.U.II.R. Nr. 1. Kbhvn. 1890. S. 48.



Tider af nye Grundstoffer, som han søgte at paavise ved tarvelig udførte kvalitative Reaktioner og Blæserørprøver, og som han gav de besynderligste Navne, har intet med virkelig kemisk Undersøgelse at gøre, og tilmed er de Jordarter, hvori han mente at finde nye Grundstoffer, hverken m. H. t. geologisk Alder, Oprindelse eller Beliggenhed de samme som Vellensbyleret<sup>1</sup>.

Af andre Stoffer foruden de nævnte Krom og Vanadin, som Forchhammer paaviste havde en ret almindelig Udbredelse, kan nævnes Cerium<sup>2</sup>, Titan<sup>3</sup> og Zirkon<sup>4</sup>.

Efter Forchhammers Død i 1865 blev hans kemisk-geologiske Undersøgelser ikke fortsat af hans Efterfølger, og agrikulturkemiske Jordbundsundersøgelser blev slet ikke foretaget i Danmark, med mindre man vil regne J. F. JOHNSTRUPS Afhandling fra 1866 „Om Fugtighedens Bevægelse i den naturlige Jordbund“ derind under<sup>5</sup>. Denne Afhandling skylder egentlig ogsaa Forchhammer sin Fremkomst, da den sammen med en lignende, hvis Forfatter var Landinspektør RING, udgjorde Besvarelserne af den for 1863 af det kgl. d. Videnskabernes Selskab udsatte Prisopgave.

Det var intet Under, at de følgende Aar var en gold Tid for kemiske Jordbundsundersøgelser i Danmark, naar man ser, hvor ringe Betydning man indenfor ledende Kredse i Landbruget tillagde den Slags Undersøgelser. Herpaa haves der et ret slaaende Eksempel: En fremragende praktisk Landmand H. F. FENGER, Ejer af Augustenborg Hovedgaard paa Als, som tidligere havde drevet større Landejendomme i Danmark, sendte i 1869 en lille velskreven Afhandling ind til „Ugeskrift for Landmænd“. Dens Titel var: „Bør Agriculturchemie beskæftige sig med Jordanalyse?“ Fenger, der som nævnt var mangeaarig Landmand, fremhæver den store Nytte, som han selv i sin praktiske Virksomhed havde haft af Jordanalyser, som han havde ladet foretage m. H. t. Spørgsmaalet om Mergling og anden Jordforbedring. Han fremhævede, hvor mangelfuldt det var, naar Landmanden blot lod sig nøje med Analyser af Foderstoffer og Gødningsstoffer, men ikke havde noget virkelig grundigt Kundskab til den Jord, der blev dyrket. Man skulde synes, at det var et Emne, som dog i alt Fald var værdigt at diskutere, men Redaktionen var af modsat Mening. Fengers Artikel, der var rolig og forstandig skrevet, nægtede man rent ud Optagelse i Ugeskriftet under Paaskud af, at „Agriculturchemien formaar endnu næppe tilstrækkeligt at magte Spørgsmaalet om Jordanalyse“. . . . „Jordanalyser kunne vel endog gjøre Skade, saalænge et større Kjendskab til Agriculturchemien ikke er udbredt blandt Jordbrugere i Almindelighed“ o. s. v. Fenger udgav derpaa sit lille Skrift selvstændigt med et velskrevet Tilsvær til Redaktionen.

Det varede dog kun to Aar, inden der fremkom i „Tidsskrift for Landøkonomi“

<sup>1</sup> M. JESPERSEN: „Naturvidenskabelige Meddelelser“. Skoleprogram fra Nykjøbing Kathedralskole 1886. J. gav sit Grundstof Navnet Mingo n!

<sup>2</sup> Kgl. d. Vid. S. Skrifter. Naturv.-math. Afd. 4. R. V. Kbhvn. 1832, S. LVI. „Porcellainsjorden fra Bornholm indeholder et Ceriumsilikat“. Smlgn. J. G. FORCHHAMMER: „Danmarks geogn. Forh.“ Kbh. 1835. S. 94. „Rullestensleret indeholder efter mine Unders. Cerium“.

<sup>3</sup> Nordisk Universitets-Tidsskrift III. Aarg. 2. H. S. 74: „Titanjern i Flyvesand“.

<sup>4</sup> J. G. FORCHHAMMER: „Lærebog i Stoffernes alm. Chemie“. Kbh. 1842. S. 385.

<sup>5</sup> Kgl. d. Vid. S. Skrifter. Naturv.-math. Afd. 5. R. VII. S. 409—448. Johnstrups Analyser af Kul i Vid. S. Oversigt 1873, S. 147—188, bør ogsaa medregnes til den kemiske Geologi.



1871 en Række Jordanalyser, som daværende Assistent ved Landbohøjskolen TH. PETRI havde udført.

Af betydelig større Vigtighed var dog de af daværende Assistent C. F. A. TUXEN i „Tidsskrift for Skovbrug“ for 1876—84 publicerede Jordanalyser, der danner det kemiske Grundlag for P. E. MÜLLERS berømte biologiske Undersøgelser af Skovjord og Hedejord<sup>1</sup>.

En Afhandling, der har Berøring med den kemiske Agrogeologi er den i 1883 udkomne RASMUS PEDERSEN: „Forelæsninger over Plantefysiologi“ I. Planternes Næringsstoffer. Historisk Indledning. Som Forf. andetsteds har vist, gaas der i Rasmus Pedersens interessante Bog, der kan siges at rumme de vigtigste Træk af Plantefysiologiens Historie, lovlige stærkt til Felts mod de gamle Forfatteres nu naturligtvis forældede, men for sin Tid ingenlunde urimelige Anskuelse. R. Pedersens Bog har været stærkt benyttet af mange, der her har fundet en let tilgængelig Kilde til historisk Viden. Denne er dog ikke altid fra første Haand. KOPP: „Geschichte der Chemie“ er i mange Retninger R. Pedersens Kilde, hvor man ved mere flygtigt Studium tror at have Originalresultater for sig. Bogen skæmmes af adskillige højst besynderlige Oversættelsesfejl fra Engelsk<sup>2</sup>, men indeholder som anført meget belærende historisk Stof.

I 1888 begyndte Danmarks geologiske Undersøgelse sin Virksomhed ved Forf. geologiske Rekognosceringer i Nordsjælland. Publikationerne fra nævnte Institution indeholder, dels indføjede i Kaartbladsbeskrivelserne, dels som selvstændige Værker, et betydeligt Antal kemiske Undersøgelser af Sten- og Jordprøver fra Danmark af forskellig Art og i forskelligt Øjemed, men da Forf. selv for vel den største Del har udført disse Undersøgelser, er han afskaaret fra nærmere kritisk Omtale af dem. Den geologiske Undersøgelse udsender fra Tid til anden Oversigter over de ved Undersøgelsen udførte Arbejder, hvortil der kan henvises.

Foruden Arbejderne ved D. G. U. er der ikke udkommet stort af Betydning for den kemiske Geologi i Danmark fra 1888 og til Nutiden, selvom der i Hedeselskabets Tidsskrift og i Beretningerne fra Forsøgsstationerne kan findes en og anden Analyse af Tørv eller Jord, der maa siges at være af Interesse m. H. t. den agrikulturkemiske Jordbundsundersøgelse. Det bør ogsaa fremhæves, at i 1902 udsendte T. WESTERMANN: „Undersøgelser over Typer af danske Jorder“, der indeholder mange kvantitative kemiske Bestemmelser af „Plantenæringsstofferne“, udført af daværende Assistent, Landbrugskandidat P. CHRISTENSEN.

E. M. NØRREGAARD har i „Meddelelser fra dansk geologisk Forening“

<sup>1</sup> 1876 „Nogle Analyser af jysk Hedejord“. 1877 „Om Lyngskjoldens Udluftning“. 1879 „Nogle kem. Unders. over Jordbund i Bøgeskove“. 1884 „Nogle kem. og fys. Unders. af Jordbund i Skove og paa Heder“. — Angaaende C. F. A. TUXENS øvrige Arbejder se „Festskrift for d. kgl. Veterinær- og Landbohøjskole“. Kbh. 1908. S. 582.

<sup>2</sup> Eksempelvis kan anføres, at R. PEDERSEN S. 7 omtaler en mystisk Jordart, som han kalder „den saakaldte Jomfrujord“, hvormed engelske Plantefysiologer gør Forsøg (d. e. *virgin soil* — ugødet eller ikke frugtbarjord Jord). S. 337 omtales den saakaldte Køkkenmajs, og i Parentes sættes den engelske Glose *chicken-corn*, d. v. s. Majs saa lille i Kornstørrelse, at Kyllinger kan æde den; den har intet at gøre med et Køkken (kitchen) o. s. v.



(1903 o. flg. Aar) givet adskillige interessante Beretninger om kemisk-petrografisk Undersøgelse af Rav, Dolomit, Flint (fra Alunskiferen) m. m.

E. ROSTRUP gav i 1906 en botanisk-biologisk Monografi af „Gammelmose“, hvori der ogsaa findes anført Analyser af de undersøgte Tørv og Tørveaske, som Forf. har haft Lejlighed til at udføre efter Prof. Rostrups Ønske<sup>1</sup>.

I 1905 begyndte „Meddelelser fra det forstlige Forsøgsvæsen“ at udkomme og er siden fortsat med en Række statelige Afhandlinger. De er rige paa kemiske Jordbundsundersøgelser af forskellig Art.

Mergelundersøgelser har ogsaa fra forskellige Sider været drevet i udstrakt Maalestok i de senere Aar og drives, saa vidt vides, for Tiden ved D. G. U. i en meget stor Udstrækning.

Det tør maaske til Slutning anføres, at i den 1908—1910 udkomne „Geologi og Jordbundslære“ af Forf. findes navnlig i Bd. II—III anført Analyser af næsten alle danske Sten- og Jordarter.

<sup>1</sup> E. ROSTRUP: „Gammelmose“. Bot. Tidsskr. 27. B. 3. H. Kbh. 1906.

### Navnefortegnelse.

	Side		Side		Side
Abildgaard, P. C. ....	13	Fjelstrup .....	17	Oppermann, A. ....	13
Abildgaard, S. ....	11	Fleischer, E. ....	13	Pedersen, Rasmus ....	19, 27
Aphelen, H. v. ....	13	Forchhammer, J.G.7, 18, 21 o.fl.		Petri, Th. ....	27
Babo, L. v. ....	20	Fries, sen. ....	14	Pfeiffer, Th. ....	24
Bastholm, Th. ....	2	Helms, Apoteker ....	17	Pontoppidan, E. ....	8, 9
Begtrup, G. ....	17	Heltzen, C. E. ....	13	Ring, C. C. ....	26
Birch, A. ....	8	Holm, Frits ....	25	Rostrup, E. ....	28
Blanck, E. ....	24	Home, Francis ....	11	Rothe, W. ....	19
Borch, Ole ....	7	Hörnberger, R. ....	25	Scharling, E. A. ....	7
Bradt, D. E. ....	13	Jespersen, M. ....	25	Schumacher, C. F. ....	12
Buemann ....	25	Johnstrup, J. F. ....	21, 26	Schäffer, M. G. ....	14
Christensen, P. ....	28	Jørgensen, S. M. ....	7	Sprengel, C. ....	20
Clement, Ad. ....	18	Krarup-Hansen, C. J. L. ....	20	Steenstrup, Jap. ....	19
Coninck, F. de ....	16	Krutzsch, K. L. ....	20	Steenstrup, P. ....	18
Crum, W. ....	25	Lange, J. C. ....	10	Testrup, Søren. ....	12
Dalgas, C. ....	20	Langebek, J. ....	9	Thaer, A. v. ....	16
Dau, J. H. Chr. ....	18	Leidreiter, P. ....	24	Thomsen, Jul. ....	20
Drewsen, J. Chr. ....	16	Manthey, J. G. L. ....	14, 15	Tobiesen, L. ....	19
Dyssel, I. A. ....	11	Meyer, J. J. ....	13	Tuxen, C. F. A. ....	27
Erichsen ....	12	Müller, A. ....	25	Tychsen, N. ....	13
Esmarch, L. ....	21	Müller, P. E. ....	14, 27	Vollhardt ....	25
Fabricius, J. C. ....	9	Münster, Chr. S. ....	17, 18, 21	Westermann, Th. ....	15, 28
Fausbüll, C. L. ....	19	Nørregaard, E. M. ....	27	Zeise, W. C. ....	19
Fenger, H. F. ....	26	Olufsen, Chr. ....	15	Ørsted, H. C. ....	21



## II.

### Paavisning af smaa

### Mængder af Metaller i danske Jord- og Stenarter.







Ved en Række Undersøgelser af forskellige Prøver af Undergrunden af de jyske Heder, som blev udført i 1905—1909, hvorved der blev foretaget kvantitative kemiske Bestemmelser af de saakaldte Plantenæringsstoffer<sup>1</sup>, blev jeg opmærksom paa, at naar man anvendte 100 gr Jord, kunde der i det saltsure Udtræk af Prøverne foruden de altid tilstedeværende Stoffer — Kiselsyre, Fosforsyre, Aluminiumilte, Jernilte, Calciumilte, Magniumilte, Natriumilte og Kaliumilte — ofte ogsaa paavises smaa Mængder af Kobber, Nikkel og andre Metaller<sup>2</sup>. Ved den omtalte Række Undersøgelser var der dog ikke Lejlighed til at komme nærmere ind paa denne Side af Sagen, da Bestemmelserne af de egentlige plantenærende Stoffer i Jordbundsextrakterne krævede et saa stort analytisk-kemisk Arbejde for at faa de optagne Hovedspørgsmaal belyste, at Sidespørgsmaal som de nævnte sporadiske Forekomster af saadanne Metaller (eller rettere Forbindelser af dem) i Jordbunden maatte vente.

Ved lejlighedsvis Beskæftigelse med Spørgsmaalet kom der ogsaa Klarhed over, at skulde det behandles paa tilstrækkelig betryggende og udtømmende Maade, maatte det underkastes en ganske selvstændig Undersøgelse, da man er nødt til at arbejde med langt større Vægtmængder af Jordprøver, end man til almindelig Brug ved kvantitative Undersøgelser af Jord kan tage i Arbejde paa engang. Man er desuden ved disse Undersøgelser i en ganske særlig Grad nødt til at stille Fordringer til de i store Mænder anvendte Reagensers Renhed, og tillige maa der benyttes en fra den almindelige analytiske Praksis noget afvigende Apparatur for ikke at faa Jordbundsextrakterne, som man arbejder med undertiden Maaneder igennem, forurene udefra, maaske med netop de Stoffer — navnlig Kobber — hvis Tilstedeværelse og Mængde man søger at bestemme i de i Arbejde tagne Prøver.

Skønt der i Tidens Løb er kommet et betydeligt Antal Jordprøver fra Danmark i min Besiddelse, var det dog nødvendigt at supplere denne Samling med andre Rækker af Prøver af Jord- og Stenarter, der maatte indsamles rundt om i Landet for saa vidt muligt at faa nogle af de vigtigste Repræsentanter for de forskellige Formationer her i Landet undersøgt.

<sup>1</sup> P. E. MÜLLER, K. RØRDAM, JOHS. HELMS, E. H. WØLDIKE: „Bidrag til Kundskab om Rødgranens Vækstforhold i midtjysk Hedebund“. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. 3.Bd. 1. H. Kbh. 1910.

<sup>2</sup> Anf. Std., S. 141.



Kridtformationens Stenarter er dog ikke blevet inddraget under dette Arbejde. Grunden hertil er, dels at Forf. allerede tidligere — 1897 — har underkastet de fleste af den danske Kridtformations Stenarter en ret indgaaende kemisk Undersøgelse<sup>1</sup>, dels at disse Stenarter, som i Reglen indeholder betydelig over 90%  $\text{CaCO}_3$ , næppe kan ventes at give ret meget af de Stoffer, som er blevet eftersøgt i de andre Jordarter, selv om man, naar man tager 3—4 Kg. i Arbejde og gaar frem paa passende Maade, bl. a. i Skrivekridtet fra Stevns Klint kan paavise meget smaa Mængder af Cu og Ni foruden de velkendte Forekomster af Sr og Ba.

Efter at det før omtalte Arbejde om de plantenærende Stoffer i Undergrunden for jysk Hedejord var sluttet, gik jeg i Gang med Spørgsmaalet om Paavisning af smaa Mængder af Metaller i danske Sten- og Jordarter paa følgende Maade. Inden den egentlige Undersøgelse blev udført, maatte der som nævnt foretages nogle forberedende Arbejder vedrørende det destillerede Vands og Reagensernes Renhed.

#### Forberedende Arbejder.

Den vigtigste Betingelse for at kunne udføre Undersøgelser af omhandlede Art er, at det benyttede destillerede Vand er fuldkommen frit for de Stoffer, som man søger efter.

Det destillerede Vand, der stod til Forfatterens Raadighed, var destilleret paa et almindeligt større fortinnet Kobberdestillationsapparat, forsynet med en indvendig fortinnet Køleslange af Kobber. Destillatet viste sig rent ved Prøve med de almindelige Reagenser, men naar man anvendte større Mængder af Vand, var Forholdet noget anderledes, som følgende Undersøgelser vil vise.

10  $\text{cm}^3$  fortyndet Svovlsyre inddampes i en glødet og vejet Platinskaal til Tørhed, og den brunlige Rest glødes og vejes. Der er dog kun saa lidt tilbage efter Glødningen, at Vægten ikke giver kendeligt Udslag — det vil sige, der er mindre end 0,0001 gr Stof i Glødningsresten.

II. 2000  $\text{cm}^3$  destilleret Vand, hvortil der blev sat 10  $\text{cm}^3$  fortyndet Svovlsyre, blev inddampet til Tørhed i en Platinskaal. Hertil blev benyttet en Lampe af Porcellæn og Trefødder af Jern. Inddampningsresten opløstes i et Par Draaber Saltsyre, og der blev tilsat Ammoniakvand i Overskud. Opløsningen ialt 5  $\text{cm}^3$  blev tydelig blaa som Tegn paa Tilstedeværelsen af Kobber. Et lille Bundfald af Ferrhydroxyd blev frafiltreret, hvorefter Filtratet blev kogt med  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  og Bundfaldet frafiltreret og glødet. Det vejede 0,0017 gr, men indeholdt endnu 0,0001 gr  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , saaledes at der altsaa i 2 Mill. Vægtdele Vand er 1,6 Vægtdele Cu O, altsaa 0,8 Cu O pr. 1 Mill. Vægtdele Vand.

III. 24 Liter dest. Vand, der havde henstaaet noget længere i den fortinnede Kobberbeholder, gav paa samme Maade 0,0293 gr CuO, altsaa 1,22 CuO pr. Mill. Vægtdele Vand.

<sup>1</sup> K. RØRDAM: „Kridtformationen i Sjælland i Terrænet mellem København og Køge og paa Saltholm“. D. G. U. II. Række, Nr. 6. Kbhvn. 1897.



IV. 51 Liter Vand, der blev destilleret i Glasdestillationsapparat, gav paa samme Maade i Destillationsresten 0,0600 gr Cu O, altsaa 1,17 Cu O pr. Million Vægtdele Vand.

Det destillerede Vand er altsaa kobberholdigt, naar det fremstilles paa den i Laboratorier almindelige Maade, en Kendsgerning, som allerede tidligere ogsaa er paavist af andre, og som maa tages i Betragtning bl. a. ved nøjagtigere plantefysiologiske Forsøg, hvor større Mængder af saadant Vand benyttes<sup>1</sup>.

For at skaffe Vand, der var fuldstændig kobberfrit, blev det destillerede Vand redestilleret i et kontinuerligt virkende Destillationsapparat af Glas forsynet med et Liebigs Svalerør af Glas. Herved blev vundet Vand, som er absolut frit for tunge Metaller, selv om det maaske nok kommer til at indeholde lidt Alkalier. Da dest. Vands Kogning i Glasapparater paa Grund af Overophedning er tilbøjelig til at foregaa meget uregelmæssig, blev der til Vandet i Destillationskolben sat fortyndet Svovlsyre og en OTTO PETERSONS Brintudvikler<sup>2</sup>, hvorved der foregaa en ganske regelmæssig Kogning, selv om Destillationen fortsættes uafbrudt i Ugevis. Overalt, hvor der i det følgende tales om destilleret Vand, menes saadant redestilleret kobberfrit Vand.

For at være sikker paa Reagensernes Renhed blev der af conc. Saltsyre, conc. Salpetersyre og conc. Ammoniakvand anskaffet større Beholdninger af de reneste Varer, der haves i Handelen. Disse Stoffer blev naturligvis ogsaa prøvet for deres Renhed, som viste sig tilfredsstillende.

200 cm<sup>3</sup> conc. Saltsyre og 200 cm<sup>3</sup> conc. Ammoniakvand fortyndet med 600 cm<sup>3</sup> dest. Vand blev inddampet til Tørhed. Ammoniumkloridet blev glødet bort i Platinskaal. Der efterlades en ringe graalig Rest, der hovedsagelig bestaar af findelt Platin, fremkommet ved Ammoniumkloridets destruerende Virkning paa Platinskaalen under Glødningen. Glødningsresten udtrækkes med lidt fortyndet Saltsyre og spædes op med rent mættet Svovlbrintevand, til det hele har et Rumfang af c. 10 cm<sup>3</sup>. Opløsningen henstod i lukket Glas i et Døgn og afsatte et brunligt-graalt Bundfald, der øjensynlig for største Delen bestod af Svovl fra Svovlbrinten. Bundfaldet blev frafiltreret, glødet og vejet i en iforvejen glødet og vejet lille Porcellænsdigel. Vægtforøgelsen udgjorde ikke 0,0001 gr, saa der i hvert Fald ikke er mere Kobber i de i Arbejde tagne Stofmængder og sandsynligvis ikke engang Halvdelen, da Digen, naar den udkoges med ganske lidt fortyndet Saltsyre, giver en næppe synlig Reaktion paa Kobber med Ferrocyankalium. Filtratet fra Svovlbrintebundfaldet blev indampet til Tørhed i en lille vejet Porcellænskaal, men Vægtforøgelsen, som Inddampningsresten foraarsagede, beløb sig dog ikke til 0,0001 gr. Ved Opløsning i et Par Draaber fort. Saltsyre gav Bundfaldet dog tydelig Jernreaktion med Kaliumrhodanid.

200 cm<sup>3</sup> conc. Salpetersyre giver efter Neutralisation med Ammoniak ved Ind-

<sup>1</sup> O. LOEW: Landwirtsch. Jahrb. 20 (1891) S. 235. E. SCHULZE: ibid. S. 236.

<sup>2</sup> OTTO PETERSON & GUSTAF EKMAN: Kgl. Svenska Vetenskaps-Akadem. Handlingar. Bd. 24. Nr. 11. (Stockholm 1891). S. 17.



dampning og Glødning en uvejelig ringe jernholdig, men kobberfri Rest. De i det følgende ved alle Vægtbestemmelser anvendte Filtre er de bekendte med Saltsyre og Flussyre ekstraherede saakaldte askefri Filtre fra CARL SCHLEICHER & SCHÜLL i Bonn. Et Filter der er 11 cm i Tværsnit, efterlader ikke mere end 0,00017 gr snehvid Aske, der vistnok kun bestaar af Kiselsyre og Aluminiumilte, og i hvert Tilfælde er frit for tunge Metaller.

Ved Undersøgelserne blev kun benyttet Bunsenske Lamper af Porcellæn eller større Gaskogeapparater helt af Jern. Vandbadene var af Porcellæn. Alle analytiske Redskaber var af Platin, Kvarts, Porcellæn eller Resistensglas, saa at Mulighed for Forurening af Jordopløsningerne gennem det undertiden lange Tidsrum, hvori de var i Berøring med Redskaberne, saavidt muligt var udelukket.

### Undersøgelserne.

„It is an old and probably a true saying,  
that every element could be detected everywhere,  
had we sufficiently delicate tests for it.“

Sir William Crookes.

„Select methods“. S. 106.

Blandt Haandbøger og Vejledninger, som har været til væsentlig Hjælp under Arbejdets Gang, kan følgende nævnes:

W. F. HILLEBRAND: „The analysis of silicate and carbonate rocks“. U. S. Geol. Survey. Bull. 422. Wash. 1910.

A. CLASSEN: „Augewählte Methoden der analytischen Chemie“. Braunschweig 1901.

WM. CROOKES: „Select methods in chemical analysis“. London 1905.

G. KRÜSS: „Specielle Methoden d. Analyse“. Hamburg & Leipzig. 1892.

JOS. v. PANAYEFF: „Verhalten d. wichtigsten seltenen Erden zu Reagentien“. Halle. 1909.

G. H. FAILYER: „Barium in soils“. U. S. Dep. of Agricult. Bull. 72. Wash. 1910.

R. J. MEYER & O. HAUSER: „Die Analyse der seltenen Erden und Erdsäuren“. Stuttgart. 1912. — Dette Værk udkom dog først efter at Forf.s Arbejde for en væsentlig Del var fuldført.

I det følgende er Prøverne ordnede efter deres geologiske Alder, saaledes at de yngste er anført først. Begyndelsen er gjort med et Stof, der forsaavidt nærmest maa betegnes som et Kunstprodukt, nemlig Jernokker eller Ferrihydroxyd udfældet ved Udluftning af det oppumpede Vand fra de mange Brønde i Københavns Omegn<sup>1</sup>, som Kbhvn.s Kommune har ladet bore. Stoffet er dog et paa en ret naturlig Maade udskilt Sekretionsprodukt af Grundvandet.

Dernæst er beskrevet to recente Dyndprøver opfiskede fra Havbunden med „Dr. Petersens Bundhenter“<sup>2</sup> paa en Ekskursion omkring i Issefjordens Forgreninger,

<sup>1</sup> Københavns Vandværk 1859—1909. Hist. Beretn. om Stadens Vandforsyning. København. 1909. S. 107 o. flg.

<sup>2</sup> C. G. JOH. PETERSEN: Determ. of the quantity of animal life on the sea-bottom etc. Annales de l'Institut océanographique. T. VI.



som jeg i dette Øjemed havde Lejlighed til at foretage med Fiskeriundersøgelingsdamperen „Sallingsund“ ved velvillig Imødekommenhed fra Dr. phil. C. G. JOH. PETERSEN, Chef for den danske biologiske Station.

Efter Dyndprøverne gaas der over til ældre og ældre Aflejringer for at slutte med Graniten fra Allinge paa Bornholm.

Denne Ordning af Prøverne efter deres geologiske Alder, som maa anses for den naturligste, har imidlertid foraarsaget, at Prøverne ikke er blevet anført i den Orden, hvori de er blevet analyserede. Dette har atter foranlediget den tilsyneladende noget vekslende Fremgangsmaade ved Analysernes Udførelse, hvad der har sin Grund i følgende Forhold. Ved Analyserne, der er udført i Tidsrummet 1909—1912, er der benyttet to noget forskellige Fremgangsmaader. Den første Fremgangsmaade, som Forf. selv har tilrettelagt efter almindelige analytiske Principper, kan kaldes Ammoniakmetoden. Den gaar nærmest ud paa ved Tilsætning af Ammoniakvand at skille den store Mængde i Opløsning værende Aluminiumilte ud, og saaledes beholde de tunge Metaller, som man søger at bestemme kvantitativt, i Opløsning. Da jeg imidlertid ved Tilsendelsen af et Særtryk fra Forfatteren blev bekendt med den af Prof. JULIUS PETERSEN tilrettelagte Metode til Analyse af, hvad man sædvanligvis tidligere i Laboratorierne har kaldt „Svovlammoniumbundfaldet“, indsaar jeg straks Fordelene ved at bruge denne fortræffelig gennemtænkte Metode ogsaa ved de her igangværende specielle Undersøgelser. Metoden kan siges nærmest at gaa ud paa at beholde Aluminium i Opløsning ved Tilsætning af Natriumsulfid, Natriumkarbonat og Natriumhydroxyd og at udskille alle andre tilstedeværende Stoffer<sup>1</sup>.

#### Nr. 1. Jernokker, Vandværket Borups Allé.

En større Prøve frisk udfældet geleagtig Jernokker fra Udluftningsapparaterne ved Københavns Kommunes Vandværk i Borups Allé blev lufttørret og finmalet. En mindre Prøve heraf blev underkastet kvalitativ og kvantitativ kemisk Analyse paa almindelig Maade.

Det lufttørre Stof indeholder følgende Bestanddele:

$\text{Fe}_2 \text{O}_3$	= 44,11 %
$\text{Al}_2 \text{O}_3$	= 0,17 —
$\text{Mn}_3 \text{O}_4$	= 5,05 —
$\text{Ca CO}_3$	= 5,94 —
$\text{Mg CO}_3$	= 0,21 —
$\text{Ca SO}_4$	= 0,63 —
$\text{Ca O}$	= 0,25 — <sup>2</sup>
Vand & Humus	= 31,63 —
Sand & amorf $\text{Si O}_2$	= 11,77 —
Ialt	= 99,76 %

<sup>1</sup> JULIUS PETERSEN: Analyt. Tab. og Oversigter m. Henvisn. til Barfoeds Lærebog i uorg. kval. Analyse. Tillæg.

<sup>2</sup> Buudet til Humussyre.



750,0 gr lufttør Jernokker blev udkogt med stærk Saltsyre og inddampet til Tørhed (tre Gange gentaget). Inddampningsresten blev befugtet med stærk Saltsyre og opløst i kogende Vand. Ved Filtrering efterlades paa Filtret et Bundfald af Humus, Sand og amorf Kiselsyre. Bundfaldet glødes og behandles med 2% holdig Natronopløsning, hvorved den amorf Kiselsyre opløses. Der bliver tilbage 22,16 gr Sand (= 3,05%). Under Mikroskopet ses Sandet at bestaa af finkornet Kvarts med en ringe Mængde Feldspat, Glimmer og Hornblende.

Saltsyreopløsningen, der for største Delen bestaar af Ferriklorid bliver udrystet med Æter efter ROTHES Metode<sup>1</sup>. Den omtrent jernfri vandige Opløsning bliver ved Inddampning befriet for Størstedelen af Saltsyreoverskudet. Ved Fortyndning bliver Opløsningen uklar af udskilt Titansyre, der efter Henstand frafiltreres. Opløsningen inddampes stærkt, udrystes atter med Æter og behandles videre som ovenfor beskrevet. Denne Behandling gentages ialt fire Gange, saa at man til Slut har en saa godt som fuldkommen jernfri Opløsning. Opløsningen fældes med Svovlbrinte, hvorved der faas et sort Bundfald af Kobber- og Blyulfid, der opløses i Salpetersyre og skilles ved Inddampning med Svovlsyre og Fortyndning. Kobberet fældes i Filtratet fra Blyulfatet ved Tilsætning af Natriumkarbonat.

Filtratet fra Svovlbrintebundfaldet fældes med Natronhydrat og Natriumsulfid. Bundfaldets Farve er som Mangansulfids. I den natriumsulfidholdige Opløsning findes noget Aluminiumoxyd, men ikke Vanadin opløst. De frafiltrerede fædede Sulfider behandles med fortyndet Saltsyre, hvorved der efterlades et sort Bundfald af Sulfider af Co, Ni, Zn. Opløsningen i Saltsyre indeholder meget Mangan, men et næppe nok paaviseligt Spor af Zink.

Kobolt-, Nikkel- og Zinksulfidet opløses i Kongevand og inddampes til Tørhed, opløses i Vand under Tilsætning af lidt Salpetersyre, hvorefter Kobolt udskilles som Kalium-Kobolt-Nitrit og vejes som  $\text{Co}_3\text{O}_4$ . I Filtratet udskilles efter Inddampning med Saltsyre Nikkel med Natronhydrat og vejes som NiO. Zink udfældes som Sulfid, opløses og udfældes med Natriumkarbonat og vejes som ZnO. For Zink gøres Kontraprøve ved Dannelsen af Rinmans Grønt. For Kobolt giver Gløderesten meget tydelig Kontrareaktion ved Tilsætning af to Draaber conc. Saltsyre til det i Digelen værende  $\text{Co}_3\text{O}_4$ , der udgør ialt 0,0025 gr. For Nikkel gøres Kontraprøve ved at opløse det glødede Ni O i Saltsyre. En enkelt Draabe af Opløsningen giver meget tydelig Reaktion med Diacetyldioxim og Ammoniakvand<sup>2</sup>.

De samlede Bundfald af Titansyre blev smeltet med Natriumpyrosulfat og Smeltebogen opløst i Vand i en Rysteflaske. Opløsningen blev filtreret, og Bundfaldet paany smeltet med Pyrosulfat, paany opløst i Vand o. s. v., hvilket blev gentaget ialt tre Gange, indtil Opløsningen ikke mere viste Titanreaktion ved Tilsætning af Brintperoxyd. Titansyreopløsningen blev kogt med Natriumacetat, Eddikesyre og lidt Svovlsyring. Zirkonsyre kunde ikke paavises i den saa-

<sup>1</sup> CLASSEN: Anf. Sted. Bd. 1. S. 495.

<sup>2</sup> L. TSCHUGAJEFF: „Ueber ein neues empfindliches Reagens auf Nickel“. Ber. d. d. chem. G. 1905. Bd. III. S. 2520. Stoffet kaldes ogsaa  $\alpha$ -Dimethylglyoxim.



ledes udskilte, glødede og vejede Titansyre, naar Hillebrands Metode blev benyttet<sup>1</sup>.

Paa ovenanførte Maade blev følgende Stofmængder paavist i Jernokkeren fra Vandværket:

Beregnet for 1000,0 gr lufttør Jernokker:

Cu O = 0,0099 gr	Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub> = 0,0033 gr
Pb O = 0,0181 -	Zn O = 0,0013 -
Ni O = 0,0267 -	Ti O <sub>2</sub> = 0,0252 -

## Nr. 2. Dynd fra Holbækfjord.

Dyndprøven er opfisket den 21de Maj 1909 paa 5 Meters Vanddybde i Holbækfjord nær Udløbet i Issefjord. Ved Optagelsen var Prøven sort af Ferrosulfid, reagerede surt og lugtede af Svovlbrinte. Af synlige Organismerester indeholdt den kun Skaller af *Scrobicularia*, der saavidt muligt blev fraskilte. Prøven blev derefter lufttørret og fintmalet.

Der tages 1000,0 gr i Arbejde af det lufttørre Stof, der behandles med 200 cm<sup>3</sup> conc. Saltsyre, 50 cm<sup>3</sup> conc. Salpetersyre og 500 cm<sup>3</sup> Vand. Opløsningen, der skummer stærkt, inddampes gentagne Gange til Tørhed med Saltsyre, behandles med et Par Liter saltsyreholdigt Vand og filtreres. Den filtrerede Opløsning og Vaskevandet inddampes stærkt og udskiller Gibs, hvorfor der tilsættes et Rmf. Alkohol, og filtreres efter Henstand. Gibsen indeholder ikke paaviselige Mængder af Strontium eller Barium.

Opløsningen inddampes stærkt under stadig Udskillelse af Gibs. Ferriklorid udrystes af Opløsningen med Æter, som tidligere omtalt. Æterbehandlingen maa gentages tre Gange efter fornyet stærk Inddampning og Tilsætning af conc. Saltsyre.

Den ganske jernfri Opløsning fældes med Overskud af Ammoniak under Tilsætning af Bromvand for at udskille Manganet sammen med Aluminiumhydroxydet.

Bundfaldet behandles med Eddikesyre, hvorved Manganilterne bliver uopløst tilbage paa Filtret, medens Al (O H)<sub>3</sub> opløses. Manganilterne opløses ved Kogning med stærk Saltsyre, hvorefter der tilsættes Ammoniakvand, og en lille Rest af Aluminiumhydroxyd kan frafiltreres. Af Opløsningen fældes Mn ved Kogning med Bromvand og bestemmes som Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> ved Glødning.

Da HILLEBRAND har vist<sup>2</sup> at: „For all practical purposes it is probably safe to assume that the small amounts of vanadium met with in rocks are wholly in the alumina precipitate“, blev den aluminiumholdige Opløsning fældet med Ammoniumsulfid og filtreret. Filtratet blev gjort surt med Eddikesyre. Det udskilte noget brunfarvede Svovl efterlod ved Glødning et lille sort Bundfald, som ikke var vana-dinholdigt, men bestod af Ni O, der blev føjet til den senere omtalte Hovedportion. Aluminiumhydroxydet, der var fældet med Ammoniumsulfid, blev opløst i fortyndet

<sup>1</sup> W. F. HILLEBRAND: Anf. Std. S. 141.

<sup>2</sup> Anf. Std. S. 110.



Svovlsyre og efterlod et lille Bundfald af Ni S. Aluminiumopløsningen kogtes under Tilsætning af Ammoniumacetat, hvorved der blev udskilt Titansyre, som blev frafiltreret.

I det første ammoniakholdige Filtrat fra Aluminium- og Manganilterne fandtes Kobber, Kobolt og Nikkel samt lidt Titansyre. Kobberet blev udskilt med Svovlbrinte, efter at Væsken var inddampet næsten til Tørhed og gjort sur med Saltsyre. I Filtratet kunde lidt Titansyre udskilles med Ammoniak, og i Filtratet herfra blev Nikkel og Kobolt udfældet som Sulfider. Sulfiderne blev opløst i Kongevand og Kobolt og Nikkel adskilt paa sædvanlig Maade. Ogsaa i Kobbersulfidet, der var udfældet med Svovlbrinte, fandtes lidt Titansyre, der blev fraskilt ved at opløse det glødede Cu O i Salpetersyre. Det samlede Bundfald af Ti O<sub>2</sub> blev smeltet med Natriumpyrosulfat. I Opløsningen heraf, der blev gjort stærk eddikesur, blev Titansyre udfældet ved Kogning.

Det viste sig, at der i Filtratet fra Ti O<sub>2</sub> endnu fandtes et Stof, der maatte være Ceriumilte, da det ved Tilsætning af Ammoniak og Brintperoxyd gav et kanariegult Bundfald. Opløsningen heraf i Saltsyre blev i sur Væske fældet med Ammoniumoxalat, frafiltreret, glødet og vejjet. En Kontrolprøve ved Tilsætning af Strykninsulfat og conc. Svovlsyre gav en tydelig Ceriumreaktion: violet Farve<sup>1</sup>.

Ialt blev i 1000,0 gr lufttør Dynd fundet:

Cu O	=	0,0172	gr
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	=	0,0058	- Tydelig Kontrapr. <sup>2</sup>
Ni O	=	0,0620	-
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	=	0,0898	-
Ce <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	=	0,0083	-
Ti O <sub>2</sub>	=	0,0700	-

Zink kunde jeg ikke paavise, derimod forekommer maaske nok Bly, som dog ikke blev paavist med Sikkerhed.

### Nr. 3. Dynd fra Bramsnæsvig.

Dyndprøven er opfisket 20de Maj 1909 paa 8 Meters Vanddybde udfør Søminestationen i Bramsnæsvig i Issefjord. Prøven er af samme Beskaffenhed som Nr. 2, men i fugtig Tilstand saa overordentlig voluminøs — geleagtig — at c. 3 Liter kun giver en Rest af lufttørt Stof paa 271,5 gr. Denne Vægtmængde behandles paa samme Maade som Nr. 2 og giver:

Cu O	=	0,0088	gr
Ni O	=	0,0046	-
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	=	forekommer,	men under 0,001 gr
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	=	ikke bestemt	i denne Portion.
Ti O <sub>2</sub>	=	0,1918.	Cerium kunde ikke paavises.

<sup>1</sup> PFLUGGE's Reaktion for Ce<sub>3</sub>O<sub>4</sub> — Ztschr. f. analyt. Chem. **32**. 327.

<sup>2</sup> C. REICHARD: „Beiträge zur Kenntnis der Metalreaktionen“. Chem. Ztg. **30**. P. 556—57. <sup>o</sup>/<sub>o</sub> 06.



Beregnet for 1000 gr bliver det:

Cu O = 0,0324 gr

Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> = paaviselig.

Ni O = 0,0169 gr

Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> = 0,2760 - best. særskilt i 25 gr Stof.

Ti O<sub>2</sub> = 0,7064 -

#### Nr. 4. Kildekalk fra Torup ved Ulslev.

Graabrun, jordagtig Kildekalk modtaget til Analyse fra Konsulent M. KRISTENSEN, Skanderborg. Prøven stammer fra en Forekomst i Torup pr. Ulslev, hvor den graves og benyttes som Jordforbedringsmiddel<sup>1</sup>. I lufttør Tilstand indeholder Stoffet:

3,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Vand (gaar bort ved 100°)

67,0<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Ca C O<sub>3</sub>

4,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Sand

Resten er Humus og Ferrihydroxyd m. m.

Af det lufttørre Stof tages 1000,0 gr i Arbejde. Det behandles med netop den nødvendige Mængde 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> holdige Saltsyre til at opløse Calciumkarbonatet. Her ved vindes:

I. En Opløsning, II. Et Bundfald, som frafiltreres og udvaskes.

I. Opløsningen. Efter stærk Inddampning og Iltning med Bromvand af den af Humus noget brunfarvede Væske tilsættes den beregnede Mængde Svovlsyre, saa at al Kalken kan omdannes og tildels udfældes som Gibs, der frafiltreres<sup>2</sup>. Væsken inddampes stærkt under stadig Gibsudskillelse. Til Slutningen haves et Rumfang af c. 100 cm<sup>3</sup> Opløsning, der sættes til Opløsningen af Bundfald II.

II. Bundfaldet. Glødes svagt i Muffel for at bortbrænde Humus. Udkoges med 200 cm<sup>3</sup> conc. Saltsyre og 10 cm<sup>3</sup> conc. Salpetersyre. Filtreres, udvaskes. Behandlingen gentages tre Gange, til der ikke opløses mere.

Den uopløste Rest vejer 42,3 gr og bestaar af ganske rent Kvartssand.

Opløsningen inddampes til Tørhed med Saltsyre gentagne Gange for at fordrive Salpetersyren. Til Slutning opløses i Vand og filtreres fra lidt udskilt Gibs. Opløsningen gøres stærkt saltsur, og Ferrikloridet udrystes med Æter efter Roths Methode. Opløsningen inddampes paany, udrystes atter med Æter o. s. v., hvilket gentages ialt 4 Gange, indtil Opløsningen er næsten jernfri.

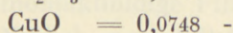
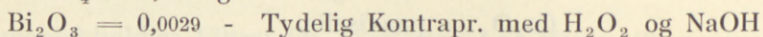
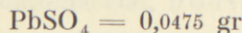
Opløsningen fældes med Svovlbrinte og giver et Bundfald III og en Opløsning IV.

<sup>1</sup> Prøven er fra Randers Amts Husholdningsselskab. Beskrivelse i: „Vejledning for de Besøgende“. Foreningen af jyske Landboforeningers Planteavls Udstilling i Aarhus. 1909. XI. Mergeludstillingen. S. 87.

<sup>2</sup> A. CLASSEN: Anf. Std. Bd. I. S. 102.



III. Svovlbrintebundfaldet opløses i Kongevand og giver:



IV. Filtratet fra Svovlbrintebundfaldet behandles med Natronhydrat og lidt Natriumsulfid. Giver en Opløsning V og et Bundfald VI.

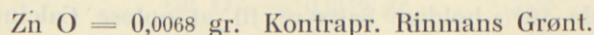
V. Opløsningen (indeholder meget Al) gøres svagt sur med fortyndet Saltsyre, hvorved udfældes et Bundfald af Svovl, der er lidt brunlig farvet. Man maatte formode, at der var Vd, men det forekommer ikke, men Bdf. giver ved Glødning 0,0006 gr CuO.

VI. Bundfaldet behandles med 5% holdig Saltsyre og giver et Bundfald VII og en Opløsning VIII. Fældningen og Opløsningen gentages.

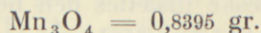
VII. Bundfaldet. Intet Spor af Kobolt, men Nikkel og lidt Zink. NiO = 0,0249 gr, Zn-Opl. føjes til VIII.

VIII. Opløsningen inddampes stærkt, og noget Gibs fraskilles med Svovlsyre. Opl. fældes med NaOH.

IX. Opløsningen, der indeholder Zink, fældes med Eddikesyre og H<sub>2</sub>S. Zinksulfidet omdannes til Karbonat og glødes.



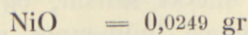
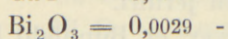
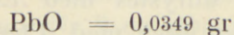
X. Bundfaldet opl. i Saltsyre og fældes med Ammoniak, hvorved lidt Ferrihydroxyd og Calciumfosfat kan fraskilles. Af Opløsningen fældes Mangan med Bromvand.



Da der maatte bruges c. 4 ltr. Æter til at ekstrahere Fe Cl<sub>3</sub>, blev Æteropløsningen afdestilleret under Tilsætning af Vand, og den vandige Opløsning fældet med H<sub>2</sub>S. Ved Glødning af det udskilte Svovl efterlodes der en Rest, der indeholdt 0,0153 gr CuO, men ikke andre Metaller.

Titansyre kunde ikke paavises i Opløsningen, ejheller i en særskilt fremstillet Opløsning af 100,0 gr af Kildekalken, som derimod gav 0,0870 gr Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> i ret god Overensstemmelse med den i Hovedportionen fundne Mængde.

I 1000 gr Stof fandtes altsaa:



#### Nr. 5. Moræneler, Bernstorfsvej i Gentofte Sogn.

En Prøve af blaa graat meget kalkholdigt Moræneler blev indsamlet i Oktober 1911 i Bunden af den store Viaduktudgravning ved Jernbaneanløbet af Bern-



storfsvej i Gentofte Sogn. Af den knuste Prøve borttages ved Sigtning Sten over 2 mm i Tværsnit og Finjorden benyttes til Analyse. To Forsøg gav henholdsvis 8,83% og 8,86%  $\text{CO}_2$  altsaa 20,0%  $\text{CaCO}_3$ . Ved Tørring ved  $100^\circ$  tabes 0,82% hygroskopisk Vand.

1000,0 gr Finjord udtrækkes med netop den nødvendige Mængde 10% holdige Saltsyre til at opløse Karbonaterne og giver en Opløsning I og et Bundfald II.

I. Opløsningen af væsentlig  $\text{CaCl}_2$  fældes med ganske rent Kalkvand, og et lille derved opstaaet Bundfald sættes til II.

II. Bundfaldet udkoges med 200  $\text{cm}^3$  conc. Saltsyre og 10  $\text{cm}^3$  conc. Salpetersyre + 200  $\text{cm}^3$  Vand. Opløsningen filtreres og Udkogningen gentages 3 Gange. Den filtrerede Opløsning inddampes med Saltsyre gentagne Gange, til den er salpetersyrefri, og fortyndes med Vand, hvorved der udskilles noget  $\text{TiO}_2$ , der borttages. Opløsningen gøres stærkt saltsur og  $\text{FeCl}_3$  udrystes med Æter. Opløsningen fældes med  $\text{H}_2\text{S}$ . Bundfaldet frafiltreres.

III. Æteropløsningen af  $\text{FeCl}_3$  destilleres efter Tilsætning af Vand og i Remanensen udfældes med  $\text{H}_2\text{S}$  lidt Sulfid, der giver:

$$\text{CuO} = 0,0094 \text{ gr.}$$

IV. Svovlbrintebundfaldet behandles paa tidligere angiven Maade og giver:

$$\text{CuO} = 0,0219 \text{ gr}$$

$$\text{PbSO}_4 = 0,0053 \text{ - Meget tydelig Kontrapr. med NaOH og Kromat.}$$

V. Filtratet fra Svovlbrintebundfaldet behandles med NaOH,  $\text{Na}_2\text{S}$  og lidt  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . En Opl. VI og et Bundf. VII.

VI. Opløsningen indeholder kun Al ikke Vd.

VII. Bundfaldet behandles med 5% hold. Saltsyre. Et Bdf. VIII af Nikkel- og Koboltsulfid, der opløses i Kongevand og skilles paa sædvanlig Maade. Der findes:

$$\text{Co}_3\text{O}_4 = 0,0029 \text{ gr Kontrap. med Metylam. klorid.}$$

$$\text{NiO} = 0,0108 \text{ - . . . . . Diacetyldioxim.}$$

IX. Opløsningen i 5% Saltsyre fældes med NaOH og lidt  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . I Opløsningen lidt Zinkoxyd, dog under 1 mgr.

X. Bundfald. Opløses i Saltsyre og fældes med NaOH og Natriumperoxyd, hvorved Manganet fældes, og Kromet gaar i Opl.

$$\text{Mn}_3\text{O}_4 = 0,0165 \text{ gr.}$$

Opløsningen af Natriumkromat gøres sur med Saltsyre og reduceres med  $\text{SO}_2$ , hvorefter Kromet fældes med NaOH.

$$\text{Cr}_2\text{O}_3 = 0,0107 \text{ gr.}$$

De samlede Titansyrebundfald smeltes med  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$  og opløses i Vand.  $\text{TiO}_2$  udskilles under Kogning med Eddikesyre.

$$\text{TiO}_2 = 0,8690 \text{ gr.}$$



I 1000,0 gr Moræneler fra Bernstorfsvej findes altsaa:

PbO = 0,0039 gr	Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> = 0,0165 gr
CuO = 0,0313 -	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,0107 -
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub> = 0,0029 -	ZnO = paavist (under 0,001 gr)
NiO = 0,0108 -	TiO <sub>2</sub> = 0,8690 gr

Det maa dog bemærkes, at Opløsning VI, der som angivet indeholder Al, naar den gøres sur med Svovlsyre, ved Henstand afsætter et Bundfald af Svovl, der er lidt mørkere farvet end rent Svovl. Det efterlader ved Glødning en yderst ringe Rest, der ved meget stærk Glødning farver Digelens Glasur rosarød og derfor sandsynligvis er Guld.

#### Nr. 6. Moræneler, Tyregod Sogn, Nørvang Herred.

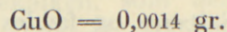
En større Prøve af Moræneler, der blev benyttet som Mergel, blev i Foraaret 1909 modtaget fra Gaardejer THOMAS SØRENSEN i Tyregod Sogn. Efter Lufttørring blev Jordarten knust og sigtet gennem 2 mm Sigten. Finjorden blev benyttet til Analyse.

1000,0 grm afvejes, og der tilsættes fortyndet Saltsyre, til Brusningen er ophørt. Den frafiltrerede Opløsning fældes med rent Kalkvand, og det udvaskede Bundfald sættes til det kalkfri Ler. Dette udkoges med 200 cm<sup>3</sup> conc. Saltsyre og 10 cm<sup>3</sup> conc. Salpetersyre og filtreres efter Fortynding. Behandlingen gentages 3 Gange.

Opløsningen inddampes med Saltsyre til Tørhed gentagne Gange, til den er salpetersyrefri. Ved Opløsning i saltsyreholdigt Vand, udskilles meget, men uren (jernholdig) Titansyre, der frafiltreres.

FeCl<sub>3</sub> borttages med Æter. Behandlingen maa som tidligere beskrevet gentages flere Gange, og hver Gang kan efter Inddampning og paafølgende Fortynding paany borttages mere TiO<sub>2</sub>.

Æteren afdestilleres efter Vandtilsætning, og i Remanensen fældes med H<sub>2</sub>S et Bdf., som sammen med en stor Mængde S indeholder lidt CuS, der omdannes til Oxyd:



Den med Æter fra FeCl<sub>3</sub> befriede Opløsning maa inddampes stærkt for at faa Overskud af Saltsyre bort. Ved Fortynding udskilles atter TiO<sub>2</sub>, der borttages. Da den udfældede TiO<sub>2</sub> ikke kan frafiltreres, men maa fraskilles ved Dekantering, tager Titansyre-Separeringen meget lang Tid, men kan vanskelig undgaas, da man ikke kan holde Titansyre i Opløsning uden et meget stort Overskud af Saltsyre, og dette virker hindrende ved de andre Stoffers Adskillelse.

Den jernfri Hovedopløsning fældes med H<sub>2</sub>S. Bundfaldet og Filtratet fra Svovlbrintebundfaldet behandles som angivet i Nr. 5.

De samlede Titansyrebundfald smeltes med Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, opløses i Vand i en Flaske



i Rysteapparat og fældes ved Kogning med Eddikesyre. Saaledes udskilt lader Titansyren sig let frafiltrere og udvaske.

I 1000,0 gr Moræneler fandtes:

CuO	= 0,0315 gr	Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	= 0,3806 gr
PbO	= paavist (under 0,001 gr)	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= 0,0144 -
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	= 0,0074 gr	TiO <sub>2</sub>	= 1,1529 -
NiO	= 0,0290 -	ZnO	= paavist (under 0,001 gr).

#### Nr. 7. Hedesand, Høgildgaards Plantage S. for Herning.

A. Fra Undergrunden c. 2 m under Overfladen optoges <sup>16/8</sup> 1906 en Prøve til Undersøgelse for Indholdet af Plantenæringsstoffer<sup>1</sup>. Jordarten er gulgraat leret Sand med meget faa og smaa Sten. Sten over 6 mm udgjorde kun 0,8% af hele Prøven. En Prøve paa 100,00 gr blev ekstraheret med Saltsyre og bagefter med 2% Natronopløsning. Ved Analyse af disse Ekstrakter ved en paa andet Sted udførlig omtalt Fremgangsmaade<sup>2</sup> blev jeg opmærksom paa Tilstedeværelsen af Cu, Ni m. m., hvad der som tidligere anført gav Anledning til, at jeg tog hele Spørgsmaalet om disse Stoffers Forekomst i andre danske Jord- og Stenarter op til Behandling.

100,00 gr Sand viste sig at indeholde følgende Stofmængder:

CuO	= 0,0023 gr.	Au	formodes at være tilstede. Dgl. rosafv.
NiO	= 0,0028 -	Co	kan paavises ved at opl. NiO i Boraxperlen.
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= 0,8420 -	Vd	paavist med Sikkerhed.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= 1,0877 -		
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	= 0,0077 -		
CaO	= 0,0049 -		
MgO	= 0,0453 -		
K <sub>2</sub> O	= 0,0690 -	Lithium	kan paavises.
Na <sub>2</sub> O	= 0,0314 -		
SiO <sub>2</sub>	= 1,5928 -		
TiO <sub>2</sub>	= 0,0432 -		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	= 0,0044 -		

Ialt opløst = 3,7313 gr

Da der som nævnt blev paavist Tilstedeværelsen af Vanadin i Ekstrakten af 100 gr Sand, blev hele den forhaandenværende Beholdning af den omhandlede Jordart — ialt 1500 gr — ekstraheret med Saltsyre, og i Ekstrakten blev de fleste andre af de tilstedeværende Stoffer skilt ud med Ammoniak og Ammoniumsulfid.

Den sulfidholdige Opløsning er kirsebærrød af Vanadinsulfid, der kan udfældes

<sup>1</sup> P. E. MÜLLER m fl.: „Det forstlige Forsøgsvæsen“. III. Bd. 1 H. Beskrivelse af Jordbunds-Profilet findes S. 132.

<sup>2</sup> Sm. Std. S. 141 og flg. findes Beskr. af Fremgangsmaaden.



af Opløsningen ved at gøre den sur. En lille Rest, der bliver tilbage i Opløsningen, udvindes ved Inddampning og gentagen Fældning.

Af 1500 gr Sand vandtes 0,0258 gr  $Vd_2O_5$ . Hvis der var Au i Sandet, maatte det ved den benyttede Fremgangsmaade findes sammen med Vanadinet. Helt sikre Beviser paa dets Tilstedeværelse kan dog ikke anføres, ud over den stærke rosa Farve, som Diglen, hvori Vanadinsyren har været glødet, vedbliver at beholde efter Behandling med conc. Saltsyre.

**B.** En større Prøve af Undergrunden fra Høgildgaards Plantage fra en Udgravning, beliggende umiddelbart op til den foregaaende Lokalitet, blev ved velvillig Imødekommenhed tilstillet mig af Hr. Forstcand. HEINETH.

Denne Jordart var ogsaa meget stenfattig, og næsten alle de Sten, der forekom i Prøven, som var taget 2 m under Overfladen, var stærkt sandslidte Kvartsiter eller Sandsten.

1000,0 grm Sand, hvorfra Sten over 6 mm var borttagne, blev udkogt med Saltsyre og lidt Salpetersyre, filtreret, atter udkogt o. s. v. ialt 3 Gange, til Væsken ikke mere farvedes gul af opløst  $FeCl_3$ .

Saltsyreekstrakten inddampes til Tørhed med conc. Saltsyre gentagne Gange, til Salpetersyren er uddrevet, fortyndes og filtreres fra den udskilte  $SiO_2$  og  $TiO_2$ .

Filtratet inddampes stærkt og  $FeCl_3$  udrystes med Æter.

I Æterekstrakten viser sig kun at indeholde  $FeCl_3$  og ingen andre Metaller.

II. Den vandige Rest fra Æterekstrakten udskiller mere  $TiO_2$  ved Indd. og Fort. Filtratet fældes med  $H_2S$ .

III. Svovlbrintebdf. indeholder kun CuS, der omdannes til CuO.

IV. Filtratet fra Svovlbrintebdf. inddampes og koges efter Tilsætning af Am. acetat, hvorved der udskilles  $TiO_2$ , som borttages.

Det stærkt inddampede Filtrat er grønt af Ni. Opløsningen fældes med  $NH_3$  og  $(NH_4)_2S$  og filtreres.

V. Svovlambdf. behandles som sædvanlig og giver NiO og  $Mn_3O_4$ . Kobolt og Zink forekommer, men i saa ringe Mængder, at Vejningsbestemmelse er usikker.

VI. Filtratet fra Svovlambdf. giver ved at gøres sur Vanadinsulfid, der omdannes til  $Vd_2O_5$ . Filtratet fra Vanadinsulfid giver efter Inddampning og Glødning og Bortskaffelse af Ca og Mg Alkalierne som Sulfater.

I Alkalisulfaterne bestemmes  $Li_2 SO_4$  — ialt 0,0076 gr — paa den af HILLEBRAND<sup>1</sup> — efter Gooch — angivne Maade.

De samlede Titansyre-Bundfald behandles til Titansyrens Rensning med  $Na_2S_2O_7$ , Opløsning i Vand og Fældning ved Kogning med Eddikesyre. I den glødede og vejede  $TiO_2$  bestemmes Zirkkonsyre som Ortofosfat, efter den af HILLEBRAND — efter G. H. BAILEY — tilrettelagte Metode<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> HILLEBRAND: Anf. Std. S. 175.

<sup>2</sup> „ Anf. Std. S. 141.



1000,0 grm Sand indeholder:

CuO	= 0,0130 gr	Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	= 0,0666 gr
NiO	= 0,0216 -	Vd <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	= 0,0058 -
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	} forekommer	TiO <sub>2</sub>	= 0,2930 -
ZnO		ZrO <sub>2</sub>	= 0,0015 -
		LiO <sub>2</sub>	= 0,0021 -

### Nr. 8. Diluvialler, Feldborg.

A. Graat, stenfrit, lagdelt, kalkholdigt Dilluvialler fra en større Mergelgrav S. for Skovridergaarden i Feldborg Statsplantage blev i Januar 1907 modtaget til Analyse ved velvillig Imødekommenhed fra Hr. Skovrider HELMS i Feldborg.

Jordarten er fuldstændig stenfri. Den blev trykket itu og lufttørret. Den lufttørre Prøve indeholder:

Hygroskopisk Vand	= 3,60 %
CO <sub>2</sub>	= 16,25 % = 36,93 % CaCO <sub>3</sub>
K <sub>2</sub> O	= 0,16 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	= 0,20 %

} opl. i conc. Saltsyre.

Ved Slemning med SCHÖNES Apparat viser det sig, at alle Partikler i Jordarten har en Kornstørrelse under 0,01 mm.

1000,0 gr lufttørt Ler udrøres i 1 ltr. Vand, og der tilsættes den beregnede Mængde Saltsyre. Opl. af CaCl<sub>2</sub> frafiltreres, og Bundfaldet udvaskes. Opl. og Vaskevand inddampes og gøres alkalisk med lidt ren Kalkmælk. De udskilte Hydroxyder af Jern m. m. opløses i Saltsyre og sættes til det kalkfri Ler.

I. Opløsningen af CaCl<sub>2</sub> fældes derefter med Svovlsyre. Sulfatet udvaskes og omdannes til Nitrat. Dette behandles med Æter-Alkohol, men Strontium og Barium kunde ikke paavises.

II. Det for Calciumkarbonat befriede Ler behandles med HCl og lidt HNO<sub>3</sub> paa den ved de tidligere nævnte Prøver angivne Maade. SiO<sub>2</sub> og TiO<sub>2</sub> fraskilles. FeCl<sub>3</sub> udrystes med Æter, mere TiO<sub>2</sub> udskilles af den vandige Opløsning og denne fældes efter Inddampning og Fortynding med Vand med H<sub>2</sub>S.

III. Svovlbrintebdf. Heri findes Bly og Kobber.

PbSO <sub>4</sub>	= 0,0013 gr. Meget tydelig Kontrapr. som Kromat.
CuO	= 0,0175 -

Af Filtratet fra Svovlbrintebdf., der er blevet stærkt inddampet, udskilles ved Kogning efter Tilsætning af Am. acetat mere TiO<sub>2</sub>, der frafiltreres. Det stærkt inddampede Filtrat fældes med NH<sub>3</sub> og (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> S og filtreres.

IV. Svovlambdf. behandles som sædvanlig og indeholder: Kobolt, Nikkel, Zink, Mangan og Krom.



V. Filtratet fra Svovlambdf. Heri kan ikke paavises Vanadin med Sikkerhed, men paa tidligere beskreven Maade udvindes af Alkalisulfaterne Lithium-sulfat:  $\text{Li}_2\text{SO}_4 = 0,0023$  gr, der giver meget tydelig Flammereaktion og Spektrum af Li, men dog næppe er helt kalifrit.

VI. Det samlede Bdf. af uren  $\text{TiO}_2$  smeltes sammen med  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$ , og ren  $\text{TiO}_2$  udskilles paa tidligere angiven Maade.

I 1000,0 gr Ler findes:

CuO	= 0,0175 gr	$\text{Mn}_3\text{O}_4$	= 0,4576 gr
PbO	= 0,0009 -	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	= 0,0488 -
NiO	= 0,0119 -	$\text{TiO}_2$	= 0,7524 -
$\text{Co}_3\text{O}_4$	= 0,0109 -	Zr O <sub>2</sub>	= ?
ZnO	= 0,0598 -	$\text{Li}_2\text{O}$	= paavist.

B. En Prøve fra samme Lokalitet, men fra et andet Sted i Lergraven blev behandlet paa væsentlig samme Maade og gav følgende Resultat:

CuO	= 0,0274 gr	$\text{Mn}_3\text{O}_4$	= 0,4021 gr
PbO	= 0,0033 -	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	= 0,0494 -
NiO	= 0,0191 -	$\text{TiO}_2$	= 0,7060 -
$\text{Co}_3\text{O}_4$	= 0,0184 -		
ZnO	= 0,0448 -		

#### Nr. 9. Miocænt Glimmerler.

En Prøve af brunt, kalkholdigt, miocænt Glimmerler, der blev benyttet som Mergel fra en Grav hos Gartner A. C. ANDERSEN, Hjulmærhus ved Rødkærbro, blev modtaget i Sommeren 1909 fra Silkeborg Omegns Landboforening gennem Konsulent M. KRISTENSEN i Skanderborg.

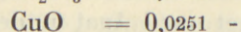
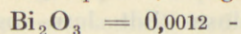
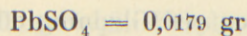
Prøven indeholder 3,74% hygroskopisk Vand (Tørretab ved 100°) og 26,0%  $\text{CaCO}_3$ .

1000,0 gr lufttørt Ler glødedes svagt i Muffel for at bortbrænde de i rigelig Mængde tilstedeværende brunkulagtige organiske Stoffer.

Den gulrøde Glødningsrest blev derefter ekstraheret paa sædvanlig Maade med  $\text{HCl}$  &  $\text{HNO}_3$ . Opløsning og Vaskevand inddampes stærkt, noget  $\text{TiO}_2$  udskilles og borttages, og  $\text{FeCl}_3$  udrystes med Æter. Mere  $\text{TiO}_2$  udskilles af den vandige Opløsning, der inddampes, saa at det store Overskud af  $\text{HCl}$  gaar bort, hvorefter den fortyndes og fældes med  $\text{H}_2\text{S}$ . Af Opløsningen af  $\text{FeCl}_3$  i Æter vindes efter Æterens Afdampning under Vandtilsætning med  $\text{H}_2\text{S}$  sammen med Svovl 4,3 mgr CuO (som CuS), der føjes til Svovlbrintebdf.

I. Svovlbrintebdf. Behandles som sædvanlig og giver:



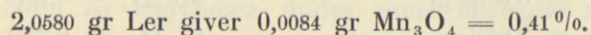


II. Filtratet fra Svovlbrintebdf. inddampes og  $\text{TiO}_2$  udskilles. Filtratet fældes med  $\text{Na}_2\text{S}$  og giver en Opløsning III og et Bundfald IV.

III. Opløsningen indeholder kun Al og ikke Vd.

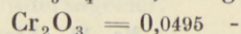
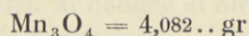
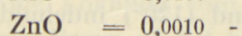
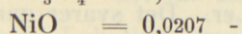
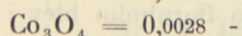
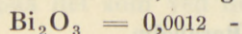
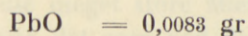
IV. Bdf. indeholder Co, Ni, Zn, Mn og Cr.

Stofferne adskilles paa den sædvanlige Maade efter den tidligere omtalte af JULIUS PETERSEN tilrettelagte Metode. Der er dog for meget Mn til at faa en nøjagtig Bestemmelse, og dette Stof bestemmes derfor i en lille Portion.



Det samlede Bdf. af  $\text{TiO}_2$  smeltes med  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$ , og rent  $\text{TiO}_2$  udskilles som sædvanlig ved Kogning af den opløste Smeltekegale med  $\text{SO}_2$  og Eddikesyre.

I 1000,0 gr lufttørt Ler findes:



Det bemærkes, at der trods de ringe Mængder kunde faas tydelige Kontraprøver for Bi, Co og Zn ved de tidligere angivne Maader.

#### Nr. 10. Alunjord eller sort Glimmerler.

I Marts 1907 modtog jeg en større Prøve af tertiært — vel nok miocænt — sort Glimmerler eller Alunjord fra Hr. Proprietær THIERRY, Over-Løgstrup i Lavrbjerg Sogn, Randers Amt. Jordarten er ganske stenfri, men noget sandet og indeholder omtrent  $\frac{1}{2}\%$  i Vand opløselige Salte — væsentlig Jernvitriol og Gibs — hidrørende fra forvitrende Svovlkis. I lufttør Tilstand afgiver en Prøve af Jordarten 2,75% ved Tørring ved  $100^\circ$ , men da  $\text{Fe}^{\text{II}}$  ved Opvarmningen delvis iltes til  $\text{Fe}^{\text{III}}$ , er Bestemmelsen ikke helt rigtig.

1000,0 gr lufttør Alunjord afvejes til Analyse og behandles med  $\text{HCl}$  &  $\text{HNO}_3$  som sædvanlig.  $\text{FeCl}_3$  udrystes med Æter, og den næsten jernfri vandige Opløsning, der befries for noget  $\text{TiO}_2$ , fældes med  $\text{H}_2\text{S}$ . Filtratet fra Svovlbrintebdf. fældes med  $\text{NH}_3$  og  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ .

I Svovlammoniumbdf. findes Ni, Co, Mn, Cr, Zn og Ti. Filtratet fra Svovlammoniumbdf. giver ved at blive gjort surt med  $\text{HCl}$  i ringe Overskud et Bdf. af



Svovl, der er noget mørktfarvet og ved Glødning efterlader en sortrød Rest. Ved at udkoge denne med Saltsyre opløses lidt Jern- og Nikkelilte. Tilbage i Digelen bliver en ringe Rest, der trykket med Agat under en stærk Lupe viser ganske utvivlsomme Skæl af metallisk Guld. Det er dog endnu blandet med noget uopløst kohærent  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , og da hele Bdf. ikke vejer 0,001 gr, er det ikke vel muligt at foretage yderligere Reaktionen dermed. I det surgjorte og filtrerede Filtrat fra Svovl-ammoniumbdf. blev, efter at Ca og Mg var bortskaffet, Li bestemt som Sulfat paa tidligere angiven Maade. Der fandtes 0,0040 gr  $\text{Li}_2\text{SO}_4 = 0,0009$  gr  $\text{Li}_2\text{O}$ , der dog ikke er helt kalifrit.

I 1000,0 gr lufttør Alunjord findes:

PbO	= 0,0010 gr	$\text{Mn}_3\text{O}_4$	= 0,2246 gr
CuO	= 0,0431 -	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	= 0,0654 -
$\text{Co}_3\text{O}_4$	= 0,0030 -	$\text{TiO}_2$	= 0,1899 -
NiO	= 0,0135 -	$\text{Li}_2\text{O}$	= } paavist.
ZnO	= 0,0101 -	Au	= }

#### Nr. 11. Liasler, Nebbeodde, Bornholm.

Fra Rhæt-Liasformationen ved Nebbeodde paa Bornholm blev i Juli 1912 indsamlet en større Prøve af det derværende graa Ler. Det svarer ganske til den af Forf. i 1889 undersøgte Prøve, som i tørret Tilstand ( $120^\circ$ ) indeholdt følgende Bestanddele<sup>1</sup>:

Amorfe Silikater	= 77,77 %
Feldspat . . . . .	= 2,63 %
Kvarts . . . . .	= 18,50 %
Kul . . . . .	= 0,91 %
Ialt . . . . .	= 99,91 %

De nærmere Bestanddele er angivet i den anførte Afhandling. Den i Sommeren 1912 tagne Lerprøve er fra samme Lag som den ovenanførte analyserede Prøve, men da der er hengaaet omtrent 25 Aar mellem de forskellige Prøveudtagninger, og der i Mellemtiden dels er gravet Ler, dels er skyllet væk af Klinten ved Havets Nedbryden af Kysten, er Prøven fra 1912 fra et Punkt længere inde i Laget end den ældre Prøve. De nedenfor anførte Tal gælder Prøven, der er taget i 1912. Før Undersøgelsen havde Prøven henligget paa et meget tørt Sted. Den saaledes lufttørrede Prøve indeholdt 0,97 % hygroskopisk Vand, der gaar bort ved Tørring ved  $100^\circ$ .

1000,0 gr lufttørt Ler blev behandlet som sædvanlig med HCl og  $\text{HNO}_3$ . Af den for Salpetetersyre ved Inddampning med Saltsyre befriede Opløsning udrystes  $\text{FeCl}_3$  med Æter. Den vandige næsten jernfrie Opløsning fældes med  $\text{H}_2\text{S}$ . Filtratet

<sup>1</sup> K. RØRDAM: Undersøgelse af mesozoiske Lerarter og Kaolin paa Bornholm. D. G. U. II. Række. Nr. 1. Kbhvn. 1890. S. 24 o. fl.



fra  $H_2S$  Bdf. fældes med  $NaOH$  og  $Na_2S$ . I Opløsningen findes Molybdæn og Vanadin. Vanadinet blev iøvrigt bestemt særskilt ved at smelte 50,0 gr Ler i en rummelig Nikkeldigel med  $NaOH$  og  $NaNO_3$ . Smeltmassen blev behandlet som af FORCHHAMMER angivet for Vellensbyleret<sup>1</sup>:

I 1000,0 grm lufttørt Ler fandtes:

PbO = 0,0128 gr	$Mn_3O_4$ = 2,2765 gr
CuO = 0,0229 -	$Cr_2O_3$ = 0,1211 -
$Co_3O_4$ = 0,0103 -	$Vd_2O_5$ = 0,1700 -
NiO = 0,0812 -	$MoO_3$ = 0,0184 -
ZnO = 0,0573 -	$TiO_2$ = 1,2592 -

Foruden Vanadin og Molybdæn findes smaa Mængder af andre Stoffer, der giver Sulfider, der er opløselige i  $Na_2S$  og udfældes deraf med Eddikesyre med brun Farve, men i den foreliggende Prøve var der for lidt til at afgøre, om det maaske var lidt Tin, der var undgaaet Fældningen med Svovlbrinte eller maaske Wolfram. Forf. agter at komme tilbage til dette Spørgsmaal, naar han har faaet indrettet sig paa at behandle meget store Mængder af Ler uden at behøve at ofre saa overordentlig lang Tid paa det som ved de foreliggende Undersøgelser.

#### Nr. 12. Lerjærnsten, Nebbeodde Bornholm.

Fra samme Lokalitet som Prøven Nr. 11 blev ligeledes i Sommeren 1912 udtaget en større Prøve af det bekendte store Lag af Lerjærnsten, som blandt andet omtales af J. F. JOHNSTRUP<sup>2</sup>.

I frisk Tilstand er Lerjærnstenen lysegraa af Farve, men bliver meget hurtigt noget brunlig paa Overfladen paa Grund af Iltning. Ligger Prøverne hen paa et tørt Sted, gaar Forvitringen dog kun meget langsomt i Dybden, men i fri Luft iltes Ferrokarbonatet hurtigt, uden dog at Stenarten derfor mister Sammenhængen.

Prøven blev knust og finmalet som Forberedelse til denne Analyse. Denne foregik efter de sædvanlig benyttede Metoder og gav som Resultat:

$Fe_2O_3$	} = 37,29 %	$P_2O_5$ = 0,23 % bestemt i en særskilt Portion.
$Al_2O_3$		
$P_2O_5$		
$Mn_3O_4$ = 0,48 —		
NiO & CuO = 0,06 —		
CaO = 2,03 —	} Til det fundne Glødetab skal lægges 1,83 % Ilt, som FeO har optaget ved Glødningen under Omdannelse til $Fe_2O_3$ — ikke til $Fe_3O_4$ som man ofte ser anført. — Denne Forbindelse naas først ved den stærkeste Hvidglødhede.	
MgO = 0,73 —		
Glødetab = 21,95 —		
Uopløst = 36,60 —		
I Alt = 99,14 %		

<sup>1</sup> J. G. FORCHHAMMER: Kgl. d. Vid. S. Overs. 1864. S. 88 o. fl.

<sup>2</sup> J. F. JOHNSTRUP: „Abriss der Geologie von Bornholm“. Greifswald 1889. S. 36.



Mængden af FeO — som  $\text{FeCO}_3$  — og Mængden af  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  blev bestemt ved Titration med Kaliumpermanganat<sup>1</sup>.  $\text{P}_2\text{O}_5$  blev bestemt i en særskilt Portion ved Vejning af det udfældede og glødede Fosformolybdat. Derefter lader Mængden af  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — hvori dog ogsaa er indbefattet  $\text{TiO}_2$  — sig beregne. CaO og MgO er ligesom FeO tilstede som Karbonater. Mangan angives som sædvanlig som Forbindelsen  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ . Heri ligger dog ikke, at Stoffet forekommer nødvendigvis i denne Form i Stenarten og ikke som et andet højere Ilte.

Stenartens nærmere Sammensætning bliver derefter følgende:

	$\text{FeCO}_3$	=	46,42	0/0	
	$\text{CaCO}_3$	=	3,62	—	
	$\text{MgCO}_3$	=	1,53	—	
	$\text{Al}_2\text{O}_3$	=	3,62	—	Heri ogsaa $\text{TiO}_2$
	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	=	2,80	—	
	$\text{Mn}_3\text{O}_4$	=	0,48	—	
	$\text{CuO \& NiO}$	=	0,06	—	
	$\text{P}_2\text{O}_5$	=	0,23	—	
	Kemisk bundet $\text{H}_2\text{O}$	=	3,29	—	Heri ogsaa lidt Kulparkler
	Hygroskop. bundet $\text{H}_2\text{O}$	=	0,49	—	
	Uopløst	=	36,60	—	
	I Alt	=	99,14	0/0	

Det uopløste er væsentlig noget glimmerholdigt ganske fint Kvarssand med et meget lille Indhold af Ler. Den gængse Betegnelse Lerjernsten for denne Stenart er derfor ikke synderlig velvalgt. Den ældre Benævnelse Spatjernsten maa siges at være betydelig mere træffende.

En større Portion finmalet lufttør Lerjernsten (270,3 gr) blev opløst i conc. Saltsyre i en rummelig Kolbe under Kogning. Behandlingen er ret vanskelig og langvarig, da Lerjernstenen væsentlig kun angribes af Saltsyren, naar den er kogende, men i saa Fald skummer meget og uregelmæssig.

Efter at Udviklingen af  $\text{CO}_2$  var sluttet, blev der tilsat  $\text{HNO}_3$  i smaa Portioner for at ilte FeO. Opløsningen blev filtreret og ved Inddampning med HCl blev  $\text{HNO}_3$  bortskaffet. Ved Æterbehandling blev alt  $\text{FeCl}_3$  udrystet og af den jernfri Opløsning blev det store Overskud af HCl bortskaffet ved Inddampning til et lille Rmf. Efter Fortynding og Bortskaffelse af den forholdsvis store Mængde udskilt  $\text{TiO}_2$  blev fældet med  $\text{H}_2\text{S}$ . Ogsaa i Svovlbrintebundfaldet fandtes  $\text{TiO}_2$ , og mere blev udskilt af Filtratet ved Inddampning med  $\text{H}_2\text{SO}_4$  Fortynding og langvarig Kogning.

Filtratet fra  $\text{TiO}_2$  fældes med  $\text{NaOH}$  &  $\text{Na}_2\text{S}$ . I Opløsning Al og Vd. Det sorte Bundfald behandles med 2% Svovlsyre og giver en Rest af Sulfider af Ni, Co og noget Zn, samt en Opløsning, hvori findes Mn og lidt Zn.

Manganet udskilles af Opløsningen ved Kogning med Ammoniumpersulfat i

<sup>1</sup> Undersøgelsen blev velvilligst udført af cand. polyt. Frk. A. LUND.



svag sur Væske, og i Filtratet fældes Zink som ZnS. Krom synes mærkelig nok ikke at forekomme i Lerjernstenen.

Beregnet for 1000,0 gr lufttør Lerjernsten findes:

PbO	= 0,0014 gr	Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	= 4,7120 gr
CuO	= 0,0636 -	TiO <sub>2</sub>	= 4,7243 -
ZnO	= 0,0511 -	Vd <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	= 0,0921 -
NiO	= 0,2205 -		
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	= 0,0551 -		

Det er mærkeligt nok, at Zinkindholdet i den undersøgte Prøve ikke er større, da man som bekendt af og til kan finde millimeterstore Krystaller af et Mineral, der i det ydre meget ligner Zinkblende, udskilt i den bornholmske Lerjernsten. Vanadinbestemmelsen blev gentaget ved at smelte 50,00 gr Lerjernsten med NaOH & NaNO<sub>3</sub> i en Nikkeldigel. Af Opløsningen af Smeltmassen, der var filtreret fra det uopløste, blev Vd udskilt som af FORCHHAMMER angivet<sup>1</sup>. Beregnet for 1000 gr fandtes 0,0980 gr Vd<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Heller ikke i denne Portion kunde paavises Krom.

### Nr. 13. Trinucleusskifer, Vasagaard, Bornholm,

Stenarten og Forekomsten nær Vasagaard ved Læsaa paa Bornholm er beskrevet af flere, saaledes af J. F. JOHNSTRUP i den anførte Afhandling<sup>2</sup> og af J. P. J. RAVN<sup>3</sup>, der navnlig har beskæftiget sig med Forsteningerne i denne interessante Aflejring. I de c. 35 Aar Forf. har kendt Forekomsten af Trinucleusskiferen ved Vasagaarden, har Forholdene været omtrent uforandrede svarende til Johnstrups Beskrivelse. I Foraaret 1907 indsamlede Landbrugskandidat KOEFOED en Del større Prøver til nærmere Undersøgelse.

Trinucleusskiferen fra Vasagaarden er en brunlig-graa temmelig blød Lerskifer med graa Streg. Ved Forvitring fremkommer paa Spaltefladerne metallisk glinsende Overtræk af Manganiliter. Allerede i Kulden udvikler den pulveriserede Stenart foruden Kulsyre kendelige Mængder af Klor ved Behandling med 10% holdig Saltsyre. Stenarten lader sig temmelig let male til et fint Pulver.

Det lufttørre Stof taber 1,51% ved Tørring 100°.

Der blev foretaget Analyse af Stenarten efter den almindelige Fremgangsmaade for Silikaters Analyse. Kulsyre blev bestemt i en særlig Portion med Scheiblers Apparat under Benyttelse af 10% holdig Salpetersyre. Der fandtes i to Forsøg 3,18% og 3,05%, i Middeltal 3,12% CO<sub>2</sub> = 7,09% CaCO<sub>3</sub>.

Fosforsyre blev bestemt i en Portion paa c. 10 gr Stof ved Ekstraktion med

<sup>1</sup> FORCHHAMMER: Anf. Std.

<sup>2</sup> J. F. JOHNSTRUP: Anf. Std. S. 26 o. flg.

<sup>3</sup> K. A. GRØNWALL, J. P. J. RAVN, A. HJORTH, N. V. USSING: „Bidrag til Bornholms Geologi“. D. G. U. II. Nr. 10. Kbhvn. 1899. S. 49 o. flg.



Salpetersyre, Fældning med Ammoniummolybdat og Vejning af det gule Bundfald efter Glødning.

$$P_2O_5 = 0,098\%$$

Alkalierne blev bestemt efter Glødning af Stoffet med  $CaCO_3$  og  $NH_4Cl$ . Herved fandtes følgende Bestanddele i det lufttørre Stof:

$CaCO_3$	=	7,09	%	
$SiO_2$	=	56,42	—	
$P_2O_5$	=	0,10	—	
$Al_2O_3$	=	11,17	—	
$Fe_2O_3$	=	9,33	—	} Iltningsgraderne er ikke best.
$Mn_3O_4$	=	2,96	—	
$CaO$	=	0,36	—	
$MgO$	=	2,42	—	
$K_2O$	=	2,62	—	
$Na_2O$	=	0,88	—	
Kemisk bundet $H_2O$	=	4,95	—	
Org. Stof . . . . .	=			
Hygroskop. $H_2O$	=	1,51	—	
		Ialt =	99,81	%

1000,0 gr pulveriseret og lufttør Skifer opvarmes paa Vandbad med 200  $cm^3$  conc. Saltsyre + 10  $cm^3$  conc. Salpetersyre og 100  $cm^3$   $H_2O$ . Opløsningen frafiltreres, og Behandlingen gentages tre Gange. De samlede Filtrater inddampes med Saltsyre, og  $FeCl^3$  udrystes med Æter. Den vandige jernfri Opløsning er græsgrøn. Overskudet af Saltsyre bortskaffes ved Inddampning, og Vædsken fældes efter Fortynding med Svovlbrinte. I Svovlbrintebundfaldet findes Pb, Cu og et Spor af Bi. Filtratet fra Svovlbrintebdf. indeholder Co, Ni, Zn, Mn, Cr og Ti, men ikke kendelige Mængder af Vd. Adskillelsen og Bestemmelsen af disse Stoffer blev udført som i den foregaaende Analyse. I 1000,0 gr lufttør Skifer fandtes:

PbO	=	0,0153	gr	$Mn_3O_4$	=	29,6 . . .	gr <sup>1</sup>
CuO	=	0,2963	-	$Cr_2O_3$	=	0,1190	-
$Bi_2O_3$	=	Spor		$TiO_2$	=	0,0174	-
ZnO	=	0,0594	-				
$Co_3O_4$	=	0,0225	-				
NiO	=	0,0372	-				

#### Nr. 14. Graptolitskifer, Vasagaard, Bornholm.

Nedre Graptolitskifer fra ældre Silur, der bl. a. findes i Læsaaens Brinker ved Vasagaard paa Bornholm, er omtalt i de samme Afhandlinger, der blev anført ved Beskrivelsen af Trinucleusskiferen S. 303 i denne Afhandling.

<sup>1</sup> Mangan er ikke bestemt i de 1000 gr paa Grund af den store Mængde, men som tidligere anført blev der ved den alm. Analyse fundet 2,96%  $Mn_3O_4$ .



Der blev undersøgt to Prøver.

**A** er taget i Foraaret 1907 af Landbrugskandidat KOEFOED i Aabrinken ved Vasagaard.

**B** er taget i Sommeren 1912 af Forf. paa samme Lokalitet, men vel næppe nøjagtig i samme Horisont.

I Udseende ligner Prøverne ganske hinanden, det er en blød, sort, bituminøs Skifer med sortebrun Streg, der let lader sig male til et fint Pulver.

**A** taber i lufttør Tilstand 1,50% ved Tørring ved 100° og **B** 1,27%. Ved Glødning i Muffelovn taber begge Prøverne c. 9% organisk Stof og kemisk bundet Vand.

Som Forberedelse til Analyse blev en afvejet Portion 1000,0 gr malet lufttør Skifer glødet paa en Jernbakke i en Muffelovn under Omrøring med en Jerntraad for at forbrænde det organiske Stof. Analysen af det glødede Skiferpulver foregik derpaa ganske som Analysen af Trinucleusskiferen. Herved fandtes i 1000,0 gr lufttør Skifer følgende Stofmængder:

	<b>A</b>		<b>B</b>
PbO	= 0,0547 gr	..... =	0,0348 gr
CuO	= 0,1162 -	..... =	0,1400 -
ZnO	= 0,0189 -	..... =	0,0048 -
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	= 0,0237 -	..... =	0,0178 -
NiO	= 0,0859 -	..... =	0,0246 -
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	= 0,1529 -	..... =	0,2182 -
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= 0,1315 -	..... =	0,1390 -
Vd <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	= 0,0059 -	..... =	0,0189 -
TiO <sub>2</sub>	= 0,6888 -	..... =	2,9800 -
ZrO <sub>2</sub>	= ? -	..... =	0,0210 -

Titansyre og Zirkonsyre i Nr. 14 B er bestemt i en særskilt Portion paa 10 gr ved efter Glødning at smelte den med Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>7</sub> og behandle Smeltekagen efter Opløsning i Vand som tidligere angivet.

#### Nr. 15. Alunskifer, Limensgade, Bornholm.

Fra Limensgade ved Læsaa paa Bornholm blev i Sommeren 1912 udtaget en større Prøve af den øvre Alunskifer — kambrisk Formation — der forekommer som Underlag for Silurkalken i en Væg i et derværende gammelt Stenbrud. Det er en sort bituminøs Skifer med sort Streg, der indeholder bygkornlignende 2—3 mm lange Svølvkiskrystaller, der vel nok har noget at gøre med en eller anden Organisme, men hvis nærmere Oprindelse iøvrigt er ukendt.

Den lufttørrede malede Skifer taber 2,45% ved Tørring ved 100°.

1000,0 gr glødes svagt i Muffel. Gløderesten udkoges med 200 cm<sup>3</sup> conc. Saltsyre og 25 cm<sup>3</sup> conc. Salpetersyre. Den fortyndede Opløsning frafiltreres, og Be-



handlingen gentages tre Gange. Opløsningen inddampes til Tørhed med Saltsyre, spædes op med Vand og filtreres.

Efter at  $\text{FeCl}_3$  var udrystet med Æter, blev den jernfri Opløsning fældet med  $\text{H}_2\text{S}$ . I Bundfaldet Pb, Cu og maaske lidt Bi, samt noget sammen med Sulfiderne udskilt  $\text{TiO}_2$ . Af Filtratet fra  $\text{H}_2\text{S}$  Bdf. udskilles mere  $\text{TiO}_2$ , der frafiltreres.

Filtratet fældes med NaOH og  $\text{Na}_2\text{S}$ . Bdf. behandles med 2% holdig Saltsyre. De uopløste Sulfider frafiltreres, og Opløsningen fældes paany med NaOH og  $\text{Na}_2\text{S}$ . Behandlingen maa gentages fire Gange paa Grund af den store Mængde Vanadin. Forekomsten af Zn er tvivlsom, og Cr kunde slet ikke paavises.

For at bestemme Manganmængden blev 3,8875 gr glødet i Platindigel og bagefter smeltet med  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  som et Silikat. Efterat  $\text{SiO}_2$  var udskilt med Saltsyre, blev Opløsningen fældet med Ammoniak og filtreret. Det udvaskede Bdf. blev atter opløst og udfældet, og de samlede ammoniakalske Filtrater blev kogt med Bromvand. Herved vandtes 0,0143 gr  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ .

Titansyre blev særskilt bestemt i 10,00 gr malet Skifer, der blev glødet i en Kvartsdigel og bagefter smeltet med  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$ . Smeltebogen blev opløst i koldt Vand og filtreret. Bdf. blev paany smeltet med Pyrosulfat, og Behandlingen gentaget ialt tre Gange. De samlede Opløsninger blev fældet med Ammoniak for at befries for den store Mængde Natronsulfat og udvasket noget. Bdf., der bestaar af Hydroxyder af Fe, Al og Ti, blev opløst i  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Til Opløsningen blev sat Vinsyre og tilledet  $\text{H}_2\text{S}$ , hvorefter alt Jernet blev udfældet som Sulfid efter Tilsætning af  $\text{NH}_3$ , medens Al og Ti forbliver i Opløsningen. Denne blev dernæst inddampet til Tørhed i en Kvartsdigel, og Ammoniaksaltene og Vinsyren destrueret ved Glødning. Resten i Digelen blev smeltet med Pyrosulfat, og i den opløste Smeltetmasse blev Titansyren udskilt ved Kogning med Eddikesyre. Der fandtes 0,0328 gr ren  $\text{TiO}_2$ .

I de 1000,0 gr var der i forskellige Portioner fundet ialt 0,5770 gr  $\text{Vd}_2\text{O}_5$ . For en Sikkerheds Skyld blev Bestemmelsen gentaget med 10,00 gr Skifer, der blev glødet og bagefter smeltet i en Nikkeldigel med NaOH og  $\text{NaNO}_3$ . I Smeltetmassen blev Vanadinet bestemt paa den tidligere omtalte af FORCHHAMMER angivne Metode. Der blev fundet 0,0059 gr  $\text{Vd}_2\text{O}_5$ , en Bestemmelse, der i Betragtning af de relative Mængder, maa siges at stemme godt med Bestemmelsen i den store Portion.

Efter disse Bestemmelser vil der altsaa i 1 m<sup>3</sup> Alunskifer fra Limensgade være over 1 Kg Vanadinsyre. En teknisk Udnyttelse af Skiferen til Fremstilling af Vanadinsyre vil derfor være mulig, hvis videregaaende Undersøgelser vil vise, at Stoffet er jævnt fordelt gennem Skiferlagene.

1000,0 gr Alunskifer fra Limensgade indeholder:

CuO	= 0,0629 gr	$\text{Mn}_3\text{O}_4$	= 3,678. gr
PbO	= 0,0433 -	$\text{Vd}_2\text{O}_5$	= 0,5770 -
$\text{Co}_3\text{O}_4$	= 0,0014 -	$\text{TiO}_2$	= 3,28.. -
NiO	= 0,0563 -		



## Nr. 16. Granit, Allinge, Bornholm.

Fra Stenbrudet lige ved Allinge Havn N.V. for samme blev i Sommeren 1912 indsamlet Prøver af Allingegraniten. Det er en rødliggraa Granit, hvis petrografiske Beskaffenhed er nærmere omtalt i COHEN & DEECKE's Beskrivelse af det krystallinske Grundfjeld paa Bornholm<sup>1</sup>.

Stenarten blev slaaet til smaa Skærver og malet fint, hvad der lader sig gøre forholdsvis let, da selv den friske uforvitrede Allingegranit er ret sprød. Ved Tørring ved 100° tabes kun 0,03% hygroskopisk Vand.

Ved Analyse paa almindelig Maade fandtes som Middeltal af en Række Undersøgelser dels af Forf., dels af Hr. cand. pharm. DAHM følgende Sammensætning. Alkalierne blev bestemt dels ved Glødning med CaCO<sub>3</sub> & NH<sub>4</sub>Cl, dels ved Behandling med HF & H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Den første Fremgangsmaade synes konstant at give noget mindre K<sub>2</sub>O end den sidste ved Stoffer, der er saa kiselsyreholdige som Graniten og derfor kræver temmelig langvarig Glødning for at blive fuldstændig dekomponerede.

Allingegraniten indeholder i lufttør Tilstand:

SiO <sub>2</sub>	=	72,96	0/0	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	=	13,40	—	Heri indbef. TiO <sub>2</sub> .
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	=	3,40	—	Iltningsgraden ikke bestemt.
CaO	=	1,32	—	
MgO	=	0,52	—	Heri et lille Spor af Mn.
K <sub>2</sub> O	=	5,32	—	
Na <sub>2</sub> O	=	2,47	—	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	=	0,15	—	
Kemisk bd. H <sub>2</sub> O	=	0,34	—	
Hygroskop. H <sub>2</sub> O	=	0,03	—	
Ialt	=	99,91	0/0	

Den samlede Sum af de fundne Bestanddele er noget for høj, da en Del af den som Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> opgivne Jernmængde er tilstede som FeO. 3,40% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> er omregnet = 3,06 FeO. Manganmængden viste sig ved den senere omtalte Undersøgelse af en større Portion at være 0,05% Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, og Titansyremængden 0,25% TiO<sub>2</sub>. Desuden findes vistnok smaa Mængder af F og Li, det sidste er indbefattet i de 5,32% K<sub>2</sub>O. Ved Ophedning i Platindigel giver Allingegraniten et ringe, men dog kendelig hvidligt Sublimat — maaske AlF<sub>3</sub> — der afsætter sig paa Platindigelens Laag, naar dette ikke ophedes altfor stærkt. Desuden indeholder Allingegraniten, i alt Fald naar den som den foreliggende Prøve stammer fra Granitbænke temmelig nær ved Overfladen, et ringe Spor af organisk Stof, maaske en Imprægation fra humusholdigt Vand, som giver sig tilkende ved en branket Lugt, naar Stoffet ophedes langsomt.

<sup>1</sup> E. COHEN & W. DEECKE: „Ueber das krystalline Grundgebirge der Insel Bornholm“. IV. Jahresber. d. geograph. Gesellschaft z. Greifswald. Greifswald 1889.



1000,0 gr lufttør, finmalet Granit gav ved Behandling med Saltsyre og Salpetersyre paa tidligere beskrevet Maade følgende Stofmængder:

PbO	= 0,0172 gr	Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	= 0,5060 gr
CuO	= 0,0330 -	Vd <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	= 0,0033 -
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	= 0,0020 -	TiO <sub>2</sub>	= 2,5199 -
NiO	= 0,0695 -		
ZnO	= 0,0047 -		

For ogsaa i Graniten at bestemme den Mængde Titansyre, der er tilstede som Rutil eller andet tungtopløseligt Mineral, blev 25,00 gr fint pulveriseret Granit smeltet i Kvartsdigel med Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>7</sub>. Smeltmassen blev opløst i Vand og TiO<sub>2</sub> udskilt paa tidligere omtalt Maade. Den rensede og vejede Titansyre, der udgjorde 0,0698 gr, blev atter opløseliggjort ved Smeltning med Pyrosulfat og prøvet for Zirkon paa den af HILLEBRAND angivne, tidligere beskrevne Maade. Der blev kun fundet en meget ringe — mindre end 0,0007 gr — og usikker Mængde ZrO<sub>2</sub>.

I 1000 gr Granit findes altsaa ialt: 2,792 gr TiO<sub>2</sub>, hvoraf 2,5199 gr er opløselig i Saltsyre, men 0,272 gr er tilstede som Rutil.

#### Oversigt over de foretagne Undersøgelser.

De undersøgte Jord- og Stenprøver er følgende. De er som tidligere omtalt ordnede efter deres geologiske Alder, saaledes at de yngste anføres først.

- Nr. 1. Jernokker, Vandværket Borupsallé, København.
- 2. Dynd, 5 Meters Dybde, Mundingen af Holbækfjord.
- 3. — 8 — — Bramnæsvig i Isefjord.
- 4. Kildekalk, Torup ved Ulslev.
- 5. Moræneler, Bernstorffvej, Gentofte Sogn ved Kbhvn.
- 6. — Tyregod i Nørvang Herred.
- 7. Hedesand, Høgildgaards Plantage, S. for Herning.
- 8A. Diluvialler, Feldborg.
- 8B. — —
- 9. Miocænt Glimmerler, Hjulmærhus ved Rødkærbro.
- 10. — Alunjord, Over-Løjstrup i Lavrbjerg Sogn.
- 11. Liasler, Nebbeodde, Bornholm.
- 12. Lerjernsten — —
- 13. Trinucleusskifer, Vasagaard, Bornholm.
- 14A. Graptolitskifer — —
- 14B. — — —
- 15. Alunskifer, Limensgade —
- 16. Granit, Allinge, —



Undersøgelserne blev udført paa den tidligere beskrevne Maade ved at anvende i Reglen 1000,0 gr finmalet, lufttørt Stof. Ved Tørring ved 100° tabte de lufttørre Jord- og Stenarter nedenfor angivne Mængder hygroskopisk Vand:

Nr. 1	=	10,70 %	Nr. 10	=	2,75 %
- 2	=	3,92 —	- 11	=	0,97 —
- 3	=	5,91 —	- 12	=	0,49 —
- 4	=	3,50 —	- 13	=	1,51 —
- 5	=	0,82 —	- 14 A	=	1,50 —
- 6	=	1,02 —	- 14 B	=	1,27 —
- 7	=	0,17 —	- 15	=	2,45 —
- 8 A	=	3,60 —	- 16	=	0,03 —
- 9	=	3,74 —			

I 1000,0 gr lufttørt Stof findes:

	Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.	Nr. 4.	Nr. 5.	Nr. 6.
CuO	= 0,0099 gr	0,0172 gr	0,0324 gr	0,0901 gr	0,0313 gr	0,0315 gr
PbO	= 0,0181 -	—	—	0,0349 -	0,0039 -	+
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= —	—	—	0,0029 -	—	—
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	= 0,0033 -	0,0058 -	+	+	0,0029 -	0,0074 -
NiO	= 0,0267 -	0,0620 -	0,0169 -	0,0249 -	0,0108 -	0,0290 -
ZnO	= 0,0013 -	—	—	0,0068 -	+	+
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	= 50,5... -	0,0898 -	0,2760 -	0,8395 -	0,0165 -	0,3806 -
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= —	—	—	—	0,0107 -	0,0144 -
Vd <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	= —	—	—	—	—	—
MoO <sub>3</sub>	= —	—	—	—	—	—
Ce <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	= —	0,0083 -	—	—	—	—
Li <sub>2</sub> O	= —	—	—	—	—	—
TiO <sub>2</sub>	= 0,0252 -	0,0700 -	0,07064 -	—	0,8690 -	1,1529 -
ZrO <sub>2</sub>	= —	—	—	—	—	—
Au	= —	—	—	—	+	—

	Nr. 7.	Nr. 8 A.	Nr. 8 B.	Nr. 9.	Nr. 10.	Nr. 11.
CuO	= 0,0130 gr	0,0175 gr	0,0274 gr	0,0251 gr	0,0431 gr	0,0229 gr
PbO	= —	0,0009 -	0,0033 -	0,0083 -	0,0010 -	0,0128 -
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= —	—	—	0,0012 -	—	—
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	= +	0,0109 -	0,0184 -	0,0028 -	0,0030 -	0,0103 -
NiO	= 0,0216 -	0,0119 -	0,0191 -	0,0207 -	0,0135 -	0,0812 -
ZnO	= +	0,0598 -	0,0448 -	0,0010 -	0,0101 -	0,0573 -



	Nr. 7.	Nr. 8 A.	Nr. 8 B.	Nr. 9.	Nr. 10.	Nr. 11.
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> =	0,0666 gr	0,4576 gr	0,4021 gr	4,082. gr	0,2246 gr	2,2765 gr
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> =	—	0,0488 -	0,0494 -	0,0495 -	0,0654 -	0,1211 -
Vd <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =	0,0058 -	?	—	—	—	0,1700 -
MoO <sub>3</sub> =	—	—	—	—	—	0,0184 -
Ce <sub>3</sub> O <sub>4</sub> =	—	—	—	—	—	—
Li <sub>2</sub> O =	0,0021 -	+	?	—	+	—
TiO <sub>2</sub> =	0,2930 -	0,7524 -	0,7060 -	0,0234 -	0,1899 -	1,2592 -
ZrO <sub>2</sub> =	0,0015 -	+	+	—	—	—
Au =	—	—	—	—	+	—

	Nr. 12.	Nr. 13.	Nr. 14 A.	Nr. 14 B.	Nr. 15.	Nr. 16.
CuO =	0,0636 gr	0,2963 gr	0,1162 gr	0,1400 gr	0,0629 gr	0,0330 gr
PbO =	0,0014 -	0,0153 -	0,0547 -	0,0348 -	0,0433 -	0,0172 -
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> =	—	+	—	—	—	—
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub> =	0,0551 -	0,0225 -	0,0237 -	0,0178 -	0,0014 -	0,0020 -
NiO =	0,2205 -	0,0372 -	0,0859 -	0,0246 -	0,0563 -	0,0695 -
ZnO =	0,0511 -	0,0594 -	0,0189 -	0,0048 -	—	0,0047 -
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> =	4,712. -	29,6... -	0,1529 -	0,2180 -	3,678. -	0,5060 -
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> =	—	0,1190 -	0,1315 -	0,1390 -	—	—
Vd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> =	0,0921 -	—	0,0059 -	0,0189 -	0,5770 -	0,0033 -
MoO <sub>3</sub> =	—	—	—	—	—	—
Ce <sub>3</sub> O <sub>4</sub> =	—	—	—	—	—	—
Li <sub>2</sub> O =	—	—	—	—	—	—
TiO <sub>2</sub> =	4,7243 -	0,0177 -	0,6888 -	2,9800 -	3,280. -	2,5199 -
ZrO <sub>2</sub> =	—	—	?	0,0210 -	—	—
Au =	—	—	—	—	—	—

Gennemgaar man herefter de enkelte Bestemmelser i ovenstaaende Tabeller, vil man kunne gøre følgende Iagttagelser.

Kobber er paavist i alle de undersøgte Jord- og Stenarter uden Undtagelse. Forf. har desuden kunnet paavise dette Stof i saa godt som alle de paa andet Sted beskrevne Prøver af Jordbunden fra jyske Heder og Plantager, selv om Stoffets Mængde ikke i disse Tilfælde er blevet bestemt kvantitativt<sup>1</sup>.

Minimum 0,0099 gr CuO i 1000 gr Stof findes i Nr. 1, Jernokker fra Vandværket i Borups Allé, Kbhvn., eller hvis man indskrænker sig til de naturlig opstaaede Jordarter, bliver:

Minimum 0,0130 gr CuO i 1000 gr i Nr. 7, Hedesand fra Høgildgaards Plantage S. f. Herning. De andre Prøver af Hedesand indeholder en lignende Mængde

<sup>1</sup> P. E. MÜLLER etc.: „Rødgranens Væxtforhold“. Anf. Std. S. 141.



Kobber. Da en Kubikmeter Sand vejer c. 2000 kg i den naturlig aflejrede Tilstand, findes der altsaa i 1 m<sup>3</sup> Hedesand 26 gr CuO.

Et Lag paa en Meters Tykkelse af Hedesand, der dækker over en Hektar Land, vil altsaa indeholde 26 Kg. Kobberilte eller omtrent 21 Kg. Kobber.

Maximum 0,2963 gr CuO i 1000 gr findes i Nr. 13 Trinucleusskifer, Vasa-gaard, Bornholm. 1 m<sup>3</sup> Skifer indeholder følgelig 593 gr Kobberilte eller 474 gr Kobber.

Kobber er et af de i Jord- og Stenarterne mest udbredte Stoffer, om end det som Regel kun er i meget smaa Mængder. Foruden de tidligere omtalte af J. G. FORCHHAMMER udførte Undersøgelser kan nævnes, at den franske Forsker M. L. DIEULAFAIT har eftersøgt og paavist Kobber i smaa Mængder i 88 Prøver af forskellige Porfyre, i 64 Graniter, i 65 Gneisarter, i 28 Glimmerskifere og i 70 Talkskifere<sup>1</sup>.

Stenarterne var fra Corsica, Frankrig, Schweiz, Sverige og Grønland. Ligeledes omtales af samme Forf. Kobberets Forekomst i mineralholdigt Gennemsiivningsvand fra Urbjerget og i Havvand. I Planter og Planteaske er der oftere paavist Kobber. I 1893 samlede Plantefysiologen RICHARD OTTO de vigtigste af de indtil da foreliggende Efterretninger om Kobberets Forekomst i Planteriget<sup>2</sup>. HASSELHOF havde i 1891<sup>3</sup>, ligesom OTTO i 1893, gjort Forsøg ved igennem Vandkultur, der indeholdt Opløsninger af Kobbersulfat, at tilføre Planterne Kobber. De fandt — hvad man paa Forhaand kunde være sikker paa selv uden Undersøgelse — at en Opløsning af Kobbersulfat var giftig for Planterne. Det andet Resultat, OTTO kom til, at Planterne ikke kunde optage Kobber, skyldes derimod de altfor grove analytiske Fremgangsmaader, som han benyttede, idet han bl. a. gik ud fra, at Plantevæv ikke indeholdt Kobberforbindelser, naar det ikke blev synligt blaafarvet ved at overhældes med Ammoniakvand.

<sup>1</sup> M. L. DIEULAFAIT: „Le cuivre“. Ann. de Chimie et de Physique. V. Sér. Tome 18, Paris 1879. S. 349 o. flg. — Kobber i Stensalt og Kalisalte omtales af BILTZ: „Analyt. Beitr. z. Chemie d. Kalisalz-lager u. Salztone“. Zeitschr. f. angew. Chem. 1910. S. 1954.

<sup>2</sup> RICH. OTTO: „Ueber Aufnahme und Speicherung von Kupfer durch die Pflanzenwurzeln“. Naturw. Wochenschr. VIII. Bd. Nr. 51. 1893.

1832. DE CANDOLE (Physiologie végétale 1832. I. S. 389) fremsatte den Anskuelse, at Planter kan optage Kobberforbindelser.

1855. J. G. FORCHHAMMER (Jahrb. d. Chemie 1855. VIII. S. 987. Smlg. denne Afhd. S. 274) paaviste, at Kobber forekommer i Jordbunden og blev Planterne tilgængelig, sandsynligvis ved at opløses i Alkaliklorider.

1863. GORUP BESANEZ (Ann. d. Chem. u. Pharm. 1863. S. 243) dyrkede forskellige Planter: *Polygonum fagopyrum*, *Pisum sativum*, *Secale cereale* i kobberholdig Jordbund, men formaaede ikke at paavise Kobber i Planterne.

1882. FRANCIS PHILLIPS (Chem. News. XLVI. 1882. S. 224) fandt, at en hel Række forskellige Planter optog Cu.

— FREITAG (Bot. Centralbl. XII. 1882. S. 127) fandt, at Eg og Birk fra Omegnen af Mansfeld-Gruberne indeholdt Cu.

1891—02. A. TSCHIRCH („Das Kupfer v. Stp. d. gericht. Chem. Toxich. & Hygieine“. Stuttgart 1893) fandt ved Dyrkningsforsøg, at baade Kartofler og Hvede optog Cu.

<sup>3</sup> HASSELHOFF: Landwirtschaft. Jahrb. Bd. XX. 1891. S. 261.



MAC DOUGAL fandt derimod i 1900, at *Quercus macrocarpa* indeholder i Tørstoffet 0,05% Cu. Han anfører, at Planten *Polycarpea spirostylis* ligefrem kan tages som Indikator paa kobberholdig Jordbund<sup>1</sup>.

Bly er paavist i alle Prøverne med Undtagelse af Nr. 2, 3 og 7.

Maximum 0,0547 gr PbO i 1000 gr findes i Nr. 14 A, Graptolitskifer fra Læsaa, Bornholm.

Vismut er ikke nær saa almindelig udbredt og kun paavist i tre Prøver, nemlig Nr. 4, Kildekalk fra Torup, Nr. 9, Glimmerler (miocænt) fra Hjulmærhus, og i den meget mineralrige Nr. 13, Trinucleusskifer fra Vasagaard paa Bornholm.

Forekomsten af Vismut i Kildekalken kan siges at være i god Overensstemmelse med de tidligere paaviste Forekomster af Vismut i Jernokker fra forskellige Kilder ved Casteggio i Italien, ved Flinsberg i Schlesien, ved Liebenstein i Thüringen m. fl. Std.<sup>2</sup>

Kobolt og Nikkel forekommer i alle Prøverne. Der er altid mere Ni end Co. Maximum af begge Stoffer findes i Nr. 12 Lerjernsten fra Nebbeodde, Bornholm, hvor der er 0,0551 gr Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> og 0,2205 gr NiO i 1000 gr. Om Forekomsten af Ni i Meteoriter findes der en uhyre omfattende Litteratur<sup>3</sup>. K. KRAUT har med Benyttelse af TSCHUGAJEFF'S før omtalte Reagens kunnet paavise Ni i Lava, i Aske af Tørv, Kul m. m.<sup>4</sup>

Kobolt anses i Almindelighed for ikke at have nær saa stor Udbredelse som Nikkel<sup>5</sup>. De her foreliggende kvantitative Bestemmelser viser at Co ganske vist forekommer i betydelig mindre Mængder end Ni, men at det dog altid ved omhyggelig udført Analyse kan eftervises i alle de hidtil undersøgte Jord- og Stenarter. Hermed stemmer, at den bekendte Meteoritforsker COHEN (dansk født, men virkende i Greifswald som Professor i Mineralogi til sin Død for faa Aar siden) har gjort det sandsynligt, at Co forekommer i alle Meteoriter, men at de ældre Analyser ikke er paaidelige i saa Henseende<sup>6</sup>.

Den almindelige Forekomst af Nikkel og Kobolt i alle Jordlag, hvortil de her omhandlede Undersøgelser har givet deres Bidrag for Danmarks Vedkommende, leder Tanken hen paa A. E. NORDENSKIÖLDS bekendte og meget omstridte kosmologiske Teorier, hvori samme Forfatters Paavisning af Ni & Co i Støvmasser, som han havde udsmettet af Sne paa nordlige Breddegrader, spiller en saa stor Rolle. Senere er Teorier, der i Principperne staar nær ved N's, som bekendt fremsat med stor Styrke af T. C. CHAMBERLIN, G. H. DARWIN m. fl.

Det er dog næppe Stedet her at gaa nærmere ind paa disse Kosmogonier, som for Tiden vistnok maa siges at være paa Moden blandt adskillige Geologer, saa meget mere som der for et Par Aar siden af H. SJÖGREN i hans udførlige „Minnes-

<sup>1</sup> MAC-DOUGAL: Botan. Centralbl. Beih. 1900. 9. S. 174.

<sup>2</sup> GMELIN-KRAUT: Handb. d. Chem. 7. Aufl. III. Bd. 2. Abt. S. 935.

<sup>3</sup> — — — — — V. Bd. 1. Abt. S. 1 o. flg.

<sup>4</sup> K. KRAUT: „Über die Verbreitung des Nickels und Kobalts in der Natur“. Zeitschrift f. angew. Chem. XIX. 1906. S. 1793.

<sup>5</sup> GMELIN-KRAUT: l. c. 7. Aufl. V. 1. S. 190.

<sup>6</sup> Sm. Std.



teckning" over A. E. NORDENSKIÖLD blev givet Beretning over denne Forskers Arbejder i saa Henseende, ledsaget af de fornødne Literaturhenvisninger<sup>1</sup>.

Zink kunde ikke paavises med Sikkerhed i Prøverne Nr. 2, 3 og 15, men Prøvemidlerne for Zink er ikke særlig skarpe. I alle Tilfælde, hvor Zn er angivet i Analysen er der anstillet Kontrolprøve ved at omdanne det vejede ZnO til Rinmans Grønt. Ogsaa Zinkiltets Farveskiftet ved Opvarming er et godt, men ikke meget fint Identifikationsmiddel.

Maximum 0,0598 gr ZnO i 1000 gr forekommer i Nr. 8 A, Graptolitskifer, dog har Nr. 13, Trinucleusskifer med 0,0594 gr samme Mængde, og Nr. 11, Liasler, Nr. 12, Lerjærnsten med henholdsvis 0,573 gr og 0,0511 gr ZnO er nær der op imod.

Om Zinks Udbredelse i Jordlagene foreligger der ikke meget udover FORCHHAMMERS tidligere omtalte Undersøgelse. Derimod har Stoffets Forekomst i Planter tildraget sig endel Opmærksomhed lige fra 1854, da BRAUN paaviste Zn i *Viola calamaria*<sup>2</sup>. Den tilsyneladende Mødsigelse, der er mellem Zinkforbindelsers antagne Virkning som en stærk Plantegift og Zn's almindelige Forekomst i Planter, er omhandlet af L. LABAND<sup>3</sup>. I Realiteten er der dog ikke noget særlig ejendommeligt for Zn i dette Forhold, concentrerede Opløsninger taales, som det vil vides, i Reglen ikke af Planter.

Mangan findes i alle de undersøgte Jord- og Stenarter, men i meget varierende Mængder fra flere Procent ned til kun 0,0165 gr i 1000 gr i Nr. 5, Moræneler fra Bernstorfsvej. Dets almindelige Udbredelse i Plante- og Dyreriget paaviste FORCHHAMMER, som allerede omtalt. I den nyeste Tid er Manganindholdet i Planter og Plantedele af den mest forskellige Art blevet kvantitativt bestemt af F. JADIN & A. ASTRUC. Maximum 0,033 gr Mn i 100 gr Tørstof fandt de i de overjordiske Dele af en Cistus-Art, Rødderne indeholdt noget mindre<sup>4</sup>. G. BERTRAND & F. MEDIGRECEANU har paa lignende Maade paavist Mn i dyriske Organer<sup>5</sup>. I Tilslutning til disse Undersøgelser er foretaget en Række Bestemmelser af Manganindholdet i Fødemidler og Drikkevarer af P. CARLES<sup>6</sup>. Gennem Brød og andre Fødemidler, der hidrører fra Korn, og gennem Vin, navnlig ung Rødvin, kan der tilføres det menneskelige Legeme ikke ubetydelige Mængder Mn.

Krom og Vanadin forekommer i 10 af de 18 undersøgte Prøver, men ikke altid i samme Prøve. Udenfor Forekomsterne i de kromførende Mineraler som Kromjærnsten, rød Blymalm, Vaquelinit, i visse Granater og Glimmerarter anses Krom i Almindelighed for et ret sjældent Stof, dog næppe med Rette<sup>7</sup>. Men noget særlig

<sup>1</sup> H. SJÖGREN: „Adolf Erik Nordenskiöld“. Geol. Föreningens i Stockholm Förhandlingar. XXXIV. 1912. S. 45 o. flg.

<sup>2</sup> BRAUN: Pogg. 92. S. 175.

<sup>3</sup> L. LABAND: „Die Verbreitung des Zinks im Pflanzenreiche“. Jahresh. für Agrikultur-Chem. 3. F. 1901. IV. S. 185.

<sup>4</sup> F. JADIN & A. ASTRUC: Comptes rendus. T. 155. 1912. S. 406.

<sup>5</sup> G. BERTRAND & F. MEDIGRECEANU: ibid. 154. 1911. S. 941 & 1450.

<sup>6</sup> P. CARLES: Ann. de Chimie analyt. 17. 1912. S. 411. Anf. efter Jahresber. der Agrikulturchem. 1912. S. 215.

<sup>7</sup> GMELIN-KRAUT: l. c. 7. Aufl. III. Bd. 1. Abt. S. 314.



fint Reagens paa Cr havest heller ikke. A. JORISSEN har dog paavist Cr i Kullag — Sod og Slagger — fra La Haye ved Liege<sup>1</sup>.

For Vanadins Vedkommende er Forholdet ganske anderledes. Man har paavist Vd i alle Slags eruptive Stenarter, i Sandsten sammen med Uran, i mange Lerarter fra forskellige Formationer, i Kul m. m.<sup>2</sup>. Et meget stort Antal tekniske Produkter og Affaldsstoffer, saasom Jern, Højovns slagge, Lerverar, Soda, Natronhydrat o. a., indeholder paaviselige Mængder Vd. A. WACHTEL har paavist det i Roepotaske<sup>3</sup>, og E. v. LIPPMANN i „Schlempe-Kul“<sup>4</sup>. I den nyere Tid har EUG. DEMARÇAY gjort et betydeligt Arbejde med Paavisning af Vanadin, Molybdæn, Krom, tildels ogsaa Zink i forskellige Træarter saasom: Skovfyr, Hvidgran, Bøg, Eg, Poppel, Vinstokken m. m.<sup>5</sup>.

Titansyre er paavist i alle Prøver i ret betydelig Mængde — op til c. 5 gr  $TiO_2$  i 1000 gr Stof — og herved maa endda erindres, at den i Analyserne angivne  $TiO_2$  Mængde kun repræsenterer, hvad der er opløseligt i Saltsyre, altsaa væsentlig  $TiO_2$  stammende fra forvitret Titanjern, medens  $TiO_2$ , der er tilstede som Mineraleet Rutil, slet ikke opløses ved denne Fremgangsmaade, men heller ikke i denne Form kan antages at have nogensomhelst Betydning for Plantevæksten. Titansyre er et overordentlig almindelig forekommende Stof og er paavist i Sand, Ler, Kul, Tørv, Kød, Knogler m. m.<sup>6</sup>. I 1892—97 paaviste DUNNINGTON  $TiO_2$  i 90 Prøver af Agerjord fra Alverdens forskellige Egne og fandt, at Jorden gennemsnitlig indeholdt 0,57%  $TiO_2$ <sup>7</sup>. Hvilken Rolle Stoffet spiller i fysiologisk Henseende, kan der for Tiden næppe siges noget bestemt om, skønt det fra Jordbunden gaar over i Planterne og derfra over i Dyrenes og Menneskets Organisme.

Zirkon er, som det fremgaar af Tabellerne, paavist i nogle Tilfælde sammen med Titan og forekommer maaske i flere, men i hvert Fald i saa overmaade smaa Mængder, at selv om man nok kan faa udskilt nogle Fnug af Zirkonfosfat efter Hillebrands tidligere omtalte Metode i den med Brintperoxyd iltede Titanopløsning, er det dog altfor lidt til at give nogen rigtig Vægtbestemmelse af  $ZrO_2$ .

De to kun sporadisk paaviste Stoffer Cerium og Litium findes sandsynligvis i flere andre af Prøverne, men Paavisningen af dem vil som Regel kræve særegne Fremgangsmaader. Forchhammer har, som omtalt, paavist Cerium i flere Sten- og Jordarter, og Litium er utvivlsomt et Stof, der i Naturen oftest ledsager Kalium i dets Forbindelser, altsaa i Feldspat og de af feldspathoidige Stenarter afledede Jordlag.

<sup>1</sup> A. JORISSEN: Bull. Acad. roy. Belgique. 1905. S. 178.

<sup>2</sup> GMELIN-KRAUT: l. c. 7. Aufl. III. Bd. 2. Abt. S. 59 o. flg.

<sup>3</sup> A. WACHTEL: Jahresber. über die Fortschritte d. Chem. 1883. S. 1577.

<sup>4</sup> E. O. v. LIPPMANN: Ber. d. d. chem. Ges. 21. 1888. S. 3492.

<sup>5</sup> EUG. DEMARÇAY: „Sur la présence dans les végétaux du Vanadium, du Molybdène et du Chrome.“ Comptes rend. T. 130. 1900. S. 910 o. flg.

<sup>6</sup> GMELIN-KRAUT: l. c. 7. Aufl. III. B. 1. S. 10.

<sup>7</sup> F. P. DUNNINGTON: „Distribution of Titanic oxide on the surface of the earth.“ Chem. News. T. 6. S. 221—222. Anf. efter Jahresber. d. Chem. 1897. I. S. 681.



## INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
Indledning .....	255
<b>I. Den kemiske Geologis og den kemiske Agrogeologis Historie i Danmark</b> .....	<b>257</b>
A. I Tidsrummet før 1800 .....	259
B. I Tidsrummet efter 1800 .....	265
Navnefortegnelse .....	280
<b>II. Paavisning af smaa Mængder af Metaller i danske Jord- og Stenarter</b> .....	<b>281</b>
Planen for Arbejdet .....	283
Forberedende Arbejder .....	284
Undersøgelserne .....	286
Nr. 1. Jernokker, Vandværket, Borups Allé, København .....	287
- 2. Dynd, Holbækfjord .....	289
- 3. Dynd, Bramnæsvej, Isefjord .....	290
- 4. Kildekalk, Torup ved Ulslev .....	291
- 5. Moræneler, Bernstorfsvej, Gentofte S. ....	292
- 6. — Tyregod i Nørvang Herred .....	294
- 7. Hedesand, Høgildgaards Plantage .....	295
- 8A. Diluvialler, Feldborg .....	297
- 8B. — — .....	298
- 9. Miocænt Glimmerler, Hjulmærshus ved Rødkærshus ..	298
- 10. — Alunjord, Over-Løjstrup, Laubjærg St. ....	299
- 11. Liasler, Nebbeodde, Bornholm .....	300
- 12. Lerjernsten, — — .....	301
- 13. Trinucleusskifer, Vasagaard, Bornholm .....	303
- 14A. Graptolitskifer — — .....	304
- 14B. — — — .....	305
- 15. Alunskifer, Limensgade, — .....	305
- 16. Granit, Allinge, — .....	307
Oversigt .....	308



