

Nogle Træk af de fysiske Videnskabers Historie fra Slutningen af det 18de Aarhundrede.

(I Anledning af 100-Aarsdagen efter den franske Naturforsker
Lavoisiers Død.)

Af

Julius Thomsen.

(Meddelt i Mødet den 11te Maj 1894.)

Slutningen af det forrige Aarhundrede indtager en fremragende Plads i de fysiske Videnskabers Historie; thi de Opdagelser, som dengang skete, og de videnskabelige Arbejder, som paa den Tid bleve udførte, danne Grundlaget for de overordentligt store Fremskridt, som disse Videnskaber have gjort i vort Aarhundrede, og som ere saa mangfoldige og vidtrækkende, at ikke den dristigste Fantasi dengang kunde have antaget det for muligt, at en saadan Udvikling skulde blive vort Aarhundrede til Del. De Navne, som i første Række knytte sig til den Tids Historie, ere Lavoisier og Galvani, og da det iaar den 8de Maj netop er 100 Aar siden, at den førstnævnte endte sit kortvarige og daadrige Liv paa Skafottet i Paris under den franske Revolutions Rædselsherredømme, er der en Anledning til at minde om disse Mænds Arbejder og deres Betydning for Videnskaben. Vel ville disse Linier ikke indeholde noget nyt for dem, som ere fortrolige med Naturvidenskabens Udviklingshistorie, men maaske kunne de bidrage til at opfriske Indtrykkene fra en i videnskabelige Henseende stærkt bevæget Tid.

Og naar jeg foretrækker samtidigt at omtale Lavoisiers og Galvanis Arbejder og ikke indskrænker mig til den førstnævntes Fortjenester, endskønt det netop er 100-Aarsdagen for Lavoisiers sørgelige Død, som er Anledningen, saa er Aarsagen den, at disse to Mænds Arbejder paa en slaaende Maade belyse de tvende højst forskellige Veje, ad hvilke Videnskabens Fremskridt i Almindelighed finder Sted. Paa den ene Side have vi Lavoisier, som støttet af tidligere og samtidige Videnskabsmænds Arbejder, underkastede en Række hidtil uklare Fænomener en omhyggelig Undersøgelse, paaviste deres sande Natur og udledte almindelige Love af de spredte Iagttagelser; og paa den anden Side staar Galvani, som Lykkens udkaarede, som Tilfældets Mand, i hvis Lod det faldt at iagttage et ukendt Fænomen, der var den første svage Antydning af hidtil ukendte Virksomheder, men som hurtigt viste sig at indeholde Spiren til en ny og frugtbar Gren af Naturvidenskabens. Paa den ene Side altsaa den begavede Videnskabsmands planmæssige Arbejde, paa den anden Tilfældighedernes lunefulde Spil.

Lavoisier (f. i Paris, 16. Aug. 1743) var Naturforsker i videre Forstand; han var fortrolig med Mathematik, Astronomi, Mineralogi, Botanik, Fysik og Kemi; men hans Hovedstyrke laa i hans klare og fordomsfrie Blik, der formaaede at gennemskue Fænomenernes rette Sammenhæng, og i hans nøje Kendskab til og Fortrolighed med Fysikkens nøjagtige Undersøgelsesmetoder. Han besad en sjelden Evne til at udføre sine Forsøg netop saaledes, at Resultatet maatte faa en afgørende Værdi, og han havde i Vægtskaalen, udført med hidtil ukendt Nøjagtighed, et nyt Redskab, som sjældent forlod ham ved hans Undersøgelser. Lavoisier var i økonomisk Henseende heldigt stillet; han kom hurtig til at indtage indbringende og indflydelsesrige Stillinger og havde Tid og Midler til at tilfredsstille de Fordringer, som Undersøgelserne krævede. Allerede i 25 Aars Alderen blev han optaget som Medlem af l'Académie des Sciences som en Anerkendelse for et 4 Aar tidligere udført

Arbejde over den offentlige Belysning, der viste hans overordentlige Energi og Selvopofrelse, naar det galdt at opnaa videnskabelige Resultater; det var ved denne Lejlighed, at han indespærrede sig i 40 Dage i et mørkt Værelse for at skærpe sit Øje og Evnen til at iagttage smaa Forskelligheder i Lysstyrken af de undersøgte Flammer.

Galvani (f. i Bologna 9. Sept. 1737) blev i sit 25de Aar Professor i Anatomi; han beskæftigede sig væsentligst med sammenlignende Anatomi og Fysiologi, havde stor Interesse for den saakaldte dyriske Elektricitet og syslede derfor meget med elektriske Fænomener. Det er saaledes intet Under, at han med Begejstring omfattede den af ham tilfældigt gjorte Opdagelse af Elektricitetens Evne til at fremkalde Nerve- og Muskelvirkninger i døde Legemer; men han havde ikke det fordomsfrie Blik paa Fænomenernes sande Natur, som var den samtidige Lavoisiers Styrke, og han opnaaede derfor heller ikke forinden sin Død (4. Decbr. 1798) at komme til fuld Erkendelse af sin Opdagelses sande Kerne, medens Lavoisier allerede i Aaret 1783 kunde afslutte Hovedrækken af sine Arbejder og opstille sin nye Theori om Forbrændingsfænomenerne. Men Opgaven var ogsaa ulige vanskeligere for Galvani end for Lavoisier.

Lavoisiers Opgave var at forme en ny Theori for en ældgammel Videnskab, og han kunde i sit Arbejde støtte sig dels til tidligere Aarhundreders Iagttagelser, dels til Resultaterne af samtidige Videnskabsmænds Arbejder; Materialet var saaledes i alt væsentligt allerede tilstede, eller det blev fremdraget i rette Tid ved andres Arbejder; og det blev Lavoisiers Opgave at konstatere Iagttagelsernes Rigtighed og undersøge Fænomenerne i deres Enkeltheder, for dernæst at gennemskue deres rette Natur og indre Sammenhæng; men Galvani befandt sig paa et nyt og ukendt Omraade, uden Vejledning i ældre Iagttagelser og tildels vildledet ved de ydre Omstændigheder, under hvilke hans første Opdagelse fandt Sted.

Allerede længe forinden Lavoisier begyndte sine Undersøgelser

over Luftens, Vandets og Ildens Natur, havde man iagttaget, at Nærværelse af Luft var nødvendig, for at et Legeme kunde brænde, men at Luftens Evne til at vedligeholde Forbrændingen dog er begrænset. Man sluttede deraf, at det brændende Legeme afgav noget til Luften, og at denne tabte Evnen til at vedligeholde Forbrændingen, naar den havde optaget en vis Mængde af dette ubekendte, som man gav Navnet Flogiston. Det var endvidere en Kendsgerning, at mange Stoffer, saasom Metallerne, uden egentlig at være brændbare, dog forandre deres Egenskaber ved at opvarmes i Berøring med Luften, idet det metalliske Ydre forsvinder og et askelignende Stof (Metalaske, Metalkalk) bliver tilbage; man tydede dette Forhold paa samme Maade som Forbrændingen, at det var Metallet, som afgav Flogiston til Luften. Det var altsaa Flammedannelsen ved Forbrændingen, som havde ledet til Hypotesen om Flogiston.

Nu lærer man alt i Skolen, at den atmosfæriske Luft er en Blanding af to Luftarter, Kvælstof og Ilt, af hvilke Ilten er en Nødvendighed for de almindelige Forbrændingsfænomener, idet denne Bestanddel af Luften ved Forbrændingen forener sig med det brændende Legemes Bestanddele, og at den ligeledes er Aarsagen til Metallernes Forandring i Luften, hvad enten denne foregaar ved højere eller lavere Varmegrad, idet Metallet forener sig med Ilt og danner Metalaske (Metalilte).

Om Vandet lærer man nu, at det er en kemisk Forbindelse af to Luftarter, Ilt og Brint, af hvilke den sidste er en brændbar Luft, som ved Forbrændingen forener sig med Luftens Ilt og danner Vand. Før Lavoisiers Tid var Vandets Natur fuldstændig ukendt; man antog endog, at det kunde omdannes til Jord.

Og om Flammen lærer man nu, at den dannes af det brændende Legemes flygtige Bestanddele eller dets Forbrændingsprodukter, som paa Grund af den høje Varmegrad, der opstaar ved Forbrændingen, blive glødende, og Flammen betegner saaledes det Rumfang, indenfor hvilket Forbrændingen foregaar.

Saaledes tydes nu Luftens, Vandets og Flammens Natur,

og saaledes lærte Lavoisier Samtiden at opfatte disse; hans Theori har altsaa bestaaet et Aarhundredes Prøve og omfatter samtlige Forbrændingsfænomener og mange med disse beslægtede Processer, som høre til de vigtigste paa Kemiens Omraade. Det lykkedes ham paa denne Maade at indordne en utallig Mængde af Iagttagelser under et fælles Synspunkt og skaffe fuld Overensstemmelse imellem Theori og Erfaring tilveje. En saadan Overensstemmelse var tidligere ikke tilstede; thi da Metallerne efter Flogistontheorien skulde afgive Flogiston ved deres Omdannelse til Metalkalk, maatte man antage, at denne vejede mindre end Metallet, medens Erfaringen viste det modsatte; men dengang betragtede man ogsaa et Legemes Vægt som noget underordnet. For Lavoisier var derimod Materien noget uforanderligt, og Grundlaget for alle hans Arbejder var, at intet skabes og intet forgaar; derfor maatte ogsaa Vægtskaalen blive et afgørende Redskab i hans Haand, og den førte da ogsaa til afgørende Resultater.

I sine Arbejder for at forme en ny Theori for de kemiske Processer, byggede Lavoisier, som berørt, væsentligt paa tidligere Tidens Iagttagelser og sine samtidiges Opdagelser. Over et Aarhundrede tidligere havde saavel Robert Boyle som Jean Rey udført omhyggelige Undersøgelser over Vægtforøgelsen ved Metallernes Ophedning i Luften og paavist, at endel af Luften forsvinder, og at Vægtforøgelsen er forskellig for ulige Metaller; men Forklaringen af Fænomenet var utilfredsstillende. Lavoisier gentog disse Forsøg og paaviste, at Vægtforøgelsen netop var lige saa stor som Vægten af den Luft, som var forsvunden; det var ham derfor klart, at Metallet maatte have optaget en af Luftens Bestanddele. Og da saa Priestley den 1ste August 1774 ved Ophedning af rødt Kvægsølv havde fremstillet en Luft, som i høj Grad nærrede Forbrændingen, fængslede Lavoisier strax sin Opmærksomhed paa denne Iagttagelse; thi det var ham klart, at denne nye Luft (Ilten) maatte være den Bestanddel af Atmosfæren, som nærer Forbrændingen. Lavoisier gentog Priestleys

Undersøgelse omtrent paa samme Maade; ved at opvarme metallisk Kvægsølv i en begrænset Luftmængde iagttog han en Formindskelse af Luftrumfanget og, at den tilbageblevne Luft ikke nærrede Forbrændingen; ved dernæst at opvarme det dannede Produkt (Kvægsølvite) til højere Varmegrad, iagttog han ligesom Priestley Fremkomsten af den nye Luft, som i saa høj Grad nærrede Forbrændingen, og som blandet med den tilbageblevne Luft gengav denne den tabte Egenskab.

Den atmosfæriske Lufts anden Bestanddel (Kvælstoffet) var allerede iagttaget et Aarhundrede tidligere, men først erkendt som en særegen Luftart af Rutherford (1772), og saaledes blev altsaa i Aaret 1774 den atmosfæriske Lufts rette Natur erkendt: den var en Blanding af to Luftarter (Ilt og Kvælstof), den ene stærk ildnærende, den anden uden stærkt fremtrædende kemiske Egenskaber.

Langsommere gik det med at paavise Vandets Sammensætning, men ogsaa paa dette Omraade modtog Lavoisier den fornødne Bistand. Allerede i Aaret 1766 havde Cavendish vist, at en Luft, som udvikler sig ved visse Metalleres Opløsning i Syrer, nemlig Brint, maa opfattes som en ejendommelig Luftart; men forgæves bestræbte Lavoisier sig i Aarene 1777—82 for at opdage, hvad der kunde være Brintens Forbrændingsprodukt; han havde vel, ligesom andre tidligere, set, at der dannede sig Fugtighed, men, da han var hildet i den forudfattede Mening, at Produktet maatte være en Syre, undgik Sagens rette Sammenhæng ham. Først efter at Cavendish i Aaret 1781 havde paavist, at Forbrændingsproduktet udelukkende er Vand, og efter at Lavoisier i Aaret 1783 af Englænderen Blagden var bleven underrettet om Cavendish's Resultat, gentog han tvivlende dennes Forsøg, men kunde kun bekræfte dets Rigtighed. Vanddannelsen ved Brintens Forbrænding blev derpaa, saa at sige, Slutningen paa Lavoisiers nye kemiske Theori; men endnu stod der dog et Punkt tilbage at belyse, nemlig hvorfra Brinten, som udvikles ved Metalleres Paavirkning af fortyndede

Syrer, hidrører; paa dette Omraade traadte Laplace hjælpende til, idet han udtalte den Anskuelse, at Brinten hidrørte fra Vandet, til hvilken Anskuelse Lavoisier dernæst fuldt sluttede sig.

Med Aaret 1783, altsaa efter omtrent 10 Aars Arbejde, kunde saa Lavoisier afslutte sin nye Theori og optage den endelige Kamp med Flogistontheorien, og ved Lavoisiers Død stod da hans Theori næsten som Enehersker paa Kemiens Omraade.

Galvanis Opdagelser og Arbejder, der begynde med Aaret 1780, frembyde nu helt andre Forhold; hans vigtigste Opdagelser ere Tilfældighedens Værk. I hans Laboratorium, hvor man eksperimenterede med en Elektrisermaskine, laa nogle præparerede Frøer, bestemte til forskellige Forsøg; tilfældigt berørte en tilstedeværende med sin Kniv den store Nerve paa et af disse Præparater, og de døde Legemsdele kom derved i krampagtig Bevægelse, dog indtraadte disse Bevægelser kun, naar der samtidigt blev eksperimenteret med Elektrisermaskinen. Disse tilfældige Iagttagelser bleve Anledningen til Udvikling af de omfangsrige Videnskabsgrene, som sammenfattes under Navnet Galvanisme, og tilfældige ere de i høj Grad; thi tre gensidigt uafhængige Omstændigheder maatte samvirke for at fremkalde Fænomenet. Hvor let vilde Iagttagelsen ikke været gaet upaaagtet hen som et Kuriosum, dersom ikke Galvanis Opmærksomhed var bleven henledt derpaa, og han ikke netop havde været stærkt optaget af Tanken om en saakaldt «dyrisk Elektricitet». Fænomenet har imidlertid slet intet at gøre med hvad vi nu kalde galvanisk Elektricitet; det er som bekendt en simpel Virkning af Elektricitetens Fordeling i Knivens Metalblad ved Elektrisermaskinens Indvirkning og en derpaa følgende Udladning gennem Frøens Nerver, naar Spændingen paa Maskinen ændrer sig ved Dannelsen af elektriske Gnister. Der maatte en ny tilfældig Opdagelse til for at føre ind paa den rette Vej til den nye Videnskabsgren. Galvani opdagede nemlig i Aaret 1786,

at Elektrisermaskinen ikke var nødvendig; thi Bevægelsen fremtraadte ogsaa hos præparerede Frøer, som i Messingtraade vare ophængte paa et Jerngitter, naar Extremiteterne ved en tilfældig Bevægelse kom i Berøring med Gitterets Jernstænger. For Galvani var dette et betydningsfuldt Bidrag til hans Lære om den dyriske Elektricitet, nu kunde han betragte Fænomenet som en Udladning af en Forskel mellem Nervernes og Muskulernes Elektricitet. Paa utallige Maader varierede han Forsøgene med de præparerede Frøer og forskellige Metaller, og Forsøgene gjentoges over hele den videnskabelige Verden; men Galvani naaede dog ikke videre i den rette Forstaaelse af Fænomenet i de tolv Aar, som forløb indtil hans Død, og det er et talende Exempel paa, hvilken skadelig Indflydelse forudfattede Meninger udøve paa Erkendelsen af Fænomenernes sande Aarsag og paa Dispositionerne med Hensyn til fortsatte Undersøgelser, en Indflydelse, som selv Lavoisier maatte føle, idet han i 5 Aar ikke rykkede videre i Erkendelsen af Brintens rette Forbrændingsprodukt, fordi han forudsatte, at det maatte være en Syre.

Men allerede to Aar efter Galvanis Død fremtraadte den store Betydning af hans ejendommelige Opdagelse, idet hans Landsmand Volta i Aaret 1800 lærte at forstærke de iagttagne svage Virkninger i mangfoldig Grad; han byggede en Stabel af et stort Antal Kobber-, Tin- og med Saltopløsning befugtede Papplader, ordnede paa en systematisk Maade, og frembragte dermed stærke fysiologiske og elektriske Virkninger. Hermed var det første store Fremskridt gjort og Banen brudt. Allerede i samme Aar benyttede Nicholson og Carlisle den voltaske Stabel til at adskille Vandet i dets tvende Bestanddele, saa at saavel Ilten som Brinten kunde opsamles i fri Tilstand, og nogle faa Aar senere benyttede Davy et lignende Apparat til at udskille nye Metaller af Jordarter og Alkalier, hvis Indhold af Metal Lavoisier vel havde forudset, men som han dog ikke havde kunnet paavise ad kemisk Vej.

Siden det nittende Aarhundredes Begyndelse have dernæst

de tvende Videnskaber, Kemien og Galvanismen, været i en stedse stigende Udvikling. Utallige ere de Resultater, til hvilke de have ført, og mange af dem have væsentligt bidraget til at at omforme vort hele sociale Liv.

Spørger man nu om, hvorledes Forholdene vilde have stillet sig nutildags, dersom ikke Lavoisier og Galvani havde beriget Videnskaben med de omtalte nye Resultater, da maa man for Galvanis Vedkommende sikkert indrømme, at det vilde være højst tvivlsomt, om vi nu, et Aarhundrede senere, vilde have havt Kjendskab til de saakaldte galvaniske Fænomener og de mangfoldige Opfindelser, som støtte sig til samme, saasom Galvanoplastik og elektrisk Telegrafi, Telefoner, Dynamoer, elektrisk Lys og mange andre Opfindelser, som slutte sig dertil, og som have omdannet mangfoldige Forhold paa Teknikkens, Handelens, Trafikforholdenes og Krigsvæsenets Omraade. Thi de Grundfænomener, som maatte opdages, ere af en saa lidet iøjnefaldende Art, at der fordredes et meget klart Blik, en genial Tanke eller et lykkeligt Tilfælde for at Opmærksomheden kunde henledes derpaa. Allerede længe før Galvanis Tid havde man saaledes iagttaget en ejendommelig Smag, naar man førte Tungen ind imellem to Metaller, som berørte hinanden, og dette er nu netop et Fænomen, som svarer til Galvanis anden Opdagelse; men ingen ændsede det, dertil var det tilsyneladende for ubetydeligt i sin Fremtræden, og intet tydede paa, at der her forelaa et elektrisk Fænomen. Man vilde ogsaa maaske engang være bleven opmærksom paa, at Brintudviklingen, som indtræder ved Opløsning af visse Metaller i fortyndede Syrer, forandrer sin Karakter, naar Metallet berøres af et andet, som ikke selv kan opløses i fortyndet Syre; thi Brintudviklingen viser sig da paa det Metal, som ikke opløses; men heller ikke her er der nogen Antydning om, at der foreligger et elektrisk Fænomen. Man vilde maaske, ledet af den elektriske Udladnings Indvirkning paa Magnetnaalen, kunne have iagttaget Fremkomst af elektriske Strømme eller Spændingsfænomener,

naar Magneter bevægedes forbi Ledere; men Vanskeligheden ved at paavise saadanne svage elektriske Fænomener, vilde have ligget i Mangel paa Midler (Apparater) til at paavise dem. Ved Galvanis Opdagelse var Forholdet ganske anderledes gunstigt; først opdagede han et meget følsomt Middel til at paavise yderst svage elektriske Strømmes Tilstedeværelse, nemlig de præparerede Frødele, og dernæst, efter at dette Middel var fundet, kom saa Opdagelsen, at de samme Fænomener, som Elektriciteten kunde frembringe, ogsaa kunde fremkaldes med ulige Metaller samtidige Virkning paa Præparatet; det laa derfor nær at antage, hvad der er Voltas Fortjeneste, at Kilden til Elektriciteten i dette Tilfælde laa i Berøringen imellem de to Metaller, — og dermed var da Banen brudt; men hvilken Naturforsker vilde vel være falden paa den Tanke, at prøve de andre nys omtalte svage Ytringer af elektriske Strømme paa præparerede Frødele! Galvanis Opdagelse danner det mærkeligste Exempel i de fysiske Videnskabers Historie paa den Betydning, som Tilfældet kan have paa Videnskabens Udvikling.

Anderledes er Forholdet med Hensyn til Betydningen af Lavoisiers Arbejder eller rettere af hans nye kemiske Theori for Videnskabens Udvikling i vort Aarhundrede; thi det kan næppe være Tvivl om, at selv om Lavoisier ikke havde levet, vilde dog en Theori, som den af ham opstillede, være fremkommen i den nærmest paafølgende Tid, muligvis kun stykkevis og med nogle Aars Mellemlum. Man maa nemlig erindre, at Slutningen af det forrige Aarhundrede var en i videnskabelig Henseende meget bevæget Tid for Kemien. Opdagelser fulgte Slag i Slag fra forskjellige Sider. I Sverrig arbejdede Scheele utrætteligt og med beundringsværdigt Udbytte; nye Grundstoffer og nye Forbindelser bleve opdagede og mange bekendte Stoffer grundigt undersøgte; et af Scheeles Hovedemner var netop Luften, Vandet og Ilden, og hans dertil knyttede Opdagelse af Ilten falder vistnok tidligere end Priestleys og uafhængig af denne. Samtidig arbejdede Priestley i England; hans Emne var Paavisning af

Luftarters Dannelse ved kemiske Processer, og det lykkedes ham at opdage et stort Antal af nye Luftarter og blandt disse ogsaa Iltten, hvis Egenskaber han undersøgte. Hans Landsmand Cavendish, som alt tidligere havde opdaget Brinten og paavist, at denne maatte opfattes som en særegen Luft, var sysselsat med at undersøge Produktet ved denne Lufts Forbrænding og paaviste, at det var Vand, som derved opstaar; Rutherford havde opdaget den ikke ildnærende Bestanddel af Luften (Kvælstof) o. s. v. Naar nu ingen af disse Mænd tilfulde formaaede at benytte det af dem frembragte Materiale, var Aarsagen den, at de vare hildede i den ældre Theoris Garn, som beherskede alle deres theoretiske Betragtninger. Der udfordredes en klarere Tanke, et mere uhildet Blik, en større Agtelse for det kvantitative i de kemiske Processer, for at gennemskue og bearbejde dette store Materiale fra et nyt Synspunkt. Men Løsningen maatte komme, lidt tidligere eller lidt senere, thi Kendsgerningerne talte vægtigt mod den bestaaende Theori. Det blev da Lavoisiers store Fortjeneste i kort Tid at løse denne Opgave, og hans Arbejde vil stedse blive Genstand for Beundring og være et klart Bevis for, hvor meget en genial Tanke og et fordomsfrit Blik formaar at udrette, naar det rette Tidspunkt er kommen.

Lavoisiers Betydning for Kemien er en lignende som Newtons for Astronomien; thi ligesom Lavoisier havde Newton en ældgammel Videnskabs talrige Iagttagelser at bygge paa; hans skarpe Tanke gennemskuede det store Materiale, og han formede i Aaret 1682 sin berømte Theori om den almindelige Tiltrækning, som omfattede alle Bevægelsesphænomener i Verdensrummet, ligesom Lavoisier, et Aarhundrede senere, 1783, udviklede en Theori, som sammenfattede under et fælles Synspunkt en Utallighed af Fænomener, som foregaa paa vor Jord. Men for dem begge var det den overlegne aandelige Begavelse, som førte dem til Maalet; medens det var Tilfældighedernes Spil, som for bestandigt knyttede Galvanis Navn til Videnskabens Historie.
