

Denne fil er downloadet fra
Danmarks Tekniske Kulturarv
www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på
www.tekniskkulturarv.dk/about

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

Heri:

Om Virksomhedernes Omdannelse i Naturen.

Af C. V. Holten.

INDBYDELSESSKRIFT

TIL

KJØBENHAVNS UNIVERSITETS AARSFEST

TIL ERINDRING OM

KIRKENS REFORMATION.

Heri: Om Virksomhedernes Omdannelse i Naturen
af C. V. Holten.

KJØBENHAVN.

Trykt hos J. H. Schultz.

1868.

KIRKENS REFORMATION.

THE

KIRKENS REFORMATION

THE

KIRKENS REFORMATION

REMARKS ON THE
OF G. V. HOLSTEN.

1868

1868

Om Virksomhedernes Omdannelse i Naturen

Om

Virksomhedernes Omdannelse i Naturen

af

C. V. Holten.

Om

Virkningshæderens Omdannelse i Naturen

af

C. V. Holten

Om Virksomhedernes Omdannelse i Naturen

af
C. V. Holten.

Det er et meget udbredt Phænomen i Naturen, at der, hvergang en Virksomhed skal fremkaldes, fremkommer Hindringer, der foraarsage, at Virkningen bliver mindre end det ellers vilde være Tilfældet, og det seer derfor ud som om der var gaaet Noget tabt. Det hører saaledes til de daglige Erfaringer, at man ikke kan frembringe nogen Bevægelse, uden at Gnidningsmodstanden og Luftens eller Vandets Modstand efterhaanden vilde tilintetgjøre den. Man finder rigtignok Beskrivelse af Maskiner, som løfte Byrder uden Gnidningsmodstand*), men Opfinderen har ved disse istedetfor Gnidningmodstand indført Tougenes Modstand imod Bøining, saa at Fordelen kan være tvivlsom nok. Disse Hindringer have været kjendte og undersøgte i en lang Række af Aar; men Nutidens Videnskab betragter dem med ganske andre Øine end Fortidens. Gnidningsmodstanden forklares derved, at Ujevnhederne af de Overflader, som bevæge sig paa hinanden, gribe ind i hinanden og da fordre en Kraft, for at Bevægelsen kan foregaae. Kunde man tilveibringe fuldkomment glatte Overflader, vilde de altsaa kunne bevæge sig paa hinanden uden Gnidningsmodstand; men det kunde

*) Oeuvres diverses de physique et de mécanique de Mrs. C. & P. Perrault
T. II.

ikke skee og man betragtede Gnidningsmodstanden som begrundet i Naturens Ufuldkommenhed. Bevæger et Legeme sig i Luften, lider det en Modstand, som svarer til den Kraft, der maa anvendes for at sætte den omgivende Luft i Bevægelse. Var denne nu fuldkomment bevægelig, vilde Modstanden falde bort, og man saae atter heri Beviis paa Naturens Ufuldkommenhed. Naar to Legemer støde sammen, og de ikke ere fuldstændig spændige, lides der et Tab i Bevægelsens Virksomhed (levende Kraft); men intet Legeme er fuldkomment spændigt, og her er det altsaa igjen Ufuldkommenheden, som er Aarsag til Tabet, og samme Anskuelse var gennemgaaende for alle Hindringer i Naturen. Denne ældre Anskuelse strider imidlertid ganske imod den, som mere og mere gjør sig gjældende i Nutiden, at Intet kan tabes i den hele Natur, og at, naar det synes som om en Virksomhed gaaer tilgrunde, det da altid beroer derpaa, at der dukker en anden Virksomhed frem, som netop har samme Styrke som den, der gaaer tilgrunde. Denne Anskuelse, der paa-trykker Videnskaben i vore Tider et særegent Præg, som skiller sig fra det, den har baaret til alle andre Tider, skulle vi stræbe at forfølge i dens forskjellige Conseqvenser og vise, hvorledes den mere og mere har vundet i Styrke.

Det er bekjendt nok, at man ved Gnidningen kan frembringe en betydelig Varme, saa at vilde Folkeslag endog bruge dette Middel til at skaffe sig Ild, ligesom det ogsaa er bekjendt nok, at Møller og Vogne med Træaxler kunne antændes ved Gnidningen. Musschenbrock i sin *Essai de physique* T. I. p. 482 forklarer dette Forhold derved, at den Varme (feu), som findes i Legemerne, ved Gnidning og Stød sættes i en hurtigere Bevægelse, medens han ogsaa antager det for muligt, at Legemerne ved at sættes i Rystelse kunne tiltrække Varmen fra Omgivelserne, og denne Betragtning af Sagen maa her være nok som et Exempel, der viser, at man endnu famlede i Blinde, og betragtede Varmen som et Legeme, hvortil man blandt andet blev forledet ved den Omstændighed, at Bly- eller Kobberspaaner, som opvarmedes i

en Flaske, tiltoge i Vægt*). Det var først Rumford, som ved de Forsøg, han bekendtgjorte i 1798 over Varmefrembringelse ved Gnidning, kom til det Resultat, at Varmen var en Bevægelse af Legemets Smaadele og kunde ikke være noget Stof, da den Mængde Varme, som kunde frembringes ved at gnide to Legemer imod hinanden, var ubegrændset stor, og ved tidligere Forsøg havde han endog bemærket, at et Bøsseløb blev mindre stærkt opvarmet ved Affyring af Skuddet, naar det var ladet med Kugle, end naar det blot var ladet med løst Krudt. Opfattes nu Varmen som en Bevægelse, saa er det let at forstaae, at Gnidningen frembringer Varme, da den let kan sætte Legemernes Smaadele i Bevægelse, og der stod da tilbage at udfinde den Mængde Varme, Gnidningsmodstanden kan frembringe. Den Første, der har udtalt Nutidens Anskuelse af Forholdet, synes at være Dr. Meyer i Heilbronn i en Afhandling fra 1842, nemlig den, at den frembragte Varme var Æquivalent for det Arbeide, som blev tabt ved at overvinde Modstanden, og han søgte at bestemme dette Æquivalent ved at beregne Forskjellen imellem den Varmemængde, der udfordredes for at opvarme en Luftmasse et vist Antal Grader, naar den under Opvarmningen skulde udvide sig under uforandret Tryk og altsaa under Udvidelsen udføre et Arbeide, og den, der behøvedes for at opvarme den samme Luftmasse ligesaameget, naar dens Udvidelse var forhindret. Denne Forskjel betragtede han da som den Varmemængde, der var nødvendig for at udføre det omtalte Arbeide, eller med andre Ord, som den Varmemængde, der var æquivalent med det udførte Arbeide. Læren var saaledes udtalt, men dens Rigtighed langtfra paaviist; thi for at dette skulde skee, maatte man godtgjøre, at den samme forbrugte Arbeidsmængde under alle Forhold vilde frembringe den samme Varmemængde uden Hensyn til det Stof, der blev paavirket, eller til den Maade, hvorpaa det blev paavirket, og tillige at denne Varmemængde igjen vilde være istand til at frem-

*) Musschenbroek, Essai de physique T. I.

bringe den samme Mængde af Arbeide. Hertil kunde Beregninger ikke være tilstrækkelige, men nye Forsøg maatte anstilles, før den opstillede Theori kunde siges at være begrundet. Tiden var imidlertid kommen, da dette skulde skee, og vi see ved denne Leilighed som ved flere andre, at Undersøgelsen begyndte paa to forskjellige Steder paa samme Tid, og det sikkert nok uden at nogen af de nye Forskere vare bekendte med Dr. Meyers Afhandling. I 1843 indsendte nemlig nuværende Stadsingenieur Colding til det kgl. danske Videnskabernes Selskab en Afhandling, over hvilken en nedsat Comitee, bestaaende af H. C. Ørsted, Ramus og Hoffmann, den 4de Januar 1844 afgav en Betænkning, hvori det hedder, at Hovedtanken deri er, „at de Kræfter, som tabes for Maskinvirkningerne ved Gnidningsmodstand, Tryk o. s. v. frembringe indvortes Virkninger i Legemerne, f. Ex. Varme, Electricitet o. desl., og at disse forholde sig som de tabte Kræfter.“ Til Fortsættelse af de Forsøg, han allerede havde anstillet, blev der bevilget ham en Understøttelse af 200 Rd. Resultaterne af de Forsøg, han derefter anstillede, skulle senere blive omtalte. I August Maaned 1843 meddeelte Joule det britiske Naturforskerselskab en Række af Forsøg over den paa en heelt anden og mere indirekte Maade frembragte Varme, men ogsaa til disse Forsøg komme vi senere tilbage, de skulde blot nævnes paa dette Sted for at vise, hvorledes Tanken gjærede i Tiden og stræbte efter Sikkerhed. Foreløbigt ville vi holde os til Forsøgene over den ved Gnidningsmodstand frembragte Varme.

Ved Coldings senere Forsøg over den ved Gnidningsmodstanden frembragte Varme blev en Slæde, som forinden blev belagt med Skinner af forskellige Metaller, trukket hen ad to Skinner, hvortil der ogsaa blev benyttet forskellige Metaller. Det Arbeide, som blev anvendt til at overvinde Gnidningsmodstanden, blev bestemt ved den Vei, Slæden gjennemløb, og den Kraft, som brugtes for at trække den fremad. Varme-

mængden bestemtes ved at maale Udvidelsen af Skinnerne paa Slæden og Underlaget. Resultaterne af disse Forsøg vare følgende.

Naar to Legemer gnides imod hinanden, frembringes der ligemegen Varme i dem begge, og Mængden af denne Varme beroer udelukkende paa det anvendte Arbeide, det vil sige Productet af Veien, Slæden har gennemløbet, og den Kraft, der fordredes for at bevæge den, men hverken paa Beskaffenheden af de Legemer, som gned imod hinanden, eller paa Gnidningsmodstandens absolute Størrelse eller paa Bevægelsens Hastighed. Colding fandt, at man for at frembringe een Varmeenhed, det vil sige saa megen Varme, som behøves for at opvarme 1 Pund Vand 1 Grad, maatte anvende 1185 Arbeidsenheder, det vil sige saa stort et Arbeide, som behøves for at løfte 1185 Pund 1 Fod. Disse Resultater bleve først meddeelte ved de skandinaviske Naturforskeres Møde i Kjøbenhavn i 1847. Colding meddeelte ogsaa forskjellige Conseqvenser, man ved Beregning kunde uddrage af den Grundanskuelse, hvorfra han var gaaet ud; men disse Conseqvenser skulle vi her ikke nærmere gaae ind paa, da det Maal, vi her have sat os, er at vise, hvorledes denne Grundanskuelse er bleven bekræftet ved Erfaringen, og det er netop den, det kommer an paa her, hvor Theorien ikke er istand til at opklare Forholdene. Vi skulle derfor gaae over til at betragte de Arbeider, Joule har udført over den samme Gjenstand, og blot foreløbigt bemærke, at hans tidligste Forsøg derover falder senere end Coldings første, men førend dennes seneste Forsøg.

Joules Forsøg ere anstillede saaledes, at han maalte det Arbeide, som fordredres for at dreie en Axel, paa hvilken Gnidningsmodstanden virkede, rundt, og den frembragte Varme maalttes ved Hjælp af et Thermometer. Det, der giver disse Forsøg deres store Værd, er dels den Nøjagtighed, med hvilken de ere udførte, dels de høist forskjellige Legemer, han har anvendt til Gnidningen. Vi skulle her ikke nærmere gaae ind paa de enkelte Forsøg med alle de smaa Rettelser, som maae

foretages ved dem og som her vilde fordre en meget vidtløftig Udvikling, men kun gjøre opmærksom paa, at der fordres megen Omhu og megen Skarpsindighed, naar man skal kunne være sikker paa, at alt Uvedkommende er fjernet og alt Vedkommende taget med.

Ved at lade Støbejern gnide mod Støbejern fandt han een Gang, at der til hver Varmeeenhed krævedes 1360 Arbeids-
eenheder, en anden Gang at det var 1356. Ved at lade en Omrører med udstaaende Arme dreie sig i Vand, fandt han 1352 og ved at lade en Skive af Støbejern dreie sig i Qvægselv 1355. Hvor stor Forskjel der end er imellem disse Legemer, seer man dog saa godt som det samme Resultat, og Joule antager, at 1351 eller med et rundt Tal 1350 Arbeidseenheder er den rigtige Værdi af en Varmeeenhed. Man seer imidlertid, at disse Tal i temmelig høi Grad afvige fra det, Colding havde fundet. Hvori Grunden til denne Uoverensstemmelse ligger, er det nu vanskeligt at afgjøre, men det bør dog bemærkes, at Joule selv ved sine første Forsøg (i 1845) over Gnidningen i Vand fandt 1557, ved at sammenligne flere Forsøg fandt han senere i samme Aar 1426 og nærmede sig saaledes lidt efter lidt det endelige Resultat. Joules første Resultat er altsaa mere afvigende fra det endelige end Coldings er fra dette, og det er ikke til at undre sig over, om Sidstnævnte dengang, da hans Forsøg og Erfaringer vare enestaaende, har overseet en eller Biomstændighed, der kunde faae Indflydelse paa Resultatet*).

Ved alle disse Forsøg (Joule har anstillet 110) kan det da betragtes som godtgjort, at der ved Gnidningen frembringes een Varmeeenhed for hver 1350 Arbeidseenheder, Gnidningsmodstanden har tilintetgjort, men skal denne Arbeidsmængde med Rette betragtes som æquivalent eller lige stor med Varmeeenheden, maatte det tillige paavises, at der hvergang 1350 Arbeidseenheder tilintetgjøres, paa hvad Maade det end skeer,

*) Hirn fandt i 1855 Varmens Æquivalent ved Gnidning at være 1184 Arbeidseenheder.

frembringes den samme Varmemængde. Ville vi foreløbigt holde os til de Tilfælde, hvor man kun har med Arbeidets directe Overgang til Varme at gjøre, henvises vi atter til Joule. Naar Vand drives igjennem snevre Rør, fremkommer der en betydelig Modstand, som dels hidrører fra Gnidningen, men dels fra de store Forandringer, der maa foregaae med Vandets Hastighed, og for at en saadan Forandring skal foregaae med Hastigheden, lærer Mechaniken, at dertil fordres en Arbeidsmængde, som er lig det Dobbelte af den Forandring, som foregaaer i Legemets levende Kraft, og ved levende Kraft forstaaer man atter Productet af Legemets Masse med Qvadratet af dets Hastighed. Joule anstillede Forsøg over den Varmemængde, som frembragtes ved saaledes at presse Vandet igjennem snevre Rør, og fandt, at der til hver frembragt Varmeenhed svarede et Forbrug af 1347 Arbeidseenheder. Fremdeles fandt han i 1848, at der ved at fortætte Luften, hvorved den bliver opvarmet, frembringes 1 Varmeenhed for hver 1403 Arbeidseenheder, som have været anvendte paa at udføre Sammentrykningen. Disse mangfoldige Erfaringer om Varmefrembringelse ved udført Arbeide, der under høist forskjellige Forhold og Betingelser give næsten det samme Resultat, vise tydeligt nok, at Varmemængden altid frembringes i lige Maal ved Arbeidet; men er nu denne Varme netop æquivalent med den Arbeidsmængde, som har frembragt den, saa maa ogsaa denne Varmemængde netop være istand til at udføre et Arbeide af denne Størrelse.

Det er en gammel Erfaring, at Luften afkøles, naar den udvider sig uden Opvarmning. Sammentrykker man saaledes Luften i en stærk Glasflaske, som er forsynet med en Hane, og man da ved at aabne Hanen tillader Luften at udvide sig og strømme ud af Flasken, bliver den derved som oftest saa stærkt afkølet, at de Vanddampe, den indeholder, tildeels fortættes, saa at Flasken seer ud som om den var fyldt med Taage. Paa samme Maade danner der sig Taage under Klokken paa en Luftpompe, naar man hurtigt fortynder Luften derinde. Denne Af-

kjøling, har man tidligere troet, hidrørte derfra, at den udvidede Luft havde større Varmefylde end den ikke udvidede, det vil sige, at den fordrede mere Varme end en ligesaa stor Mængde ikke udvidet Luft for at opvarmes ligesaameget. Lod man nu den sammentrykkede Luft strømme ud og udvide sig uden at man tilførte den Varme, maatte dens Varmegrad naturligviis synke. Den Anskuelse, der nu vil fortrænge den ældre, er den, at Luften, idet den strømmer ud af Flasken, maa drive Atmosfæren tilbage og altsaa udføre et Arbeide, og for at kunne det, maa den afgive eller tabe saamegen Varme, som dertil er nødvendig. Hvis nu denne Betragtning er rigtig, kan der aabenbart ikke finde nogen Afkjøling Sted, naar den strømmer ud i et lufttomt Rum, da den saa ingen Modstand har at overvinde. Ogsaa dette Forhold er undersøgt af Joule. Han benyttede hertil to lige store Kobberbeholdere, som stode i Forbindelse med hinanden ved et Rør, hvorpaa der var anbragt en Hane. I den ene af disse Beholdere sammentrykkede han Luft til omtrent 21 Atmosfæres Tryk, medens Luften blev udpompet af den anden Beholder. De bleve begge anbragte i et Kar med Vand, hvis Varmegrad kunde iagttages paa et Thermometer. Aabnede han da Hanen imellem de to Beholdere, udvidede den sammentrykkede Luft sig til det dobbelte Rumfang, og hvis den ældre Anskuelse af Sagen var rigtig, maatte Vandets Varmegrad synke ganske betydeligt; men der indtraf ikke noget Saa- dant, ingensomhelst Temperaturforandring var at iagttage.

Gjentog han nu dette Forsøg, men saaledes, at de to Beholdere vare sænkede hver i sit Kar med Vand, viste der sig en Temperaturformindskelse ved det Kar, hvorfra Luften strømmede ud, en ligesaa stor Forøgelse ved det, hvori den strømmede ind. Men det er ogsaa klart, at det her er den fortættede Luft, som maa drive Luften ind i det tomme Kar, altsaa udføre et Arbeide og afgive Varme, medens Luften i det andet Kar ved sin stadige Forøgelse af Tæthed lidt efter lidt sammen- trykkes, saa at der maa frembringes Varme ved det Arbeide,

som anvendes hertil. Det Arbeide, den ene Luftmasse udfører, er her aabenbart ligesaa stort som det, der anvendes paa den anden, og da Temperaturforandringerne vare lige store, saa er den Varme, der forbruges til Udførelsen af Arbeidet, lig den der frembringes ved Forbrug af Arbeidet, og det var netop dette, som skulde godtgjøres. Dog kunde man paa denne Maade ikke komme til nogen nøiagtig Maaling af Arbeide og Varmemængde, og Joule udførte derfor en anden Række af Forsøg. En i Vand nedsænket Beholder med sammentrykt Luft kunde sættes i Forbindelse med den øverste Deel af en Klokke, som var aaben forneden, sat ned i Vand og fyldt med Vand. Blev nu Forbindelsen aabnet, udvidede Luften sig i Beholderen og drev lidt efter lidt Vandet ud af Klokken. Luften maatte da udføre et Arbeide, som kunde beregnes, og af Varmegradens Synkning ved Luftbeholderen kunde den forbrugte Varmemængde findes. Paa denne Maade fandt Joule, at en Varmeeenhed var istand til at frembringe 1435 Arbeidseenheder, noget nær det samme Tal, som vi tidligere have angivet, om end lidt større. Men det er ikke noget Nyt at frembringe Arbeide ved Varmens Hjælp; det skeer jo i enhver Dampmaskine, og det er af Interesse at vide, om det Resultat, man der vinder af Varmen som arbejdende Kraft, ogsaa svarer til det, som Nutidens Theori fordrer. Man kunde her fristes til at anstille følgende Beregning. Ved Forbrænding af 1 Pund gode Steenkul frembringes 7000 Varmeeenheder, disse bruges til at forandre Vandet til Damp, som kommer til at virke i Maskinen, og da enhver Varmeeenhed svarer til 1350 Arbeidseenheder, maatte man for hvert Pund Kul, som forbrændes under Dampkjedlen, kunne løfte 9,450,000 Pund 1 Fod, og man maatte da med et Kulforbrug af omtrent $\frac{1}{5}$ Pund i Timen kunne frembringe en Hests Kraft; men det er meget langt fra at være Tilfældet, og Regningen er ogsaa urigtig. Dampen kommer nemlig ind i Cylinderen med en vis Varmemængde og udfører saa et Arbeide, idet den trykker Stemplet frem foran sig; men idet Stemplet har tilende-

bragt sit Løb, indeholder Dampen endnu en stor Mængde Varme, som den ved Fortætningen eller ved Udstrømning i Luften kommer til at afgive til ingen Nytte, og Spørgsmaalet dreier sig nu om Forholdet imellem det Varmetab, Dampen har lidt inde i Cylinderen, og det Arbeide, den paa samme Tid har udført. En Fabrikant Hirn har med stort Besvær og megen Omhu stræbt at faae dette Spørgsmaal besvaret, idet han ved to Dampmaskiner paa omtrent Hundrede Hestes Kraft har maalt den Varmemængde, hvormed Dampen traadte ind i Cylinderen, og den, hvormed den traadte ud tilligemed det udførte Arbeide, og af disse Data har Clausius beregnet Resultatet (Hirns egne Beregninger vare tildeels grundede paa urigtige Forudsætninger) og fundet, at Dampen ved at afgive een Varmeenhed var istand til at frembringe 1317 Arbeidseenheder, et Tal, der ikke stemmer ilde med de ovenfor angivne, især naar man betænker, at saadanne Forsøg ere forbundne med ganske usædvanlige Vanskeligheder.

Endnu maa man blandt disse Undersøgelser nævne Edlunds Forsøg over de Varmeforandringer, som foregaae i faste Legemer, naar de strækkes eller sammentrykkes. Naar en Metaltraad ved en stadigt forøget Vægt blev forlænget, blev den afkølet, og Formindsnelsen i Varmegrad stod i Forhold til den største Kraft, som havde virket paa Traaden. Formindskedes atter Vægten, saa at Traaden efterhaanden trak sig sammen, viste der sig en Overvarmning, der var ligesaa stor som Afkølingen før; men blev Vægten pludseligt fjernet fra Traaden, saa at denne kunde trække sig sammen uden at løfte nogen Vægt, blev den stærkere opvarmet end før, og Forskjellen stod i Forhold til det Arbeide, den før maatte udføre; og man kan altsaa sige, at den forøgede Varmemængde, som udvikles i Traaden, naar den intet Arbeide har at udføre, svarer til det sparede Arbeide. Om iøvrigt Varme og Arbeide ved disse Forsøg stode i samme Forhold til hinanden som ovenfor, kunde ikke bestemmes paa en tilfredsstillende Maade, da hele den frembragte

Varmemængde kun var overordentlig lille; men der foreligger ingen Grund til at antage Andet. Hvorsomhelst dette Forhold er undersøgt, er man kommet til overensstemmende Resultater, og det er derfor tilladeligt at antage, at den samme Lov ogsaa gjør sig gjældende, hvor Erfaringen ikke har været istand til at paavise dens Rigtighed.

Det er saaledes tidligere omtalt, at der ved Stød af Legemer, som ikke ere fuldkomment spændige, lides et Tab i Bevægelse, eller, som det kaldes i Mechaniken, i levende Kraft, hvorved man forstaaer Productet af Legemets Masse med Quadraten af dets Hastighed; men Mechaniken viser tillige, at den Forandring, som foregaaer med et Legemes levende Kraft, er lig det Dobbelte af det Arbeide, som Legemet har udført, eller af det, som er udført paa Legemet. Naar der altsaa i Stødet tabes i levende Kraft, tabes der ogsaa i Arbeide, og dette Tab forklarer da den Varme, som under saadanne Forhold fremkommer ved Stødet. Naar saaledes en Blykugle, der næsten ganske er blottet for Spændighed, træffer en fast, ubevægelig Modstand, standses den ganske af den, og der maa da, dels i Kuglen, dels i Modstanden, fremkomme en Varmemængde, som maa være istand til at frembringe den tabte Bevægelse. Naar man lod en saadan Kugle falde fra en Høide af 1350 Fod ned paa et Steengulv, vilde der i det Hele frembringes en Varmeenhed, og var Gulvet spændigt, vilde al Varmen fremkomme i Blyet; men da dette Metal har en Varmefylde, som er 35 Gange mindre end Vandets, vil det blive opvarmet 35 Grader, og ved at falde fra en 35 Gange mindre Høide, altsaa 39 Fod, vil det blive opvarmet 1 Grad. Da Blyets Smeltepunkt er 330 Grader, maatte det falde fra en Høide af omtrent 12,900 Fod for at opvarmes til denne Temperatur, det vilde derved naae en Hastighed af omtrent 900 Fod i Secundet, som er mindre end den, en Riffelkugle har, idet den træder ud af Løbet, og man kan deraf forstaae de store Formforandringer, Riffelkuglerne lide, naar de træffe paa en fast

Modstand. Dette ene Exempel vil være tilstrækkeligt til at paa-
vise de betydelige Varmemængder, som kunne frembringes ved
Stødet.

Atter til dette Forhold støtter sig en Theori, der i Dristig-
hed overgaaer saagodtsom alle andre. Forskjellige Forsøg have
nemlig gjort det muligt at bestemme den Varmemængde, Jorden
aarligt modtager fra Solen, og man har fundet, at en Quadrat-
fod af Jordens Overflade, som træffes lodret af Solens Straaler,
hvert Aar vilde modtage en Varmemængde af 913,240 Var-
meeenheder, hvis Intet blev holdt tilbage af Atmosfæren; men
da Solen udstraaler Varmen lige stærkt til alle Sider, kan man
regne sig til, at den aarlig udstraaler noget over 5 Quintillioner
Varmeeenheder, medens dens Masse svarer til en Vægt af $5\frac{1}{3}$
Quintillion Pund. Havde den nu samme Varmefylde som Van-
det, det blandt alle Legemer her paa Jorden, som har den
største Varmefylde, maatte den hvert Aar afkøles henved 1.^o
Grad og med samme Udstraaling i Løbet af 1000 Aar 1186
Grader. Men Erfaringen viser ingen kjendelig Formindskelse i
Solens Varmestraaling i den historiske Tid, og man maa altsaa
slutte, at Solvarmen efterhaanden fornyes. Man har tænkt sig,
at der i Solen kunde foregaae betydelige chemiske Processer,
hvorved dens Varme kunde vedligeholdes, men en saadan Var-
mekilde vilde kun være tilstrækkelig i nogle faa Hundrede Aar.
Dr. Meyer i Heilbronn har da opstillet den Theori, at Solens
Varme skulde vedligeholdes ved smaa Himmelleger, som Meteor-
stene og Cometer, der i Tidens Løb falde ned paa den. Tænker
man sig, at saadanne smaa Himmelleger kom fra Egne af
Rummet, der ligge langt udenfor Solsystemet, vilde de, naar de
faldt i Solen, have en Hastighed af omtrent 85 Mile i Secundet,
som vilde blive tilintetgjort ved Solens Modstand. For hvert Pund
Meteorsteen, der med en saadan Hastighed falder i Solen, til-
intetgjøres en Arbeidsmængde af omtrent 66,500 Millioner Ar-
beidseenheder, der maa altsaa frembringes en Varmemængde
af 492,243,700 Varmeeenheder, og for at erstatte Solen dens Tab

maatte den hvert Aar optage omtrent 104,400 Trillioner Pund Meteorstene i sig eller omtrent $\frac{1}{117}$ af Jordens Masse. Dens egen Masse vilde derved forøges, hvad der vilde have Indflydelse paa Aarets Varighed, men Forøgelsen i Tusinde Aar vilde kun beløbe sig til $\frac{1}{41540}$ af den oprindelige Masse og vilde altsaa være umærkelig endogsaa for de astronomiske lagttagelser. Denne Theori er imidlertid saa vovelig, at man maa lade den staae hen som en reen Gjetning og overlade det til kommende Tider at bekræfte eller forkaste den.

Allerede tidligere end de ovennævnte Undersøgelser over Arbeidets Omdannelse til Varme og omvendt var man, navnlig ved Mellonis Undersøgelser over Straalevarmen, ledet til den Antagelse, at Lys og Straalevarme i det Væsentlige maatte være af samme Natur. Men ved Youngs, Fresnels, Cauchy's og Hamiltons Arbejder over Lyset var det saa at sige hævet over al Tvivl, at Lyset er et Bevægelsesphænomen, som bestaaer i Svingninger i et Stof, Ætheren, der opfylder Verdensrummet. Straalevarmen maatte være noget Lignende, og da man ikke kunde tænke sig en Varmeæther og en Lysæther blandede med hinanden, lededes man til den Anskuelse, at Straalevarme og Lys vare Eet og det Samme, og at den forskjellige Opfattelse af dem blot hidrørte fra den Forskjel, der er imellem Seenerven og de almindelige Følenerver, af hvilke den ene opfatter Æther-svingningerne som Lys, de andre som Varme. Imellem Straalevarmen og Legemernes Varme er der imidlertid den Forskjel, at den første forsvinder i det Øieblik Noget kommer i Veien for Straalerne, medens den sidste kan vedblive lang Tid efter at Opvarmningen fandt Sted. Men da nu Varmestraalerne kunne opvarme Legemerne, altsaa sætte dem i en Tilstand, forskjellig fra den, hvori de før vare, kom man atter til den Anskuelse, at Æthersvingningerne efterhaanden meddeelte Bevægelsen til de legemlige Dele, og at det var disses Svingninger, som ved deres Hurtighed bestemte Legemets Varmegrad. Et koldt, eller rettere et varmeløst Legeme, vilde da være et saadant, hvis

Smaadele vare i Hvile, men jo livligere de bevæge sig, desto varmere er Legemet. Gaaer man nu ud fra denne Betragtning, saa følger det af sig selv, at der, naar man anvender et Arbeide paa at sætte Legemets Dele i Bevægelse, paa den ene Side maa gaae Arbeide tabt, paa den anden Side vindes Bevægelse eller Varme, og Arbeidet er altsaa blot trængt ind i Legemet. Vi føres derved ind i Legemernes Indre og fristes til at gjøre et Indblik i de Kræfter og Virksomheder, som der raade. Det vilde for at faae nærmere Indsigt heri være særdeles ønskeligt at kjende den Temperatur, der maa ansees for svarende til Varmens absolute Nulpunkt, den Temperatur, ved hvilken Legemerne ikke mere vilde indeholde nogen Varme. Man antager almindeligt, at dette Nulpunkt ligger ved 273 Graders Kulde; men det er ingenlunde godtgjort ved nogen Erfaring. Lad os imidlertid antage at det var saa, og under denne Forudsætning søge at bestemme de Virksomhedsmængder, som findes i et Pund Vand i dets forskjellige Tilstande.

For at opvarme et Pund Is fra — 273 Grader til Vandets Frysepunkt behøves omtrent 130 Varmeenheder, eller en Arbeidskraft, stor nok til at løfte 175,500 Pund 1 Fod. En Deel af dette Arbeide anvendes til at udvide Isen, eller med andre Ord til at fjerne dens Dele fra hinanden, en Deel bliver som Bevægelse eller Varme tilstede i Isen. For at omdanne et Pund Is til eet Pund Vand til 0°, behøves 79 Varmeenheder eller 106,650 Arbeidseenheder, som dog ikke bidrage til at forøge Varmegraden, men alene til at forandre Delenes indbyrdes Forhold fra den faste Hvilestilling i Isen til den bevægelige i Vandet. Eet Pund Vand ved 0° indeholder altsaa en Virksomhed, stor nok til at løfte 282,150 Pund 1 Fod. Opvarmes nu Vandet 1°, trækker det sig noget sammen, og det er derfor rimeligt, at idetmindste den hele tilførte Varmemængde bliver tilstede i Vandet som Bevægelse. Hvis nu Vanddelene havde været i Hvile, naar Vandet havde 0°, maatte de i Vand til 1° bevæge sig med en Hastighed af 290 Fod i Secundet, og dette bliver

da den mindst mulige Hastighed, de kunne have. Tænker man sig denne Bevægelse som et Kredslob omkring Hvilestillingen, kan det antages, at der i hvert Secund udføres et Antal Kredslob, der nærmer sig til det Antal Svingninger, det mindst brydbare Lys udfører i samme Tid, eller 430 Billioner. Lad os da antage, at der af Varmesvingerne ved denne Varmegrad kun udføres 100 Billioner i Secundet, saa kunde disse Kredslobs Diameter ikke overskride $\frac{1}{7500}$ af en Milliondeel Linie; men for at vedligeholde en saadan Kredsbevægelse vilde der fordres en midtpunktsøgende Kraft, som maatte være 58 Billioner Gange stærkere end Tyngden. Om en saadan Kraft kunne vi aldeles ikke gjøre os nogen Forestilling, men dens Størrelse kan dog ingenlunde betragtes som en Hindring for Antagelsen af Theorien, og det maa vel erindres, at det endda kun er den mindste Kraft, om hvilken der her kan være Tale.

For Luftarternes Vedkommende kan man antage, at der til at udvide dem ikke behøves noget Arbeide, da de ved at udvide sig uden at udføre ydre Arbeide ikke lide nogen Temperaturforandring, og man kan derfor antage, at al den Varme, som tilføres dem, bliver tilstede som Bevægelse. For at opvarme et Pund atmosfærisk Luft fra — 273 Grader til Vandets Frysepunkt, fordres der en Varmemængde af 68.5 Varmeenheder, eller en Arbeidskraft af 92,880 Arbeidseenheder, og man kan deraf regne sig til, at Luftdelene maae bevæge sig med en Hastighed af 2409 Fod i Secundet, en Hastighed, der voxer med Varmegraden. For at opvarme den samme Mængde Brint ligesaa meget, behøves 930.7 Varmeenheder eller 1,256,445 Arbeidseenheder, og i denne Luftart maae Delene bevæge sig med en Hastighed af 8862 Fod i Secundet. Hvorledes disse Bevægelser i de luftformige Legemer foregaae, ere Theoretikerne ikke enige om, idet Clausius antager, at Bevægelsen er retliniet, medens Andre (Redtenbacher) betragter dem som Svingninger, men i ethvert Tilfælde tyder Alting dog hen paa uhyre store Kræfter i Legemernes Indre.

I det Foregaaende have vi indskrænket os til at betragte Forholdet imellem Varmen og det mechaniske Arbeide uden nogen Mellemkomst af andre Virksomheder i Naturen. Men er det først blevet i høi Grad sandsynligt, at Varmen ingen eiendommelig Naturvirksomhed er, men blot en Bevægelsestilstand, saa tvinges man, da den ytrer sig næsten ved enhver Naturbegivenhed, til at undersøge Forholdene ogsaa hvor andre Virksomheder ere med i Spillet.

Den rigeste og hyppigst anvendte Varmekilde, som staaer til vor frie Raadighed, er Forbrændingen, altsaa mere almindeligt chemiske Processer. Chemien siger, at to Stoffer forbinde sig med hinanden paa Grund af en chemisk Tiltrækning, om hvis Beskaffenhed man har haft forskellige Anskuelser, og mange Chemikere have forfægtet den Mening, at de chemiske Kræfter hidrørte fra elektriske Tiltrækninger og Frastødninger. Dette være nu som det vil, saameget er klart, at naar den chemiske Forening er en Tilnærmelse paa Grund af en Tiltrækning, saa maae de legemlige Dele nærme sig til hinanden med en vis Hasighed, som tilintetgjøres i Berøringsøieblikket, og ligesom ovenfor er der altsaa i den chemiske Forening en Tilintetgjørelse af Arbeidet, hvorved der maa fremkomme Varme. Der er imidlertid det Særegne ved de chemiske Forbindelser, at de kun indgaaes i ganske bestemte Forhold, saa at det, der af den ene Bestanddeel er tilstede i Overskud, aldeles ikke indtræder i Forbindelsen. Man kunde fristes til i dette Forhold at søge et Beviis paa Elektricitetens Medvirkning og antage, at de Mængder af forskellige Grundstoffer, som indgaae Forbindelse med hinanden, indeholde lige store Mængder af modsat Elektricitet, der da vilde ophæve hinanden i Forbindelsen; men da denne atter kan forbinde sig med andre Legemer, synes den ikke at kunne betragtes som neutral, det vil sige blottet for Elektricitet, som den maatte være under den gjorte Forudsætning. Derimod har Erfaringen paaviist et mærkeligt Forhold imellem den chemiske Virksomhed ved et Legeme og Varmen.

Mange Erfaringer have nemlig godtgjort, at saadanne Mængder af Grundstofferne, som netop kunne forbinde sig med hinanden, fordre lige megen Varme for at opvarmes lige meget, eller, naar dette ikke er Tilfældet, enten dobbelt saa megen eller halv saa megen; saaledes forbinder omtrent 2 Pund Kobber sig med 1 Pund Svovl, men der behøves lige saa megen Varme for at opvarme 2 Pund Kobber een Grad som for at opvarme eet Pund Svovl lige saa meget; $1\frac{3}{4}$ Pund Jern forener sig med 1 Pund Svovl og fordrer lige saa megen Varme for at opvarmes lige meget. Fremdeles vilde de to omtalte Svovlforbindelser behøve lige megen Varme til lige stærke Opvarmninger, kort, det seer ud som om Varmeforbruget var afpasset efter den chemiske Virksomhed hos Stofferne. For at bestemme den Varmemængde, som udvikles ved chemiske Forbindelser, har man anstillet mange omhyggelige Undersøgelser og er derved kommet til ret mærkelige Resultater. Det viser sig saaledes, at der frembringes desto mere Varme, jo stærkere Stoffernes chemiske Tiltrækning er. Et Pund Brint giver saaledes ved Forbrænding 34,462 Varmeenheder, den dermed ækvivalente Mængde Zink ($32\frac{1}{2}$ Pund) giver 42,451 og den dermed ækvivalente Mængde Kobber ($31\frac{3}{4}$ Pund) 21,885. Det viser sig fremdeles, at det ikke er det ene af Stofferne, som bestemmer Varmemængden, men begge Stoffers gjensidige Forhold; thi ved at forbindes med Chlor udvikle de nævnte Stoffer Varmemængderne 23,883, 50,296 og 29,524, saa at Chlor med Kobber giver mere Varme end med Brint, medens Iltten med Brint giver mere Varme end med Kobber. Det er fremdeles godtgjort, at den Varme, der frembringes ved Dannelsen af den chemiske Forbindelse, er den samme, ad hvilken Vei Forbindelsen er dannet. Overgyder man saaledes Zink med fortyndet Svovlsyre, iltes det paa Vandets Bekostning, det dannede Zinkilte forbinder sig med Svovlsyren og denne Forbindelse opløses i Vandet. Ved denne Proces fremkommer der en Varmemængde, saa stor som Summen af de Varmemængder, man vilde faae ved at forbrænde Zinket i Ilt, og ved at mætte

Zinkiltet med Svovlsyre, derfra trukket den Varme, som bindes ved at opløse det svovlsure Zinkilte i Vand, og den, der behøves for at adskille Vandet, hvilken er den samme som den, der frembringes ved Iltens og Brintens Forbrænding. Nogle Grundstoffer kunne ikke bringes til direkte at forbinde sig med hinanden, og det viser sig da, at der, naar man ad indirekte Vei tilveiebringer Forbindelsen, bindes Varme, det vil sige, at der maa udføres et Arbeide for at bringe Stofferne i Forening med hinanden. Fremdeles har man fundet, at et sammensat Stof ved Forbrænding i Almindelighed ikke giver den Varmemængde, som kunde ventes ifølge Bestanddelene, saaledes giver den lette Kulbrinte mindre Varme end Bestanddelene, Svovlkulstof derimod mere. Forskjellen hidrører derfra, at Stoffet før Forbrændingen maa adskilles, hvortil der bruges saa megen Varme, som fremkommer ved Forbindelsen. Naar Svovlkulstof giver mere Varme end Svovlet og Kulstoffet tilsammen, saa er Grunden den, at der bindes Varme ved Svovlkulstoffets Dannelse. De Varmemængder, som frembringes ved de chemiske Processer, ere ofte meget betydelige. Saaledes frembringer et Pund Trækul ved dets Forbrænding omtrent 8000 Varmeenheder, en Varmemængde, der er stor nok til at løfte over 10 Millioner Pund een Fod høit, og hvis denne hele Varmemængde forblev i den dannede Kulsyre, maatte dennes Smaadele bevæge sig med en Hastighed af 13,500 Fod i Secundet. Man vil af dette ene Exempel see, hvor liden Udsigt der er til praktisk at anvende en Opfindelse, som gjorde en Deel Opsigt paa Pariserudstillingen i 1855 og gik ud paa at frembringe Varme ved Gnidning istedetfor ved Forbrænding; thi for hver Varmeenhed, der ved Gnidning skal frembringes i Secundet, behøves en bevægende Maskine paa omtrent $2\frac{3}{4}$ Hestes Kraft, medens det Samme vil kunne opnaaes ved at forbrænde ikke fuldt $\frac{1}{2}$ Pund i Timen.

Vi skulle ikke yderligere gaae ind paa de mange mærkelige Forhold, man har oplyst ved Varmeudviklingen paa chemisk

Vei, men hvad her er sagt maatte forudskikkes før vi gaae over til at omtale de Phænomener, som træde frem ved Elektriciteten.

Ved den elektriske Strøm, hvad enten den er vedvarende som den galvaniske og thermoelektriske eller øieblikkelig som Gnisten fra Elektriseermaskinen og Udladningen af Leydnerflasken, dannes saa at sige et Bindeled imellem de forskjellige Naturvirksomheder, idet man dels ved Strømmen kan frembringe Varme og Lys eller Magnetisme eller chemisk Virksomhed, dels ved disse atter elektriske Strømme. Det bliver derfor af særegen Interesse at see de Love, efter hvilke disse Omdannelser af Virksomheden finde Sted. Men her indtræffer den Omstændighed, at man aldeles Intet veed om Elektricitetens Natur, og hvad den elektriske Strøm angaaer, saa siger man rigtignok, at den bestaaer i en Bevægelse af de modsatte Elektriciteter i de modsatte Retninger, men derved vindes dog intet Indblik i hvad det er, vi her have at gjøre med. Ikke desto mindre kan man dog maale den elektriske Strøm, navnlig ved dens chemiske Virkning eller dens Indvirkning paa en Magnetnaal; thi ved begge disse Virkninger er det beviist, at de ere proportionale med Styrken af Strømmen. Dette Beviis er ført af Faraday derved, at han lod Strømmen dele sig i to Grene og da maalte dels Virkningen af den samlede Strøm, dels Virkningen af hver af Grenene, og det viste sig da altid, at Summen af Grenenes Virkninger var lig den samlede Strøms, hvad der kun kan finde Sted under Forudsætning af ovennævnte Proportionalitet.

Hvad nu først de chemiske Virkninger angaaer, saa har Faraday først paaviist, at de chemiske Virkninger, den samme elektriske Strøm paa forskjellige Steder af sit Løb frembringer, ere i chemisk Henseende æquivalente, det vil sige, at Mængderne af de paa forskjellige Steder udskilte Stoffer forholde sig til hinanden som de Mængder, hvori disse Stoffer forbinde sig med hinanden. Deraf følger nu for den galvaniske Strøms Vedkommende, at den samme Mængde af chemisk Virkning,

som Strømmen skal frembringe udenfor Apparatet, maa foregaae i hvert af Apparatets Led, og tænker man sig Apparatet bygget af Zink, Kobber og fortyndet Svovlsyre, maa der, for hvert Pund Vand, Strømmen skal adskille, i hvert af Ledene opløses en dermed ækvivalent Mængde eller omtrent $27\frac{1}{12}$ Pund Zink, som forbinder sig med Ilt og opløses i $54\frac{1}{9}$ Pund Svovlsyre, og bestod Apparatet af 6 Led, maatte der altsaa for hvert Pund Vand, man vilde adskille, opløses $15\frac{1}{2}$ Pund Zink i $32\frac{2}{3}$ Pund Svovlsyre. Af denne Overeensstemmelse, der finder Sted imellem den chemiske Virkning i hvert af Apparatets Led og den, der optræder udenfor Apparatet, har man villet uddrage den Slutning, at det er hiin chemiske Virksomhed, som er Aarsag til den elektriske Strøm, men da man kan sammenstille mangfoldige galvaniske Apparater, i hvilke der ikke er Spor af chemisk Virksomhed før det Øieblik, da Strømmen begynder, er denne Slutning ikke holdbar, og man nødes til at lade Aarsagen til Strømmen henstaae som for en Deel uforklaret, men betragte den omtalte chemiske Virksomhed som den Priis, hvorfor Strømmen faaes. Denne Priis, dette Offer, kan imidlertid ogsaa finde et andet Udtryk ved den dermed ækvivalente Varmemængde, som den chemiske Virksomhed vilde frembringe, og man føres altsaa til at undersøge den elektriske Strøms Forhold til Varmen.

Allerede forlængst vidste man, at enhver Leder, som gjennemløbes af en elektrisk Strøm, opvarmes derved; men de forskellige Metaller viste i saa Henseende meget forskellige Eiendommeligheder. Lod man saaledes den samme Strøm gjennemløbe en Jern- eller Platintraad og dernæst en Kobbertraad af samme Tykkelse, viste det sig, at den førstnævnte kom til at gløde stærkt eller endog smelte, medens den sidstnævnte kun var forholdsviis svagt opvarmet, skjøndt Jern og Platin høre til de Metaller, der smelte allervanskeligst; men disse Særegenheder bleve oplyste ved Forsøg, som Joule, Lenz og Andre have anstillet. Det viste sig ved disse Forsøg, at den Varmemængde, en elektrisk Strøm i hver Tidseenhed frembringer i

den Leder, den gennemløber, staaer i ligefrem Forhold til Ledningsmodstanden af denne Leder og til Quadratet af den elektriske Strøms Styrke, og naar Jern- eller Platintraaden, som det før blev nævnt, blev opvarmet langt stærkere end Kobbertraaden, hidrørte det blot derfra, at den udøver en større Modstand imod Elektricitetens Gjennemgang. Da nu Vædskerne ere langt slettere Ledere end Metallerne, maatte man vente, at de vilde blive langt stærkere opvarmede; men ofte er det langt fra at være Tilfældet; men ved dem er der ogsaa det eienommelige Forhold, at de kun lede Elektriciteten, naar de af Strømmen lide en chemisk Adskillelse, og ved at tage tilbørligt Hensyn til denne, have baade Joule og E. Bequerel paavist, at den selvsamme Lov gjælder for dem. Naar man altsaa imellem Platinledere fører en elektrisk Strøm igjennem Vand, vil dette dels opvarmes, dels adskilles i sine Bestanddele, men den i Vandet frembragte Varmemængde bliver da lig den Varmemængde, Vandet ifølge sin Ledningsmodstand skulde modtage, formindsket med den Varmemængde, som vilde frembringes ved Dannelsen af saa meget Vand, som er blevet adskilt af Strømmen. Man kan altsaa sige, at der her frembringes lige saa megen Varme som i faste Ledere med samme Modstand; men en Deel af den anvendes til at adskille Vandet, og saaledes træder altsaa ogsaa her den chemiske Virkning frem paa Varmens Bekostning. Leds en Strøm imellem Kobberplader igjennem en mættet Opløsning af svovlsuurt Kobberilte, vil der paa den negative Leder udskille sig en vis Mængde Kobber i metalisk Tilstand, men af den positive Leder vil en lige saa stor Mængde Kobber blive iltet og det dannede Ilte blive opløst i Svovlsyre. Paa den ene Side bliver altsaa en Forbindelse dannet, paa den anden Side den samme Forbindelse adskilt, og da den ved den chemiske Forbindelse frembragte Varmemængde er lige saa stor som den Varmemængde, der fordres for at adskille Forbindelsen, faae de chemiske Virksomheder i dette Tilfælde aldeles ingen Indflydelse, og overensstemmende hermed

viser det sig, at Kobberopløsningen af Strømmen opvarmes netop lige saa stærkt som en metallisk Leder med samme Modstand.

Da der nu frembringes Varme i enhver Deel af det elektriske Kredsløb, saa opstaaer det Spørgsmaal, hvor stor den hele i Kredsløbet frembragte Varmemængde er, og af den ovenanførte Lov følger, at denne Varmemængde maa staae i Forhold til Styrken af den frembragte Strøm eller til den chemiske Proces, som foregaaer i Apparatet, ja, Favre har endogsaa paa-
viist, at den Varmemængde, Strømmen frembringer i det hele Kredsløb, netop er lige saa stor som den, den chemiske Proces i Apparatet vilde have frembragt, naar ingen Strøm havde været tilstede. Ved direkte Forsøg med et galvanisk Apparat, der blot bestod af Zink, Kobber og fortyndet Svovlsyre, fandt han saaledes, at for hver Vægteenhed Zink, der opløstes i Apparatet, frembragtes der 552 Varmeenheder i Kredsløbet, medens hans tidligere Forsøg havde viist, at der til Zinkets Iltning og Zinkiltets Opløsning i Syren, fraregnet Vandets Adskillelse, frembragtes 554 Varmeenheder, altsaa paa lidt nær det samme Tal. Men heraf følger igjen, at de galvaniske Apparater virke desto kraftigere, jo mere Varme der frembringes ved den chemiske Proces i dem. I det Daniellske Apparat, som bestaaer af Zink i fortyndet Svovlsyre og Kobber i en Opløsning af Kobbervitriol, opløses Zinket i Svovlsyren, medens en tilsvarende Mængde Kobber udfældes af Kobbervitriolet; den derved frembragte Varme er 700 Varmeenheder. I Groves og Bunsens Apparater, der bestaae af Zink i fortyndet Svovlsyre og Platin eller Kul i Salpetersyre, bliver Zinket som før opløst og en tilsvarende Mængde Salpetersyre afilteres til Salpeterundersyre, og den frembragte Varmemængde er 1389 Varmeenheder. Efter disse Forhold skulde den elektricitetfrembringende Kraft i de sidstnævnte Apparater være omtrent dobbelt saa stor som i det Daniellske, hvad der stemmer meget nær med de Bestemmelser, man har gjort ved direkte Forsøg. Det er herved forudsat, at

den elektriske Strøm kun gjennemløber faste Ledere, altsaa ikke frembringer nogen ydre chemisk Virkning. Finder en saadan Sted, forbruges der, som vi ovenfor have seet, dertil en vis Varmemængde, og Varmefrembringelsen i hele Kredsløbet vil da blive lig den Varme, som frembringes ved den chemiske Proces i Apparatet, formindsket med den Varmemængde, som forbruges til den ydre chemiske Virkning. Men heraf følger atter et mærkværdigt Forhold, som Prof. J. Thomsen først har gjort opmærksom paa. Vil man hruge et Daniellsk Apparat til at adskille Vandet, maa der for hver Vægteenhed Zink, som opløses i hvert af Apparatets Led, blive adskilt $\frac{3}{11}$ Vægteenhed Vand, men dertil fordres 1044 Varmeeenheder. Da der nu i det Daniellske Led ved Zinkets Iltning kun frembringes 700 Varmeeenheder, er det ikke tilstrækkeligt, men man maa bruge idetmindste 2 Led, som give 1400 Varmeeenheder, saa at der er et Overskud af 356. Da derimod Groves og Bunsens Led give 1389 Varmeeenheder, vil eet saadant være tilstrækkeligt til at adskille Vandet; men Erfaringen har alt for længe siden lært, at man, for at adskille Vandet, maatte bruge mindst to Daniellske Led, hvorimod eet af Groves eller Bunsens alt kunde gjøre det. Den af hele den chemiske Proces i det galvaniske Apparat udviklede Varme findes altsaa uforandret i den elektriske Kredsløb, og den elektriske Strøm bevirker blot en anden Fordeling deraf. Det seer da ud som om man havde denne Strøm for Intet; thi enten den fremkommer eller ei, er Varmefrembringelsen den samme; men man bliver da nødt til at antage, at den selvsamme indre Bevægelse i Legemerne, der udgjør deres Varme, ogsaa, idetmindste under visse Betingelser, mærkes og iagttages som den elektriske Strøm.

Allerede i 1803 havde J. W. Ritter iagttaget, at naar man i en kort Tid har ledet en elektrisk Strøm imellem to eensartede Metalplader igjennem en Vædske og derpaa afbryder Strømmen, saa er der i Pladerne fremkaldt en saadan elektrisk Forskjel, at de, naar man forbinder dem med en Metaltraad, frembringe en elektrisk

Strøm, som gaaer i modsat Retning af den oprindelige. Fremdeles viser det sig, at en Strøm, som ledes igjennem et saadant Apparat, møder en Modstand af en anden Natur end den, man ellers træffer i Lederne. Ved disse er navnlig Forholdet saaledes, at Modstanden voxer i ligefremt Forhold til Længden; men ved Vædskerne finder man, at der foruden denne Modstand er en anden, som er ganske uafhængig af Længden og som altsaa vilde vedblive, selv naar man bragte Metalpladerne saa at sige i Berøring med hinanden. Forklaringen af disse Phænomener findes i de chemiske Forandringer, som foregaae i Vædsken, idet dels Metalpladerne forbinde sig med eller optage de Bestanddele, som udskilles af Vædsken, dels Vædskens Beskaffenhed forandres i Nærheden af Pladerne, og i begge Tilfælde fremkommer der imellem dem en elektrisk Forskjel, som frembringer en Strøm i modsat Retning af den, der har forarsaget den chemiske Virkning i det indskudte Apparat. Er det Vand, der adskilles imellem Platinpladerne, omgives den ene af disse med Ilt, den anden med Brint, og derved fremkommer den elektriske Forskjel imellem dem, hvad man har paavist ved at omgive en udglødet Platinplade med Brint, en anden med Ilt, og derpaa sænke dem ned i Vand og bringe dem i ledende Forbindelse med hinanden. Ved den fremkomne elektriske Strøm forbandt Brinten paa den ene Plade sig med Vandets Ilt, Ilten paa den anden med Vandets Brint, indtil de ingsugede Luftarter vare forbrugte. Vi have før seet, at den til en Vægteenhed Zink æquivalente Vandmængde ved sin Dannelse frembringer 1044 Varmeenheder. Lad os nu tænke os et galvanisk Apparat, i hvilket der ved hver Vægteenhed Zinks Iltning frembragtes netop 1044 Varmeenheder, og at dette blev anvendt til at adskille Vand, saa vilde der ved Zinkets Iltning frembringes netop saa megen Varme, som behøvedes til Vandets Adskillelse, og ifølge det Foregaaende kan der altsaa i den øvrige Deel af Kredsløbet ikke fremkomme nogen Varme, der kan ikke fremkomme nogen Strøm, og der indtræder en Lige-

vægt i hele Apparatet. Man seer af dette Exempel, at man ligefrem af den i det Foregaaende fremsatte Lov kunde have regnet sig til den ved de chemiske Virkninger frembragte modsatte elektriske Kraft, den saakaldte Polarisation, om man ikke havde kjendt den i Forveien.

Den elektriske Strøm frembringer Varme i det Indre af de Ledere, den gennemløber, men Varmen kan ogsaa frembringe elektriske Strømme. Lodder man Enderne af en vinkelformet Vismuthstang sammen med Enderne af en ligeledes vinkelformet Antimonstang og opvarmer et af Lodningsstederne, vil den hele Fiirkant blive gennemløbet af en elektrisk Strøm, der paa det opvarmede Sted gaaer fra Vismuth til Antimon. Strømmen kan man paavise ved at holde Fiirkanten med Fladen lodret i Nord og Syd og da hænge en Magnetnaal op inden i den. Strømmen bevirker da, at Naalen gjør et Udslag. Afkjøles Lodningsstedet, fremkommer der en Strøm i modsat Retning. Det samme Forhold viser sig ved hvilkesomhelst andre to Metaller, kun med forskjellig Styrke. Den saaledes frembragte Strøm, som har faaet Navn af den thermoelektriske, er meget svag, men har dog faaet Interesse ved dens Anvendelse til at paavise meget svage Varmevirkninger; desuagtet skulde vi ikke have omtalt den her, hvis der ikke ved den fandt lignende Forhold Sted som ved den galvaniske. Forsøg af Peltier og senere Forsøg af Lenz, Icilius og Frankenheim have nemlig paaviist, at medens den elektriske Strøm i Ledernes Indre altid frembringer en Varmemængde, der staaer i Forhold til Quadrattet af Strømmens Styrke, fremkommer der ved Strømmens Overgang fra et Metal til et andet særegne Varmevirkninger, der forholde sig ligefrem som Strømstyrken, og det, for at holde os til de to før omtalte, saaledes, at naar Strømmen gaaer fra Antimon til Vismuth, frembringes der Varme, men gaaer den fra Vismuth til Antimon, frembringes der derimod Kulde. Men ved Opvarmning fremkommer der en Strøm fra Vismuth til Antimon, ved Afkjøling en Strøm fra Antimon til Vismuth, og disse Varme-

phænomenen ved de to Metaller Berøringsflader ville da i begge Tilfælde frembringe en thermoelektrisk Strøm i modsat Retning af den, der har foraarsaget dem, og samme Lov gjælder ogsaa for hvilket som helst andre to Metaller. Disse Varmephænomenen forholde sig altsaa ganske som Polarisationsphænomenen ved de chemiske Virkninger; de foraarsage ligesom en egen Modstand imod den elektriske Strøm og kunne, adskilt fra denne, frembringe en Strøm i modsat Retning. See vi nu hen til den før omtalte Fiirkant af Vismuth og Antimon, saa fremkom der paa det opvarmede Lodningssted en Strøm fra Vismuth til Antimon, men derved afkøles Berøringsfladen, paa det ikke opvarmede Lodningssted gik Strømmen fra Vismuth til Antimon, men derved opvarmes denne Berøringsflade lige saa meget som den anden er afkølet, og det, den elektriske Strøm har bevirket, er det Samme som ved den galvaniske Strøm, at Varmen bliver anderledes fordeelt over Kredsløbet, idet Strømmen bevirker en Udjevning af Lodningsstedernes Varmegrad. Kunde man forhindre den Varme, man meddeler Lodningsstedet, fra at tabe sig til Omgivelserne, vilde den thermoelektriske Strøm vedblive indtil denne Varmemængde var ligeligt fordeelt over hele Kredsløbet.

Som bekendt opdagede Ørsted i 1820, at en Magnetnaal, som befinder sig i Nærheden af en elektrisk Strøm, af denne bliver dreiet saaledes, at den staaer lodret paa Strømretningen, og kort efter opdagede Arago og Ampere, dels at Strømmen magnetiserer Jern og Staal, som befinder sig i dens Nærhed, saaledes at den Linie, som forbinder begge Magnetpoler, staaer lodret paa Strømmens Retning, dels at de elektriske Strømme tiltrække hinanden, naar de gaae i samme Retning, men frastøde hinanden, naar de gaae i modsatte Retninger. Disse Virkninger adskille sig væsentlig fra de før omtalte derved, at de foregaae udenfor Strømmen selv. Desuden seer man, at Strømmen, idet den dreier en Magnetnaal ud af den Stilling, i hvilken Jordmagnetismen stræber at holde den, eller idet den tiltrækker eller frastøder en

anden Strøm, maa udføre et Arbeide. Iligemaade kan man sige, at Strømmen, naar den magnetiserer et Stykke Jern, maa udføre et Arbeide; thi de magnetiske Kræfter udøve, hvad Natur de saa end maae have, en Tiltrækning paa hinanden, som bevirker, at Magnetismen strax taber sig i det magnetiserede Jern, naar den magnetiserende Kraft hører op. Vi see altsaa her tre forskjellige Arbeider, som den elektriske Strøm kan udføre, og det er efter alt det Foregaaende at vente, at der maa gaae en tilsvarende Virksomhed tilgrunde, hver Gang et saadant Arbeide udføres. Det var Faraday, der i 1832 gav Oplysning om disse Forhold. Paa en Trærulle opviklede han ved Siden af hinanden to Kobbertraade, der f. Ex. ved en Over-spinding med Silke vare forhindrede fra at komme i Berøring med hinanden, og viste da, at naar den ene af Traadene blev sat i Forbindelse med et galvanisk Apparat, medens Enderne af den anden vare i ledende Berøring med hinanden, saa blev denne, skjøndt ude af al Berøring med hiin, dog gjennemløbet af en Strøm i det Øieblik, Strømmen begyndte i den anden. Saalænge den galvaniske Strøm uforandret gjennemløb den ene af Traadene, viste der sig ingen Virksomhed i den anden, men idet Forbindelsen med det galvaniske Apparat blev afbrudt, saa at den elektriske Strøm hørte op, fremkom der atter for et Øieblik en Strøm i den anden Traad. Disse Strømme har man kaldet Inductionsstrømme, og der er det Mærkelige ved dem, at den Strøm, som fremkommer, idet den galvaniske Strøm begynder, gaaer i modsat Retning af denne, den, som fremkommer ved dens Ophør, derimod i samme Retning. Her have vi en ny Virksomhed, som den elektriske Strøm frembringer udenfor dens eget Løb og altsaa ogsaa en Frembringelse af Varme i den Leder, som ligger ved Siden af Strømlederen; men man troe ikke, at denne Varme er frembragt af Intet. Edlund har ved Forsøg paaviist, at der i den galvaniske Strøm, naar den inducerer en Strøm i en nærliggende Traad, frembringes mindre Varme end naar dette ikke finder Sted, og at Forskjellen netop

er lig den Varme, som fremkommer i Inductionsstrømmen, og ligesom den galvaniske Strøm blot fordeler den Varme, som frembringes ved den chemiske Virkning i Apparatet, over det hele elektriske Kredsløb, saaledes fordeles ved Inductionen Varmefrembringelsen fra en Leder over paa en anden, og kan fra denne overføres paa en tredie o. s. v. Naar vi i Beskrivelsen af Forsøget have talt om galvanisk Strøm som inducerende, er det dog ingenlunde nødvendigt, at det er en saadan; Udladningen af et Leydner Batteri og en thermoelektrisk Strøm frembringe samme Virkninger.

Men Inductionen kan ogsaa foregaae paa en anden Maade. Vikler man to Kobbertraade op hver paa sin Trærulle og leder en Strøm igjennem den ene, kan man, naar Enderne af den anden ere i ledende Forbindelse med hinanden, deri inducere en Strøm ved at nærme den til eller fjerne den fra den gjennemstrømmede Leder. Man vil da see, at den Strøm, som fremkommer ved Ledernes Tilnærmelse, gaaer i modsat Retning af den inducerede Strøm, den, som fremkommer ved deres Bortfjernelse fra hinanden, derimod i samme Retning; men nu have vi omtalt, at elektriske Strømme tiltrække hinanden, naar de gaae i samme, frastøde hinanden, naar de gaae i modsatte Retninger, og man seer da, at de ved de omtalte Bevægelser frembragte Inductionsstrømme udøve en Modstand imod den Bevægelse, som har fremkaldt dem, saa at Inductionen i dette Tilfælde fordrer et vist Arbeide. Ved Strømmen bliver den inducerede Leder opvarmet og Edlund har ved Forsøg godtgjort, at den i denne Leder frembragte Varmemængde stod i Forhold til det Arbeide, der udfordredes for at frembringe Inductionen, hvorimod Varmefrembringelsen i den inducerende Leder i dette Tilfælde blev uforandret, enten der fandt Induction Sted eller ei. Den fremkaldte Varmemængde var saa lille, at det ikke lykkedes at bestemme, hvor meget et vist Arbeide frembragte.

Ogsaa ved Magnetismen kan man frembringe inducerede Strømme, den saakaldte Magnetoelectricitet. Bevæges saaledes

en Magnetpol paa tvers forbi en Kobbertraad, fremkommer der i denne en magnetoelektrisk Strøm; men endnu stærkere Virkning faaer man ved at vikle en med Silke overspunden Kobbertraad op i en Ring eller Krands og da bevæge Magnetpolen langs ad Kredsens Axe. Den frembragte Strøm gjennemløber Lederen i en saadan Retning, at den ved sin Virkning paa Magnetpolen vilde drive denne i en Retning, modsat den, hvori den blev bevæget, saa at den magnetoelektriske Strøm, ligesom den inducerede, udøver en Modstand imod den Bevægelse, som har frembragt den. Naar man i Axen af en saadan Krands anbringer en Jernstang og derpaa forandrer dens magnetiske Tilstand ved enten at magnetisere den eller lade den tabe den engang deri vakte Magnetisme, frembringes der ligesom før en magnetoelektrisk Strøm i Krandsen, og det i en saadan Retning, at dens magnetiserende Virkning paa Jernet vilde frembringe det Modsatte af den Forandring, som har frembragt Strømmen, saa at man ogsaa her kan sige, at Strømmen frembringer en Hindring for det, som har frembragt den. Man har construeret Maskiner, der ere istand til at frembringe stærke megnetoelektriske Strømme, og en saadan Maskine kan undertiden med Fordeel anvendes istedetfor et galvanisk Apparat. Den kan i det Væsentlige beskrives saaledes. Lodret paa en Axe, der kan dreies hurtigt rundt, er der befæstet et lige Antal Cylindere af blødt Jern som Egerne i et Hjul. I en vis Stilling af Axen kommer den frie Ende af hver af disse Jerneger til at pege henimod en stærk Magnetpol, uden dog at berøre den, og det saaledes, at hveranden Eg peger paa en Nordende, hveranden paa en Sydende. Man vil da see, at Egerne, naar de dreies rundt med Axen, vil faae en modsat Magnetisme, hvergang de gaae fra een Magnetpol hen til den næste, og at deres magnetiske Tilstand ideligt er Forandringer underkastet. Enhver af dem er endvidere omviklet med en lang Kobbertraad, der er omspunden med Silke, og forbindes Enderne af disse Traade med hinanden og med en Leder, saa de danne et heelt Kredsløb, vil

man af det ovenfor Sagte indsee, at denne Leder under Maskinens Omdreining maa blive gennemløbet af en magneto-elektrisk Strøm, eller rettere sagt af en Række af saadanne Strømme, som skifteviis gaae i modsatte Retninger. Denne Omskiften af Retning kan i mange Tilfælde være besværlig, men den kan undgaaes ved Anvendelsen af særegne Indretninger, hvis Beskaffenhed det ikke her er Stedet at omtale. Man vil see, at Jernegerne eller Ankerne, som de kaldes, faae deres stærkeste Magnetisme, hvergang de staae lige ud for en af Magnetpolerne, slet ingen, naar de staae midt imellem. Lidt før Ankeret naaer en Magnetpol, vil det blive draget fremad af den, og naar det er kommet ligesaa langt forbi den, bliver det draget ligesaa stærkt tilbage. Dreier man nu Axen med de blotte Ankere rundt, vil den i dem frembragte Magnetisme paa en Deel af Omdreiningen paaskynde denne, men paa en anden ligesaa stor Deel forsinke eller modarbeide den ligesaa meget, og deraf følger, at der til at dreie Maskinen rundt ikke fordres anden Arbeidskraft end den, der er nødvendig for at overvinde Gnidningsmodstanden og andre reent mekaniske Hindringer. Ere Ankerne derimod omviklede med Kobbertraad og disse forbundne til et Kredsløb, saa fremkommer den magnetoelektriske Strøm og dermed forandres Forholdene. Det blev nemlig før viist, at den stræber at frembringe magnetiske Forandringer i Ankerne, som ere modsatte dem, der have frembragt den. Ere Ankerne altsaa ifærd med at nærme sig til Magnetpolerne, saa deres Magnetkraft forstærkes, vil den magnetoelektriske Strøm forsinke og formindske denne Forstærkning; ere de ifærd med at fjerne sig fra Magnetpolerne, og altsaa tabe i Magnetkraft, vil Strømmen netop stræbe at bevare den. Men Følgen heraf bliver, at Ankerne først opnaae deres stærkeste Magnetkraft, naar de ere komne forbi Magnetpolerne, og at de først tabe den ganske, efterat de ere komne forbi Midten af Afstanden imellem dem. Deraf følger atter, at de magnetiske Tiltrækninger understøtte Omdreiningen i en mindre Deel af Omløbet, modarbeide

den i en større Deel, og der fordres altsaa nu et særegent Arbeide for at vedligeholde Omdreiningen, et Arbeide, som den magnetoelektriske Strøm er Aarsag til, og som den, hvis den Anskuelse, vi have stræbt at udvikle, er rigtig, skal være Æquivalent for. Vi have her maattet være noget vidtløftige for at vise, hvorledes Frembringelsen af Strømmen her fordrede et Arbeide, og de fleste af disse Maskiner have en saadan Indretning, at man ikke ved at dreie dem med Haanden kan mærke den forøgede Kraft, der fordres for at vedligeholde Bevægelsen, naar de frembringe Strømmen.

Foucault har derimod gjort et Forsøg, ved hvilket denne Modstand er i høi Grad paafaldende. En rund, tyk Kobberskive, der kunde dreies meget hurtigt rundt om sin Axe, blev anbragt imellem Polerne af en stærk Elektromagnet. Naar denne var umagnetisk, kunde man med temmelig lille Kraftanstængelse give Skiven en meget stor Omløbshastighed, men saasnart Magnetens Kraft vækkedes, maatte man anvende en betydelig Kraft for at vedligeholde Skivens Fart. Dette forsaarsages ved magnetoelektriske Strømme i Skivens Indre, og disse bevirke igjen, at Skivens Varmegrad, naar man i nogle Minuter har fortsat Omdreiningen, stiger til henimod Kogepunktet. Hvorvidt nu den her frembragte Varme staaer i det samme Forhold til det her udførte Arbeide, som tidligere blev omtalt, kunde ikke bestemmes ved dette Forsøg; men allerede i 1843 anstillede Joule forskjellige Forsøg med den magnetoelektriske Maskine for at bestemme den Varmemængde, Arbeidet her frembragte, og i Middeltal fandt han, at der til at frembringe en Varmeenhed i den magnetoelektriske Strøm fordredes 1543 Arbeidseenheder, hvilket vistnok er betydeligt mere end det tidligere angivne Tal 1350; men dels er det ved disse Forsøg vanskeligt at komme til en nøiagtig Bestemmelse, dels havde han paa den Tid endnu ikke opnaaet en saa stor Skarpsynethed og Færdighed som senere, og man findes saaledes, at han i 1845 ved Gnidning af Vand bestemte Varmens Æquivalent

til 1555 Arbeidseenheder, et Tal, han først senere rettede, men som stemmer meget nær med det ovenanførte.

Ligesom man ved Hjælp af den magnetoelektriske Maskine har frembragt elektriske Strømme ved mechanisk Arbeide, saaledes har man ogsaa benyttet den elektriske Strøm til at frembringe Magneter og igjen disses indbyrdes Tiltrækninger og Frastødninger til at frembringe bevægende Kraft og altsaa mechanisk Arbeide. Her indtræffer den heldige Omstændighed, at een og samme Maskine kan benyttes til begge Formaal. Vi have nemlig omtalt, at de ideligt skiftende Strømme, den magnetoelektriske Maskine egentlig frembringer, ved en egen Indretning, den saakaldte Commutator, kunne bringes til at gennemløbe den indskudte Leder bestandigt i samme Retning. Indskyder man nu i denne Leder et galvanisk Apparat, hvis Strøm gaaer i modsat Retning af den, Maskinen frembringer, vil denne blive sat igang derved, idet Strømmen i hvert af Ankerne vil frembringe en Magnetisme, hvorved det frastødes af en foregaaende Magnetpol og tiltrækkes af den efterfølgende. Saasnart denne er naaet, bliver Strømmens Retning inde i Maskinen vendt om, Magnetkraften i Ankerne skifter, og nu gjentages det samme Spil, saa at Maskinen kommer i stadig Omdreining og kan udføre et mechanisk Arbeide. Af saadanne elektromagnetiske Bevægelsesmaskiner har man construeret mangfoldige, men uden at nogen af dem har kunnet skaffe sig Anvendelse i Praxis, idet de frembringe for lille Arbeidskraft i Forhold til Forbruget i det galvaniske Apparat, eller med andre Ord, den bevægende Kraft er for dyr, frembragt paa denne Maade. At dette imidlertid ikke ligger i Maskinens Construction, men i det galvaniske Apparat, er det let at vise. I et simpelt galvanisk Led af Zink, Kobber og fortyndet Svovlsyre frembringes der omtrent 550 Varmeenheder for hver Vægteenhed Zink der opløses. Vilde man nu frembringe en ligesaa stærk Strøm med en magnetoelektrisk Maskine, maatte dertil anvendes 550×1350 eller 742,500 Arbeidseenheder. Skulde nu dette være en Times Forbrug, vilde

dertil fordres 0.45 Hests Kraft, hvilket med en god Damp-maskine kan bringes tilveie med lidt over 2 Pund Kul, medens det galvaniske Apparat dertil bruger eet Pund Zink og $1\frac{1}{2}$ Pund Svovlsyre og dermed frembringer svovlsuurt Zinkilte, der næsten ingen Værdi har. Istedetfor at frembringe den elektromagnetiske Bevægskraft ved Galvanisme, vil det altsaa være langt billigere at frembringe den ved Magnetoelektricitet, det vil sige ved mekanisk Arbeidskraft. Nu mangler der vel nøiagtige Bestemmelser af den Arbeidskraft, en elektrisk Strøm af en vis Styrke er istand til at frembringe; men det er klart, at naar man med nogen Nytte skal kunne bruge en magnetoelektrisk Strøm til at udføre et mekanisk Arbeide, saa maa dette være større end det, som fordres for at holde Maskinen i Bevægelsen. Men nu er den magnetoelektriske Maskine selv en af de meest besparende elektromagnetiske Bevægelsesmaskiner, fordi en Deel af den magnetiske Kraft findes fuldtfærdig i Staalmagneterne og ikke først behøver at vækkes ved den elektriske Strøm. Er dette nu saa, saa maatte man, hvis den elektromagnetiske Bevægskraft skulde medføre nogen Nytte, kunde lade Strømmen fra en magnetoelektrisk Maskine igjen gaae tilbage igjennem den i modsat Retning, og denne Maskine maatte da, naar den engang var sat i Bevægelse, blive ved at gaae og frembringe baade Arbeide og Varme uden nogetsomhelst Forbrug, og dette maa vistnok med Rette ansees for en Umulighed.

De Undersøgelser, vi her have stræbt at give et Overblik over, føre til det Resultat, at man af en hvilkensomhelst af de Naturvirksomheder vi kjende, Bevægelse, Varme, den chemiske Proces og den elektriske Strøm, kan frembringe enhver af de andre og det i lige Maal med den oprindelige, det vil sige i en saadan Mængde, at den igjen maa kunne frembringe den første Virksomhed, netop i den Udstrækning, hvori den oprindeligt var tilstede, og naar der ved denne Virksomhedernes Omdannelse synes at gaae Noget tabt, saa er det enten fordi den oprindelige Virksomhed ikke ganske er gaaet tilgrunde eller forbrugt,

eller fordi en upaaagtet Omdannelse har fundet Sted underveis. Betragtet fra et praktisk Standpunkt kunde man da sige, at disse Undersøgelser gaae ud paa i Almindelighed at godtgjøre Umuligheden af et perpetuum mobile, ligesom det alt forlængst har været godtgjort, at ved blotte mechaniske Hjælpemidler kan en saadan Indretning, ved hvilken der frembringes en Virksomhed, som er større end den, der anvendes til at frembringe den, ikke tilveiebringes. Det er sandt nok, at man ved saadanne Omdannelser af Virksomhederne kan frembringe den Virksomhed, man gik ud fra, med større Intensitet end den, hvori den oprindelig var tilstede, men ikke i større Mængde. Ved de almindelige Maskiner, hvor det blot er Bevægelse, der omdannes til en anden Bevægelse, kan man saaledes bringe en meget lille Kraft til at løfte en meget stor Byrde, eller en meget lille Hastighed til at frembringe en meget stor, men i første Tilfælde bliver Hastigheden saa mange Gange mindre som Byrden er større, og i sidste Tilfælde bliver den Modstand, der kan overvindes, saa mange Gange mindre som Hastigheden er større. Ved Induktionen kan man omdanne en galvanisk Strøm saa svag, at den ikke formaaer at gjennembryde et Luftlag paa en Tusindedeel Linies Tykkelse, saa svag, at den ikke vækker nogen Fornemmelse ved at ledes igjennem vort Legeme, til en Strøm, som giver Gnister paa adskillige Tommers Længde, og ledet gennem vort Legeme udøver en aldeles lammende, om ikke dræbende Virkning; men jo mere Intensiteten voxer, desto kortere er Varigheden af Strømmen. Man kan ved Kullets Forbrænding under en Dampkjedel drive en Dampmaskine, lade denne bevæge en magnetoelektrisk Maskine og derved frembringe en elektrisk Strøm, der er stærk nok til at frembringe det elektriske Lys, hvis Temperatur er mange Gange høiere end den, der findes under Dampkjedlen, men indskrænket til et ganske lille Rum, saa at den Varmemængde, som frembringes deri, er mange Gange mindre end den, Forbrændingen meddeler Vandet i Kjedlen.

Sagen har imidlertid ogsaa en anden Side. Den viser, at Naturen med største Beredvillighed omsætter een Art af Virksomhed til hvilkensomhelst anden, men kræver fuld Betaling derfor, saa at dens hele Sum af disponible Virksomheder bestandigt bliver den samme. Hvor de gaae hen, naar de som Varmen udstraale gennem Himmerummet, vide vi ikke og kunne vi ikke vide, da det vel er ligesaa vanskeligt at tænke sig en Grændse i Rummet for Tilværelsen, som at tænke sig den ubegrændset, og vi skulle ikke forsøge paa at overvinde denne Vanskelighed, der sikkert vilde føre ind i tomme Speculationer. Men med Hensyn til disse Virksomheders Natur, synes den frie Omsætning at give et betydningsfuldt Fingerpeg. Det er i det Foregaaende omtalt, at man af Varmens Overeensstemmelse med Lyset var ledet til at betragte den ligesom dette for et Bevægelsesphænomen, og dermed stemmer fuldkomment Bevægelsens Overgang til Varme og Varmens til Bevægelse; men da man nu seer, at den chemiske Proces og den elektriske med samme Lethed gaaer over til Varme eller frembringes af den, maa man atter slutte, at disse Virksomheder ligeledes ere Bevægelsesphænomener. Ligesom man maa betragte Lys og Varme som forskellige sandselige Opfattelser af den selvsamme Naturbegivenhed (Æthersvingninger), saa kommer man til at betragte alle Virksomheder i Naturen som væsentlig eens, som Bevægelser under forskellige Forhold. Dybtgaaende theoretiske Undersøgelser, hvis Gang vi her ikke kunne følge, have stræbt at fastsætte Bevægelsesmaaderne under de forskellige Forhold, ja endog at udgrunde Beskaffenheden af Legemernes Smaadele. Men naar Krönig og Clausius stræbe at paavise, at Luftarternes Smaadele bevæge sig i rette Linier, med den uhyre Hastighed, de maae have, saa kunne vi ikke forestille os, hvorledes en Varmemeddelelse til en Luftmasse skulde kunne forøge alle Delenes Hastighed i lige Grad og netop i den Retning, hvori de for Øieblikket gaae; og naar vi mene, at den elektriske Strøm er en Bevægelse af Lederens Smaadele, kunne vi dog

ikke forestille os, hvorledes disse Bevægelser kunne foregaae, saaledes at Strømmen har forskjellige Virkninger til forskjellige Sider, hvorledes den i een Retning lader den positive Elektricitet træde frem, i den modsatte den negative, til een Side udskiller Ilt, til den anden Brint af Vandet. Ligesaa lidt skulle vi her dvæle ved den af Ampère opstillede Theori, ifølge hvilken der ingen særegen magnetisk Kraft skulde findes, men Magnetismen forklares ved utallige elektriske Kredsløb, der omstrømme Magnetens Smaadele; thi dels kunne vi ikke forestille os, hvorledes saadanne Kredsløb kunne existere afsondrede midt inde i en Leder (Jern eller Staal), dels kjende vi ingen elektrisk Strøm, som ikke frembringer Varme og ikke fordrer et Forbrug, og kunne altsaa heller ikke forestille os en saadan. Vi have netop i den foregaaende Udvikling i det Væsentlige holdt os til den videnskabelige Erfaring, hvis Resultater staae fast, om end Talstørrelserne kunne undergaae nogen Forandring, medens Theorierne kunne kuldcastes og vige Pladsen for nye, der have et ganske andet Grundlag, hvorpaa Videnskaben har Exempler nok at paavise. Men Erfaringen udtaler her tydeligt nok, at al Virksomhed i Naturen væsentlig er eensartet og at Forskjellighederne væsentlig beroe paa vor Opfattelse af dem, paa Beskaffenheden af de Nerver, hvorpaa de gjøre Indtryk.

De anførte Erfaringer gjælde kun den døde Natur; men kan man sige noget Lignende om den levende? Tildeels er dette Tilfældet, skjøndt Undersøgelserne paa dette Omraade frembyde langt større Vanskeligheder end paa hiint. En nødvendig Betingelse for det dyriske Liv er en vis Varmegrad, der hos de høiere Dyr er temmelig uforanderlig, men hos de lavere blot behøver at være nogle Grader varmere end Omgivelsen, der da ikke maa være for kold. Det er en bekjendt Sag, at denne Varme frembringes og vedligeholdes ved Aandedrættet, der, hvordan Organerne saa ere indrettede, gaaer ud paa at optage Omgivelsens frie Ilt i Legemet, hvor den forbinder sig med Legemets Kulstof til Kulsyre, der igjen ud-

aandes. Der foregaaer altsaa en Forbrænding i Legemet af en Deel af Blodets Kulstof, og mange Forsøg have godtgjort, at den derved frembragte Varme er tilstrækkelig til at forklare Legemets høiere Temperatur. Det til Forbrændingen nødvendige Kulstof skaffes tilveie ved en Deel af Næringsmidlerne, navnlig dem, som ikke indeholde Qvælstof. At det herved for en stor Deel kommer an paa at vedligeholde den nødvendige Varmegrad, viser den Erfaring, at Beboerne af Jordens kolde Egne, hvis Legemer ere langt mere udsatte for Afkjøling end Beboerne af de varme, trænge til langt større Mængde af qvælstoffrie Næringsmidler end disse. En anden Deel af Næringsmidlerne anvendes til at fornye Organerne, og der er saaledes en vis Mængde af Ernæringen, som afgiver Stof til hvad man kunde kalde et indre Arbeide i Organismen, som er nødvendigt for Vedligeholdelsen. Det er bekjendt nok, at den, som har meget legemligt Arbeide, trænger baade til mere og kraftigere Ernæring end den, som fører et stillesiddende Liv, og heri synes der at ligge et ganske lignende Forhold som i den livløse Natur, hvor f. Ex. Dampmaskinen fordrer et større Kulforbrug, naar den skal udføre et større Arbeide. Der kan, idetmindste ikke for Tiden, være Tale om at bestemme Næringsmidlernes forskellige Arbeidsværdi, da man vanskeligt kan vide, hvor stærk Ernæring der fordres til det indre Arbeide, og da Mennesket i Hviletiden kan opsamle Arbeidskraft til kommende Dage, ligesom og i Arbeidstiden forbruge Noget af det normale Behov; tillige er det naturligt viis i de fleste Tilfælde vanskeligt at udmaale det hele i Dagens Løb udførte ydre Arbeide. Men trods disse Vanskeligheder, er det dog muligt at paavise et legemligt Forbrug, svarende til ethvert udført Arbeide eller rettere til enhver Anstrængelse. Dubois-Raymond har nemlig ved en Mængde Forsøg beviist, at enhver Muskeltrevl, enhver Nervetraad i Legemet er Sæde for en utallig Mængde af elektriske Kredsløb, der have deres Oprindelse fra disse Deles Organisation, og vedblive nogen Tid efter Døden. Hvor stor denne elektriske Virksomhed er, kan

man ikke bestemme, da den kun kan paavises ved at aflede en lille Deel deraf, uden at det hidtil har været muligt at bestemme Forholdet imellem det Afledede og det Tilbageblevne, men i ethvert Tilfælde bliver den Repræsentant for en vis Varmevirksomhed. I det symetriske Menneskelegeme maae disse Kredsløb naturligviis være symetrisk fordeelte, saa at en Leder, der forbinder to symetriske Steder af Huden, f. Ex. de to Haandflader, ikke gennemløbes af nogen elektrisk Strøm. Holder man nu paa begge Ender af en Leder og da spænder Musklerne i den ene Arm, saa er den elektriske Ligevægt forstyrret og Lederen gennemløbes af en Strøm, hvis Retning viser, at den elektriske Virksomhed, altsaa ogsaa Varmevirksomheden, er svækket i de spændte Muskler, og et fortsat Arbeide med den samme Arm tilveiebringer en i nogen Tid vedvarende Svækkelse, der synes at svare til den ved Arbeidet frembragte Træthed. Nu er der ingen Tvivl om, at en ganske lignende Virksomhed foregaaer i Hjernen, ligesom ogsaa at den blotte Tænkning frembringer en Træthed, og det er derfor i høi Grad sandsynligt, at Hjernens elektriske Virksomhed svækkes ved Tænkning og fordrer Ernæring for atter at komme til sin oprindelige Størrelse. Saaledes føres man da til at forestille sig et materielt Forbrug som svarende til og bødende paa Anstrængelsen ved den aandelige Virksomhed; men dermed er det ikke sagt, at det aandelige Udbytte ved Tænkningen er æquivalent med den legemlige Virksomhed, som gaaer tabt, det er kun den legemlige Anstrengelse, Tænkearbeidet, som kan maales derved; Aanden selv, Sjælen og dens Udødelighed, unddrager sig ganske Naturforskningen, for hvilken den heller ikke er eller kan være en Gjenstand. Disse sidste Betragtninger anstilles kun her fordi det er rimeligt, at de nærmest følgende Aar ville have Bestræbelser at opvise, som gaae ud paa at faae nogle af de herhen hørende Spørgsmaal besvarede paa en mere sikker Maade end det nu kan skee ved Analogier af en hypothetisk Natur.

Den Sætning, at Virksomhederne i Naturen uden noget-
 somhelst Tab kunne omformes til hinanden, udtales undertiden
 saaledes, at Kræfterne kunne omformes til hinanden, og den
 Sætning, at Naturvirksomhederne væsentlig ere eens, saaledes,
 at alle Kræfter i Naturen ere eens og kun at betragte som een
 Grundkraft. Vi kunne ikke forlade denne Gjenstand uden at om-
 tale de saaledes udtalte Sætninger med nogle Ord. Det, man
 kalder Kraft, er Bestræbelse til Bevægelse, der dels kan ytre sig
 som Tryk, dels som Forandring i Hastighed eller Bevægelses-
 retning. Kræfterne ere knyttede til Materien og kunne ikke
 tænkes løste derfra, saa at man ved de Kræfter, der snart kunne
 vækkes, snart atter forsvinde, ikke kan forestille sig Andet end
 at de, naar de ikke opdages, endda ere tilstede i Legemerne i
 en bunden Tilstand. Man siger undertiden, at Kræfterne ere
 Egenskaber ved Legemerne; jeg troer det er rigtigere at sige,
 at Legemernes Egenskaber beroe paa de Kræfter, de indeholde,
 det er med andre Ord paa deres Virkninger. Kraften findes
 altid hos Materien eller hos Legemet som en Mulighed, der
 kun under visse Betingelser bliver til Virkelighed; men naar
 Kraften da virker, fremkommer der en Virksomhed (Bevægel-
 sen), ved hvilken det Kraftindivid, der har virket, gaaer til-
 grunde, men atter kan frembringes af Bevægelsen igjen. Hverken
 Varme, eller chemisk Proces, eller elektrisk Strøm kunne vi be-
 tragte som Kræfter, endskjøndt der i dem som Virksomheder
 ytrer sig mange forskellige Kræfter. Betragte vi nu de Kræfter,
 vi kjende i Naturen, træffe vi først paa Tyngden, denne alminde-
 lige Tiltrækning imellem alt det Materielle, vi kjende, ufor-
 anderligt knyttet til Materien og virkende i omvendt Forhold til
 Afstandens Quadrant, hvorved den bliver det altomfattende Binde-
 led, som holder Himmellegerne i deres sikke lovmæssige
 Gang. Dernæst træffe vi Sammenhængskraften, der ogsaa kan
 betragtes som en Tiltrækning imellem Materiens Dele; men en
 Tiltrækning, der vel kan ytre sig stærk i en umiddelbar Be-
 røring, men taber sig saa hurtigt i Afstand, at den er ganske

umærkelig, naar de hinanden tiltrækkende Dele befinde sig i en Afstand af en Tusindedeel Linie fra hinanden. Vilde man nu betragte disse to Kræfter som een og samme, lod det sig vel gjøre, men man maatte da sige, at Loven for Tyngdens Aftagen i Afstand ikke var nøiagtig, men skulde med Rette have en saadan Form, at den større Tiltrækning i mindre Afstand deraf kunde forklares; men dette vilde være en Hypothese, ingen af Erfaringen godtgjort Lov. Forskjellighederne i Sammenhængskraft kunde da udledes af de forskjellige indbyrdes Afstande imellem Legemernes Smaadele, hvorpaa Varmen jo udøver en kjendelig Indflydelse. Selve Udvidekraften eller Rumopfyldningen maa opfattes som den ved Varmebevægelsen fremkaldte Centrifugalkraft, der holder Tiltrækningen i Ligevægt, og den vilde altsaa paa en Maade udgaae af de særegne Kræfters Tal.

Men sammenligne vi nu med de nævnte Kræfter de chemiske, magnetiske og elektriske, saa have vi i de første ganske vist en Række af Tiltrækninger, men Tiltrækninger, der rette sig efter Beskaffenheden af de Legemer, der nærmes til hinanden, Tiltrækninger, der som oftest blive ganske uvirksomme, naar der ikke er en bestemt, men efter Stofferne forskjellig Varmegrad tilstede. I de magnetiske og elektriske Kræfter gjenfinde vi Tyngdens Lov, men dels med en Frastødning, dels med en Tiltrækning. I de magnetiske Kræfter have vi saadanne, der virke hoist forskjelligt paa forskjellige Legemer, i de elektriske saadanne, der tabe sig overordentlig let og synes at kunne gaae over fra en Smaadeel i Legemerne til en anden, og ved ingen af disse Kræfter finde vi altsaa Lighed med Tyngden. Det er ovenfor antydet, at de Bestræbelser, man har gjort sig for at forklare de magnetiske og elektriske Kræfter som Bevægelsesphænomener, ikke ere lykkedes og det navnlig af den Grund, at man ikke kan forklare en Tiltrækning eller Frastødning af Bevægelse hos de hinanden tiltrækkende eller frastødende Legemer, og vi kunne derfor ikke indsee, at man endnu har Ret til at sige, at alle Kræfter i Naturen kun ere forskjellige Yttringer af

een Grundkraft, om det end er sandsynligt, at Videnskaben engang vil komme til det Resultat. Men det have alle Kræfter tilfældes, at de kunne frembringe Bevægelse og derved Virksomhed, og om den have vi seet, at saavidt Erfaringen rækker er al Virksomhed af samme Natur.

Den Naturbetragtning, H. C. Ørsted forfægtede, at Naturen var et Fornufthele og at den i Naturen aabenbarede Fornuft i sit Væsen var Eet med den menneskelige Fornuft, har ved de i det Foregaaende udviklede Undersøgelser vundet betydeligt i Styrke. Hvad Ørsted theoretisk udtalte i 1810, er ved disse Erfaringer bekræftet, og der findes vel næppe nu den Naturforsker, som ikke har tilegnet sig denne Naturanskuelse. Naturen viser sig mere og mere klart som et Hele, som et organisk Hele, der i sig indeslutter alle Betingelser til sin Opretholdelse og Udvikling, som et Hele, udviklet med en altomfattende Fornuft. Vil man indvende, at der i et saadant Naturhele, der fra Begyndelsen har indeholdt alt det Stof og al den Virksomhed, hvorover det kan raade, hvormed det kan ved vedligeholde sig, hvorved det har udviklet sig og skal udvikle sig videre, ikke bliver noget Sted for det opholdende Forsyn, for den skabende Gud, saa er det ikke Naturvidenskaben, der skal eller kan besvare denne Indvending; thi den har ingen anden Opgave end at tage Naturen som den er, som den viser sig for os, og den kan derfor Intet oplyse om Tingenes Tilbliven. Vilde den antage en Skabelse, en Tilbliven af Intet, saa vilde den dermed blot skyde Vanskeligheden bort og henvise til et Mirakel, til det, som ikke kan forstaaes, og altsaa gaae udenfor sit Omraade. Vilde den derimod ikke antage en Skabelse, maatte den betragte den første Plante, det første Dyr som fremkommet ved de livløse Stoffers, man maa næsten sige tilfældige Sammenvirken; men da den ikke har et eneste Exempel at opvise paa en saadan Dannelse og er aldeles ude af Stand til at forklare en saadan, vilde den ogsaa der gaae udenfor sit Omraade. Ved den nugældende Naturanskuelse be-

høves der intet opholdende og udviklende Forsyn, og man kommer til at forestille sig Gud som uvirksom og ligegyldig Tilskuer ved Alt, hvad der skeer i Naturen, og det er en uværdig Forestilling. Det maa ganske vist indrømmes; men forestiller man sig Naturen som om den idelig trængte til Efterhjælp fra Skaberens Haand, saa opfatter man den som et ufuldkomment Flikkeværk, der vilde være uværdigt ligeoverfor det ældgamle Udsagn: „Og Gud saa Alt det, han havde gjort, og see, det var meget godt.“ Hvergang man prøver at gaae udenfor Videnskabens Omraade, falder man i uløselige Modsigelser; men det tilkommer heller ikke Videnskaben at tilmaale Gud hans Gjer-ning, ei heller Menneskets Fornuft at udgranske den. Naturvidenskabens Formaal er ene at opfatte Naturen i dens Fuldkommenhed, i dens Overensstemmelse med Fornuften.

I det nu forløbne Universitetsaar have fem Videnskabsdyrkere vundet akademiske Grader, nemlig tre den medicinske og een den philosophiske Doctorgrad, og een Licentiatgraden i Theologien. Om deres Liv og Studier have de meddelt følgende:

I.

Jeg, Lars Fabricius Toft, er født den 26de September 1834 i Kjøbenhavn, hvor min Fader Andreas Frederik Toft, nu Justitsraad og afskediget Distriktslæge, var praktiserende Læge; min Moder er Augusta født Fabricius, Datter af afdøde Kommandør i Sæetaten Lars Fabricius. I 1846 kom jeg til Sorø Akademies lærde Skole, hvor jeg var, i 5 Aar som skolesøgende Discipel og i 4 Aar som Elev, indtil 1855, da jeg blev Student med 1ste Karakter. Aaret efter tog jeg Philosophicum, i 1857 medicinsk Forberedelsesexamen og blev herefter Volontør paa det kgl. Frederiks Hospital. I Sommeren 1860 tog jeg første Del af den fuldstændige medicinske Examen, og fuldendte denne Examen ved Nytaar 1862 med Hovedkarakteren laudabilis. Jeg blev herefter fast Kandidat ved Hospitalet og fungerede som saadan indtil Slutningen af August 1863; Resten af dette Aar tilbragte jeg med en Rejse i Tydskland, Italien og Frankrig, hvor jeg benyttede Lejligheden til at bese Hospitalerne i de Byer, i hvilke jeg opholdt mig. Den 1ste Januar 1864 nedsatte jeg mig som praktiserende Læge i Rudkjøbing, hvor jeg under

Krigen samme Aar i c. 5 Maaneder frivillig gjorde Tjeneste som militær Underlæge ved det derværende Lazareth. I Rudkjøbing blev jeg til 1ste Oktober 1866, da jeg blev ansat som Reserve-medikus ved Frederiks Hospitals medicinske Afdeling B, hvor jeg har havt Lejlighed til at studere den Sygdom, som jeg har forsøgt at beskrive i min Afhandling for den medicinske Doktorgrad „Om Ulceration og Perforation af processus vermiformis“, som jeg forsvarede den 21de Februar 1868. Den 1ste Oktober samme Aar var min Tid udløben som Reservemedikus, og jeg har siden den Tid nedsat mig som praktiserende Læge i Kjøbenhavn.

Den 11te Maj 1864 ægtede jeg Lykke Karoline Marie Andersen, Datter af Landsthingsmand, Proprietær C. Andersen til Søvertorp paa Langeland; vort Ægteskab har skjænket os 2 Børn, en Datter og en Søn.

II.

Jeg William Wiinstedt er født den 3die Januar 1838 i Kjøbenhavn. Min Fader er Handskemager Johan Peter Wiinstedt, født i Sverrig, og min Moder var Jacobine Caroline født Jacobsen fra Jylland. I 1851 indtraadte jeg som Elev i det v. Westenske Institut og dimitteredes derfra som Student 1857; Aaret efter tog jeg den philosophiske Examen og den medicinske Forberedelsesexamen, i Januar 1861 den lægevidenskabelige Examens 1ste Del og endelig i Januar 1863 denne Examens 2den Del, ligesom de foregaaende Examiner med Characteren laudabilis. I mine sidste Studenteraar var jeg Alumnus paa Regentsen, og efter at have forladt denne som Candidat blev jeg Underlæge i Søetaten, i hvilken Stilling jeg gjorde Tjeneste under Krigen paa Skrueskonneren „Fylla“. I 1865—66 var jeg ansat som Candidat paa Frederiks Hospital og havde her Lejlighed til at iagttage nogle Tilfælde af en Nyresygdom, hvorover jeg senere skrev min Afhandling for Doktorgraden i Medicinen.

I Marts d. A. indtraadte jeg som Reservelæge paa Frederiks Hospitals medicinske Afdeling A, i hvilken Stilling jeg nu er.

III.

Jeg Georg Gottlob Stage, Søn af afdøde kgl. Skuespiller Stage og kgl. Skuespillerinde Augusta Stage, er født i Kjøbenhavn den 5te Februar 1839. Allerede i mit syvende Aar mistede jeg min Fader, og jeg kom da i Huset hos Prof. Hammerich, Forstander for Borgerdydskolen paa Christianshavn, hvor jeg forblev, indtil jeg i 1856 forlod Skolen som Student. I dette lange Tidsrum, i hvilket jeg saaledes var knyttet til Borgerdydskolen, vandt jeg mange Venner saavel blandt Kammerater som blandt Lærere, og jeg havde desuden Leilighed til i Hammerichs Hus at komme i Berøring med den talrige Kreds af dygtige og begavede Personligheder, ældre og yngre, der jævnlig samledes der. Men hvem jeg fra denne Tid navnlig mindes med Taknemlighed, er nu afdøde Assessor Aagaard og hans Hustru; det gjæstfri og muntre Ferieliv paa Iselingen vil altid staae for mig som et af de smukkeste Minder fra min Ungdom.

Efterat have forladt Skolen tog jeg strax fat paa det lægevidenskabelige Studium, idet Lysten hertil i Løbet af de sidste Skoleaar havde udviklet sig mere og mere bestemt hos mig. I Sommeren 1863 fuldendte jeg Examen; under min Studeretid havde jeg i 4 Aar havt Kommunitetsstipendiet. Efter Examen var jeg i nogle Maaneder constitueret som Candidat ved Frederiks Hospital, hvor jeg som Studerende havde faaet min praktiske Uddannelse, og under Krigen i 1864 havde jeg i et halvt Aar Overbestyrelsen af det paa Gyldensteen oprettede Feltlazareth. Ved min Hjemkomst fik jeg snart fast Ansættelse ved Frederiks Hospital, hvor jeg forblev til Januar 1867. Allerede som Student havde jeg paa Hospitalets kemiske Laboratorium, under Prof. Warnckes Ledelse, foretaget talrige pathologisk-kemiske

Undersøgelser; støttet paa disse Forarbejder og paa kliniske Iagttagelser i Hospitalet indleverede jeg i Slutningen af 1864 en Besvarelse af Universitetets Prisspørgsmaal: „Hvilket praktisk Udbytte har den senere Tids Uroscopia at fremvise saavel med Hensyn til Diagnosen som Therapien?“ — og vandt Prisen. Under mit Ophold paa Hospitalet fortsatte jeg disse Studier, ligesom jeg ogsaa jævnlig syslede med mindre videnskabelige Arbejder.

I Sommeren 1867 var jeg i flere Maaneder constitueret som Candidat ved den kgl. Fødselsstiftelse, og fra October 1867 indtil October 1868 fast ansat som saadan. Blandt de forskellige Spørgsmaal, jeg under mit Ophold her søgte at sætte mig ind i, vakte navnlig Spørgsmaalet om Barselseberen og dens Aarsagsforhold min Interesse; for at bidrage til at opklare disse Forhold besluttede jeg, — tildels efter en høitaget ældre Kollega, Etatsraad Dahlerups Tilskyndelse, — at undersøge, hvorledes Forholdene have stillet sig her i Landet i en længere Aarrække. Resultaterne heraf har jeg samlet i en Afhandling: „Undersøgelser angaaende Barselseberen i Danmark udenfor Kjøbenhavn“, som jeg den 18de September forsvarede offentlig for Doctorgraden i Medicinen. Desuden har jeg i dette Aar faaet en rig praktisk Uddannelse i Fødselshjælpen; idet jeg nu afslutter dette sidste Stadium af mit Liv, for med offentlig Understøttelse at foretage en længere Reise i Udlandet, vil jeg med Tak mindes mine derværende Foresatte, Lector Stadfeldt og Dr. med. A. D. Müller, der saa væsenlig have bidraget til at gjøre dette Aar lærerigt for mig og gavnligt for min hele Udvikling.

IV.

Ludvig Frands Adalbert Wimmer, søn af Adalbert Ernst Wimmer og hustru Karoline Henriette født Petersen, er født den 7de Februar 1839 i Ringkøbing, hvor min fader var toldbetjent, i hvilken egenskab han samme år forflyttedes til

Kolding. Da fader besad omfattende kundskaber i de nyere sprog (navnlig Tysk, Fransk og Italiensk), forsøgte han tidlig at meddele mig noget kendskab til begyndelsesgrundene i Fransk, og eftersom jeg her viste både lærenemhed og interesse, antog mine forældre, at jeg havde anlæg til studeringerne, hvorfor jeg, efter at have nydt privat undervisning, 1848, 9¹/₂ år gammel, sattes i Kolding lærde skole, hvis rektor var den nu afdøde nidkære og dygtige skolemand prof. Ingerslev. Krigen 1848—50 og navnlig kampen i Kolding og byens bombardement den 23de April 1849, årsdagen for slaget ved Slesvig, virkede naturligvis stærkt på det barnlige sind og vakte tidlig en kærlighed til fædreland, dets sprog og dets minder, som senere ikke har været uden indflydelse på mine studiers retning. I de første år af min skoletid vedblev min fader at meddele mig undervisning i Tysk og Fransk, og senere faldt sprogene i det hele mig ikke blot selv overmåde let, men meget tidlig begyndte jeg allerede i skolen at undervise yngre disciple i sprog, såat jeg endogså en tidlang var så søgt som lærer, at jeg næppe fik tid til selv at forberede mig på mine lektier; men „docendo discimus“ — det hjalp mig, at jeg på grund af min lærervirksomhed altid var sikker i begyndelsesgrundene og derfor kun behøvede ringe tid til egen forberedelse. I slutningen af 1850 forflyttedes min fader til Flensborg; men jeg var så lykkelig i „stadshauptmand“ og købmand J. S. Borchs familie at finde et nyt hjem i de år, jeg endnu tilbragte i Kolding skole. Ved dens nedlæggelse 1856 manglede jeg endnu et år for at kunne dimitteres, hvilket jeg tilbragte i Ribe skole, hvor jeg 1857 tog „examen artium“ med første karakter.

Straks efter at være bleven student kastede jeg mig, uden at have noget bestemt embedsstudium for øje, med iver over sprogstudiet, og da forberedelsen til den filosofiske prøve, som jeg året efter underkastede mig med første karakter (ug. + 2 mg.), ikke lagde synderlig beslag på min tid, hørte jeg samtidig med de filosofiske forelæsninger prof. Hermansen over det gamle

testament, samt studerede Sanskrit, Arabisk og Oldnordisk under vejledning af professorerne Westergård, Mehren, N. M. Petersen og Gislason. Jeg indså snart, at jeg lettest vilde kunne give mine sprogstudier en foreløbig afslutning ved at underkaste mig filologisk eksamen, og fra efteråret 1858 hørte jeg forelæsninger og deltog i øvelser for de filologiske studerende, medens jeg samtidig fortsatte mine øvrige sproglige studier, navnlig i Sanskrit og Oldnordisk. I efteråret 1862 besluttede jeg endelig at underkaste mig den filologisk-historiske embedseksamen og deltog i den anledning i skriftlige øvelser under konferensråd Madvigs vejledning. Private forhold hindrede mig imidlertid i at anvende det følgende halve år til eksamenslæsning, og uagtet jeg endnu i længre tid havde til hensigt at underkaste mig den nævnte prøve, havde mine studier dog fået en så bestemt retning mod det sammenlignende sprogstudium, at jeg indså, at det vilde koste mig den største overvindelse atter at gennemarbejde forskellige til filologisk eksamen hørende bifag alene for eksamens skyld. Da mine studier i de nordiske sprog desuden i de sidste år havde ført mig til studiet af samtlige til den gotiske sprogklasse hørende sprog, indstillede jeg mig i December 1865 til magisterkonferens i „nordisk sprogvidenskab med den nordiske sproghistorie til hovedfag, således at jeg dertil havde benyttet sprog også udenfor den nordiske sprogstamme, navnlig Gotisk, Sanskrit, Græsk og Latin“. Ved denne form for prøven blev det mig muligt, særlig i hovedopgaven („orddannelsen i skånske og jyske lov fremstilles og oplyses af andre sprog i vor sprogæt“), at anvende udbyttet af mine forskellige sproglige studier, og ved afslutningen af konferensen erklæredes jeg „admissus cum laude“, hvilket af censorerne efter tilføjelse i eksamensprotokollen opfattedes som „udmærkelse“.

Som student har jeg været så heldig at opnå universitetets største stipendier, idet jeg fra December 1859 har nydt det Smithske stipendium for studenter i 4 år, og den 14de November 1860 udnævntes jeg til alumnus på Borchs kollegium, hvor jeg

havde bolig til afslutningen af min magisterkonferens. Ved siden af mine egne studier har jeg stadig undervist, navnlig i Græsk og Latin, dels privat, dels til forskellige tider i et par af Københavns større skoler. Min virksomhed som lærer her i byen opgav jeg for en kort tid, da der i August 1866 blev mig tilbudt en plads hos grev Frijs til Juellinge for at forberede hans ældste søn til „examen artium“ i de filologiske fag, en stilling, som desværre blev afbrudt før den bestemte tid ved den unge greves død. Da det efter den tid ikke var mig muligt straks igen at erholde mine tidligere informationer her i byen, og jeg således uforstyrret af andet arbejde kunde ofre mig fuldstændig til mine egne studier og daglig benytte bibliotekerne, fik jeg lejlighed til at ordne og bearbejde et tidligere indsamlet stof til en afhandling for den filosofiske doktorgrad, som jeg offentlig forsvarede den 17de Mars d. år. Af væsentlig betydning for mine studier i fremtiden vil det være, at konsistorium i den derpå følgende Junimåned tildelte mig en mindre portion af det Smithske stipendium for viderekomne. Siden sommerferien er jeg lærer i modersmålet (med Svensk og Oldnordisk) i de øverste klasser i borgerdydskolen i København.

Det er det sammenlignende sprogstudium i den skikkelse, det ved bekendtskab til Sanskrit har fået, navnlig ved Bopps, Curtius', Schleichers og andres arbejder, der i de senere år mest har beskæftiget mig, efterat min interesse for denne side af sprogvidenskaben var bleven vakt ved Rasks arbejder, som jeg allerede i mine første studenterår studerede med stor iver. Dog var det ikke udelukkende den ren grammatiske side af sprogene, der tiltalte mig, og jeg har i længden aldrig kunnet føle mig tilfredsstillet ved alene at anatomere og analysere de enkelte ord og former. De sprog, i hvilke der findes en rig og mærkelig litteratur, har derfor altid fængslet mig i særlig grad, og uagtet jeg af ren sproglig interesse har studeret en mængde sprog for at have det nødvendige stof til sammenlignende undersøgelser, er det dog blandt vor sprogæts ældre sprog især Sanskrit,

Græsk, Latin og Oldnordisk, på hvilke jeg har anvendt den største tid, og i hvis litteratur jeg ofte har følt trang til at fordybe mig for indholdets skyld. Det er mit ønske og mit håb, at det må forundes mig også i fremtiden navnlig at studere den indiske litteratur, ikke blot som et middel til mine øvrige sprogstudier, men også for dens egen skyld, da den fra mit første studentear har øvet en ejendommelig tiltrækningskraft på mig, ikke mindst fordi jeg under dette studium har været så lykkelig i prof. Westergård at finde en lærer, som jeg altid vil mindes med hengivenhed og taknemlighed både på grund af hans sjældne lærdom, klarhed og skarpsindighed, og på grund af den venlighed, hvormed han altid har været rede til at understøtte mig med råd og dåd.

Mine literære arbejder har hidtil væsenlig drejet sig om den nordiske sproghistorie, dog altid set i det sammenlignende sprogstudiums lys; et par afhandlinger gælder de indiske og iranske sprog. Det vigtigste af hvad jeg har skrevet er:

a) om nordisk sproghistorie:

De ældste nordiske runeindskrifter. Med særligt hensyn til prof. Stephens' værk: „the old-northern runic monuments of Scandinavia and England. I.“ (I „årbøger for nordisk oldk. og hist.“ 1867, 1).

Professor G. Stephens om de ældste nordiske runeindskrifter. (I „årbøger for nord. oldk. og hist.“ 1868, 1).

Bidrag til dansk sproghistorie. I. Navneordenes bøjning i ældre Dansk oplyst af Oldnordisk og andre sprog i vor sprogæt. Kbhvn. 1868. (Afhandling for den filosofiske doktorgrad).

Anmeldelse af oldnordiske grammatikker af Års, Iversen og Jessen. (I „Fædrelandet“ 1865, no. 144, d. 24. Juni).

Den historiske sprogforskning og modersmålet. (I „årbøger for nord. oldk. og hist.“ 1868, 4; under pressen).

b) om indiske og iranske sprog:
 Anmeldelse af Rádhákántas Sanskritencyclopædi
 Çabda-kalpa-druma. (I „antikvarisk tidskr. 1855—57.“
 Kbhvn. 1859).

Udsigt over den írániske, indiske og malebariske sprogklasse
 ved R. K. Rask. Udgivet med dertil knyttede bemærkninger
 om de íránske og indiske sprog. (I „tidsskrift for filol.
 og pædag.“ IV, 2. Kbhvn. 1862).

Nogle mindre artikler i blade og tidsskrifter forbigår
 jeg her.

V.

Jeg, Theodor Vilhelm Laurentius Hansen, er født
 i Slagelse den 11te Marts 1838; mine Forældre ere Vognfabri-
 kant Frands Møller Hansen og Hustru Kirstine f. Løvstrøm.
 Jeg overførtes i 1852 fra Slagelse lærde Skole til Sorø Akademi
 og dimitteredes herfra 1856 (med „Første Character“). Jeg tog
 1857 filosofisk Examen (med Udmærkelse), var en Tid Huus-
 lærer paa Landet og derefter Lærer ved Slagelse Realskole ind-
 til Efteraaret 1858, fik i Begyndelsen af 1859 Regents- og Com-
 munitetsbeneficiet og publicerede 1861 i et Tidsskrift en Afhand-
 ling om den italienske Digter Niccolini. Endelig absolverede jeg
 den theologiske Embedsexamen i Jan. 1863 (med Hovedcharac-
 teren: Laudabilis, i Kirkehistorie: laud. et quidem egregie).
 Jeg var derefter et Aar Huuslærer, blev under Krigen 1864
 Officeersaspirant, men bortkaldtes fra Armeen paa Als den
 27de Juni for at ordineres. Jeg erholdt kongeligt Kaldsbrev
 fra Hs. Maj. Hellenernes Konge Georg I., af 22de Juli (10de
 g. St.), hvorved jeg udnævntes til Slotspræst i Athen med Bolig
 o. s. v. paa Slottet; den 5te August prædikede jeg for Dimis
 (Laudabilis), den 12te August aflagde jeg den catechetiske Prøve
 (Admodum Laudabilis); den 28de Septbr. ordineredes jeg i
 Frue Kirke.

Jeg afrejste derpaa strax over Tydsklands Hovedstæder til Grækenland, indtog min Plads ved det græske Hof den 29de Octbr., tiltraadte mit Embede som dansk Slotspræst den 6te Novbr. og mit dermed forbundne Hverv som Præst for en tydsk evangelisk Menighed i Athen den 26de Decbr. Da den lille danske Hofmenighed efterhaanden var opløst, bad jeg ved Juletid 1865 Hs. Maj. om min Entledigelse, som lovedes mig. Men jeg fortsatte foreløbig mit Hverv som tydsk Præst ved det græske Hof; i Forsommeren 1866 saae jeg mig istand til at foretage en Reise til det hellige Land; i Septbr. s. A. afløstes jeg endelig af en indfødt tydsk Præst. Efter et lille Ophold paa de joniske Øer kom jeg i Begyndelsen af Novbr. til Rom, hvor jeg ved Tilskud, som Universitetet indrømmede mig af et Par Rejsestipendier, kunde forblive til sidst i April 1867; jeg var en kort Tid i Neapel, rejste derpaa lidt omkring i Mellem- og Norditalien og langs Rhinen, var tre Uger i Paris, som jeg allerede 1855 havde besøgt med min Fader, og naaede tilbage til Fædrelandet sidst i Juni 1867.

Jeg har her fortsat mine forskjellige, nærmest kirkehistoriske Studier; jeg har siden afvigte Vinter Fribolig paa Ehlers' Collegium, og fra i Sommer nyder jeg en mindre Portion af det Smithske Legat. Jeg har udgivet et 1ste Hefte af Oplysninger om „Græske Forhold“ og endelig som Afhandling for Licentiatgraden i Theologien en Frugt af mine i Rom begyndte Studier over Kirkens ældste Historie, „Kirkehistorie fra Roms Katakomber — første Periode“.

Universitetets aarlige Fest til Erindring om den lutherske Reformation, med hvilken Rectorskiftet er forbundet, vil blive afholdt Torsdagen den 12te November Kl. 12 i Universitetets Festsal. Talen holdes af Prof., Dr. F. E. Schiern. Derefter vil Universitetets Rector, N. L. Westergaard, efter et Tilbageblik paa det forløbne Aar proclamere de lægevidenskabelige Candidater L. F. Toft, W. Wiinstedt og G. G. Stage som Doctorer i Medicinen, Cand. mag. L. F. A. Wimmer som Doctor i Philosophien, og Cand. theol., fhv. Slotspræst i Athen Th. V. L. Hansen som Licentiat i Theologien, og derefter overdrage Rectoratet til sin af den akademiske Lærerforsamling valgte Eftermand, Prof., Dr. med. A. Buntzen, R. af D. og DM. Decanaterne gaae ifølge Faculteternes Valg over til følgende Professorer: Lic. J. A. Bornemann i det theologiske, C. Goos i det rets- og statsvidenskabelige, Dr. F. Schmidt i det lægevidenskabelige, Dr. E. Holm i det filosofiske og C. V. Holten i det matematisk-naturvidenskabelige Facultet.

Festcantaten afsynges af Studerende.

Videnskabernes og Universitetets Velyndere og Venner
indbydes til at deltage i denne Fest i Forening med Univer-
sitetets Lærere og Studerende.

Kjøbenhavn den 1^{ste} November 1868.

Under Universitetets Segl.







