

DE MAGNETO-ELEKTRISCHE WERKTUIGEN VAN DEN NIEUWEREN TIJD;

DOOR

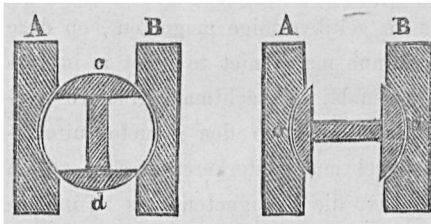
W. M. LOGEMAN.

In den vorigen jaargang van dit Album (1869, bl. 151) heb ik getracht de wording der magneto-elektrische werktuigen te schetsen, vooral met het doel om te doen uitkomen, dat Nederland aan het in werking brengen van het door FARADAY aangegeven beginsel dier werktuigen een grooter aandeel heeft gehad, dan men gewoonlijk wel meent. De thans weder voor mij beschikbare bladzijden wensch ik te wijden aan eene bespreking van de voor- en nadeelen der nieuwste inrigtingen daarvan, die in het buitenland zijn in werking gebragt. Voor zoover dit noodig mogt zijn, meen ik daarbij, aangaande het beginsel, waarop die werking berust en de inrigting dier werktuigen in 'talgemeen, den lezer naar mijn vorig opstel te mogen terugwijzen.

Ik heb daarin reeds vermeld, hoe zich dr. SIEMENS, te Berlijn, eene Nederlandsche uitvinding — de magneto-elektrische telegraaf — eenvoudig toeëigende en die met geringe wijzigingen als zijne eigene deed kennen, lang nadat zij, ook in een Duitsch tijdschrift, in het *Polytechnisch Journal* van DINGLER, met den naam van den Nederlandschen uitvinder was beschreven. Zijne wijzigingen in de inrigting betroffen ten eerste die van den telegraaf zelven. Ik heb reeds gezegd, dat de daarmede bedoelde verbetering slechts in de verbeelding van den Duitschen geleerde bestond. Van meer belang is zijne tweede wijziging: eene in de inrigting van het magneto-elektrisch apparaat, dat de stroomen voor den telegraaf moet leveren. Het is later gebleken, dat SIEMENS inrigting tot het opwekken van stroomen ook in elk ander geval hooge waarde bezit. Het zal dus zaak zijn haar hier nader te beschrijven.

Een ijzeren staaf, met geïsoleerd geleiddraad omwonden: een elektromagneet, die door een staalmagneet het eene oogenblik gemagnetiseerd wordt om in het volgende hare magneetkracht weder te verliezen en in het dan volgende weder te erlangen; ziedaar het kort begrip van elk magneto-elektrisch werktuig. Is die staaf ongeveer hoefijzervormig omgebogen en roteert zij zóó met hare uiteinden vóór de polen van den evenzeer hoefijzervormig gebogen staalmagneet, dan heeft men de inrigting van SAXTON, die in vele latere zonder noemenswaarde wijziging is behouden gebleven. Is zij regt en roteert zij tusschen de dan verder van elkaar staande polen van den staalmagneet, dan heeft men de in mijn vorig opstel reeds vermelde Nederlandsche inrigting. SIEMENS behield die, maar voorzag de uiteinden der staaf van twee, evenzeer ijzeren, cirkelsegmenten, die met haar roteren tusschen de pooleinden van den staalmagneet. En deze pooleinden zijn boogvormig uitgeslepen, zoodat de ijzeren segmenten in die holten van den staalmagneet als

Fig. 1.

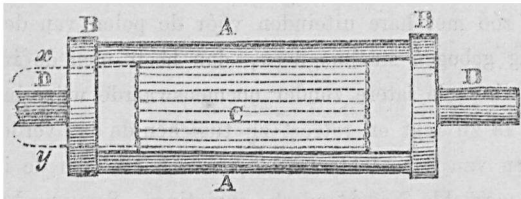


'tware passen. In nevensstaande figuren stellen A en B in doorsnede de beide pooleinden van den magneet of ook twee ijzerstukken voor, die door den magneet worden geïnduceerd en c d is de inductor, evenzeer in doorsnede voorgesteld, regts in dien

stand, waarbij de magneetkracht het sterkst is in de staaf c d en links in den na het vierde deel eener geheele omwenteling volgende stand, waarbij de magnetisering van c d nul is en in het volgende oogenblik een poolwisseling daarin ontstaan zal. Het zal wel niet behoeven te worden gezegd, dat de staaf c d als het werktuig tot het gebruik gereed is, even als elke andere inductor met eene geïsoleerde draadwinding is voorzien, die de ruimte tusschen de ijzeren segmenten bijna of geheel aanvult. Men begrijpt, dat de vorm der dwarsdoorsnede van de staaf c d vrij onverschillig is; men kan die, zooals hierboven stilzwijgend werd voorondersteld, cirkelvormig maken, of ook, zooals SIEMENS deed, daaraan de gedaante van een rechthoek met gebroken hoeken geven, waarvan de lengte in de rigting der omwentelingsas vele malen grooter is dan de dikte. Wat zich in de doorsnede als een cirkelsegment voordeed, wordt dan een cylindarsegment: A en A (zie fig. 2, volg. blz.), waar de ver-

bindingsstaaf der beide segmenten door C is voorgesteld en B B twee koperen platen voorstellen, waaraan de omwentelingsassen D D zijn bevestigd. De omwinding, die in werkelijkheid uit een aantal lagen bekleed koperdraad bestaat, is hier slechts door eene gestippelde lijn aange-

Fig. 2.



duid, om te doen zien hoe zij gewonden is. Hare uiteinden x en y worden elk met een der beide halfringen van den commutator verbonden.

SIEMENS bedoelde en verkreeg door dezen „cylinder-inductor”, gelijk hij dien noemde, het voordeel van een aantal magneten gezamenlijk daarop te kunnen doen werken, door die met hunne behoorlijk gevormde poolcinden achter elkaar en met eenige tusschenruimte zoo te plaatsen, dat zij alle gelijktijdig en in denzelfden zin op den inductor werken. Men kan aannemen, dat 8 gelijke en gelijkvormige magneten, op deze wijze gebruikt, vooral wanneer hunne massa niet te groot is in verhouding tot die des inductors, zeer nabij een achttmaal grootere werking dan die van een magneet afzonderlijk op den inductor uitoefenen en dus het werktuig een evenveel malen sterkeren stroom zullen doen geven; terwijl, gelijk bekend is, die 8 magneten, als zij in aanraking met elkaar tot één magneet van 8 „lamellen” worden vereenigd, een magneet opleveren van slechts 4maal grootere kracht dan één alleen bezit. Bovendien neemt de door die magneten in het ijzer van den inductor geïnduceerde magneetkracht geleidelijker toe en af met behulp der cylinder-segmenten, dan zonder deze. Mijns inziens zijn echter deze twee voordeelen van den cylinder-inductor gering te achten in vergelijking van een derde, dat men, vreemd genoeg, nergens, zoover ik weet, bij eene beschrijving van het werktuig van SIEMENS vindt aangewezen. Een bekend feit uit de leer der magneetkracht kan dienen, om dit voordeel in 't licht te stellen. Een hoefvormig gebogen staal-magneet hebbe aan elk zijner poolcinden de kracht om een stuk ijzer zoo aan te trekken, dat er een gewigt van b. v. één kilogram noodig is om dat daarvan af te rukken. Als men nu een ander stuk ijzer van geschikt vorm en grootte door de beide poolcinden tegelijk aantrekken laat, zal dan een kracht van twee kilogrammen toereikend zijn om dit van den magneet te scheiden? De ondervinding leert, dat dit

niet het geval is, dat een magneet als de boven vooronderstelde, welke zooals men het gewoonlijk uitdrukt, aan een zijner polen één kilogram „draagt,” als zijn beide polen vereenigd op hetzelfde stuk ijzer werken, dikwijls twintig kilogrammen kan dragen. De verklaring van dit aanzienlijk verschil in draagkracht moet zeker voor een deel gezocht worden in het feit, dat het ijzer alleen daarom door den magneet wordt aange trokken, omdat het door dezen wordt geïnduceerd, dat is in de nabijheid van een magneetpool zelf tot een magneet wordt. Die inductie en de aantrekking, die er een gevolg van is, is nu, wanneer zij door twee polen, elk op een der uiteinden van hetzelfde stuk ijzer wordt uitgeoefend, om ligt te bevroeden redenen meer dan tweemaal sterker dan die van één pool alleen. Maar in het allergunstigste geval zou zij door deze reden alleen ten hoogste van tweemaal, viernaal sterker kunnen worden. Om dus te verklaren, hoe zij dikwijls twintigmalen sterker worden kan, moet men naar eene andere oorzaak omzien. Men vindt die in het niet slechts uit deze versterking blijkende, maar ook nog regstreeks bewijsbaar feit, dat even als de magneet op het ijzer werkt, zoo ook het ijzer terug werkt op den magneet, of met andere woorden, dat even zoo als en om dezelfde reden waarom het ijzer door den magneet tot een magneet wordt, zoo ook dit ijzer de kracht van den magneet aanmerkelijk versterkt. Een magneet, als hij gesloten is, dat is als zijne pool-einden door een daaraan sluitend stuk ijzer zijn verbonden, is wezenlijk vele malen sterker dan in den ongesloten toestand.

Volkomen dezelfde wederkeerige werking, als hier tusschen een magneet en zijn sluitstuk is beschreven, moet ook plaats hebben tusschen den magneet of de magneten van een magneto-elektrisch werktuig en het ijzer van den inductor. Maar de aanraking tusschen ijzer en magneet kan in den eigenlijken zin hier niet bestaan, er blijft altijd nog een, zij het dan ook geringe, afstand tusschen beide. Brengt dit reeds teweeg, dat de versterking van den magneet door het ijzer hier niet zóó aanzienlijk is als zij bij volkomene sluiting kan zijn: nog duidelijker wordt dit verschil, wanneer men in aanmerking neemt, dat die geringe afstand tusschen beiden in de gewone magneto-elektrische werktuigen slechts voor een oogenblik gedurende een halve omwenteling des inductors bestaat, om spoedig grooter te worden, waardoor de werking van beiden op elkaar zeer gering wordt. Die werking toch vereischt, om zoo sterk te zijn als zij dit zijn kan in eenige gegeven

omstandigheid, altijd eenigen tijd, die, hoe gering ook, toch meetbaar is en als de inductor snel omwentelt, aanzienlijk zijn kan, in verhouding tot die, gedurende welke het ijzer in de grootste nabijheid van den magneet blijft. Zonder zich verder hierin te verdiepen, door b. v. te trachten het een en ander in getallen uit te drukken, zal toch reeds uit het bovenstaande, naar ik meen, door den lezer het besluit kunnen worden opgemaakt, dat de versterking van den magneet door het ijzer bij het slechts voor een oogenblik sluiten des magneets door den inductor veel geringer moet zijn, dan zij zijn zou, indien de magneet aanhoudend gesloten bleef. En in dezelfde verhouding als de kracht van den magneet is ook de werking van dezen op het ijzer minder, die werking, waarvan de sterkte des in de omwinding van den inductor opgewekten strooms in de allereerste plaats afhangt. Ware het mogelijk den magneet bij de omwenteling des inductors steeds gesloten *te houden*, b. v. door hem beurtelings dan den inductor en dan weder een ander stuk ijzer tusschen zijne polen te brengen, zonder dat zulk een verbindingstuk ooit geheel ontbrak, dan zou daardoor zijne werking op den inductor aanmerkelijk worden verhoogd; hij zou dan, om het eens in dagelijksche bewoordingen uit te drukken, telkenmale als de inductor zich tusschen de polen plaatste, met zijne volle kracht *gereed staan* om daarop te werken, in plaats van eerst door de nadering van dezen tot dit maximum van werking *te moeten worden opgewekt*.

Wie nu eens oplettend wil nagaan wat er bij het gebruik van den Siemens-inductor geschiedt, zal bemerken, dat door dezen de magneet steeds geheel of althans bijna gesloten blijft. Immers (zie de beide figuren ter regter zijde op bl. 373) als bij den stand die sluiting alleen door het ijzer van den eigenlijken inductor plaats grijpt, bij den anderen stand geschiedt zij doordat van de cylindersegmenten en in de overgangstanden gedeeltelijk door den inductor en gedeeltelijk door de segmenten, door den eersten meer, naarmate zij minder volkomen is door de andere en omgekeerd. De magneet — of de magneten, zij werken toch gezamenlijk als een enkele — induceert dus het ijzer van den inductor steeds met een kracht, bijna gelijk aan die, welke hij bij blijvende sluiting zou ontwikkelen, terwijl bij elk ander magneto-elektrisch werktuig dat maximum eerst door de terugwerking van het ijzer op den magneet telkens moet opgewekt worden. Men begrijpt ook, dat door dit laatste men bij het vermeederen van de omwentelingssnelheid des inductors aan de

stroomsterkte van het werktuig spoedig evenveel verliest, doordat het magnetisch maximum minder volkomen wordt in den korten tijd dien het telkens heeft om zich te ontwikkelen, als men door de snellere opvolging van de inductiestooten wint.

Een opmerkelijk voorbeeld van wat men door deze beide oorzaken aan stroomsterkte bij het gebruik van hetzelfde magnetenstelsel voor een magneto-elektrisch werktuig kan winnen, is mij dezer dagen voorgekomen. Dat het werktuig, waarvan ik dit verwachtte, door allerlei beletselen eerst dezer dagen gereed is kunnen komen, mag — dit zij in 't voorbijgaan opgemerkt — ter verontschuldiging strekken voor het lange tijdsverloop tusschen het verschijnen van mijn eerste opstelletje over magneto-elektrische werktuigen en dit, toen reeds toegezegde, gevolg. Ik wenschte namelijk, voor dat ik dit in 't licht zond, de gegevens te bezitten om althans bij benadering de vraag te kunnen beantwoorden naar de hoegroothed van het voordeel, dat door het gebruik van den cylinder-inductor te verkrijgen is. Het volgende feit kan daarvan een denkbeeld geven. Het magneto-elektrisch werktuig, waarvan ik in mijn vorig opstelletje sprak, dat uit Nederland op de eerste algemeene tentoonstelling te Londen werd gezonden, gaf, zooals ik daar zeide, bij de ontleding van gezuurd water 45 kubieke centimeters der gemengde gassen in de minuut. Dit geschiedde als het door een sterken werkman met inspanning van al zijne krachten in beweging werd gehouden. De twee magneten, welke in dit werktuig elk op een staaf-inductor tusschen de polen werkten, zijn nu door den instrumentmaker FUNCKLER alhier met ijzeren wapening en een cylinder-inductor voorzien. Niet door een man, maar door een jongmensch en zonder groote inspanning bewogen, levert het zoo verkregen werktuig nu, in plaats van 45, 78 kub. centimeters der gassen in de minuut. Voor een deel, maar voor een niet groot, is dit belangrijk verschil aan eene verbetering in de mechanische inrigting te wijten. Maar zelfs als men den invloed van deze laatste eer te hoog dan te laag schat, blijft er toch nog eene winst in stroomsterkte van omstreeks 73 ten honderd, enkel door het gebruik van den cylinder-inductor verkregen.

Die cylinder-inductor is reeds in 1857 door SIEMENS beschreven en in werking gebragt. Had ik regt om een opstel over de magneto-elektrische werktuigen „van den nieuweren tijd” met eene uitvoerige bespre-

king van dezen te beginnen? Dit zou niet het geval zijn, althans niet zonder een eenigszins ruime opvatting van het woord „nieuwere”, indien niet ook bij de allernieuwste van die werktuigen diezelfde inductor een hoofdrol speelde. En dit toch is het geval niet alleen, maar men zou kunnen zeggen, dat zonder dezen die werktuigen nooit in 't leven zouden geroepen zijn. Uit de hieronder volgende beschrijving dier werktuigen zal dit, naar ik vertrouw, duidelijk blijken.

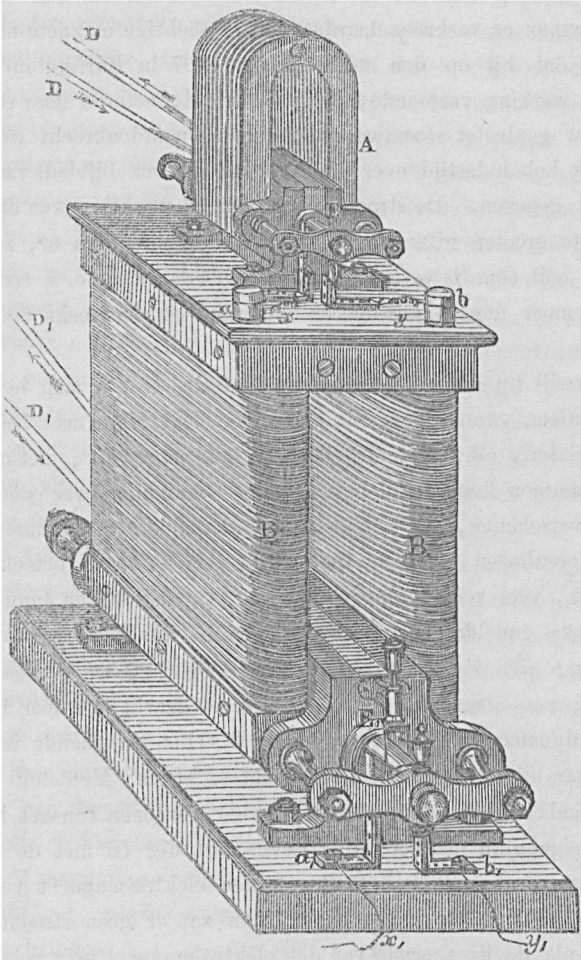
Ik kan bij die beschrijving gevoegelijk den historischen gang weder volgen. Vooraf merk ik echter, om ieder het zijne te geven, hier nog op, dat drie jaar vóór SIEMENS een ander Duitsch geleerde: SINSTEDEN, eene inrigting voor het magneto-elektrisch werktuig deed kennen met een dubbelen inductor, waardoor hetzelfde voordeel aangaande het steeds gesloten blijven des magneets als door den cylinder-inductor eenigermate werd verkregen. Een zoo ingerigt en naar zijne grootte en prijs sterk werkend magneto-elektrisch werktuig bevindt zich o. a. in het kabinet van het natuurkundig genootschap te Nijmegen.

In April 1866 zond de instrumentmaker WILDE, te Manchester, aan de *Royal Society* te Londen de beschrijving van een door hem vervaardigd magneto-elektrisch werktuig, waarin hij het nieuwe beginsel had toegepast, van wat men de indirecte opwekking zou kunnen noemen.

Het bestaat (zie fig. 3, volg. bladz.) uit een magneto-elektrisch werktuig met 16 staalmagneten A en een cylinder-inductor E, welke door den drijfriem D D en een aanstonds nader aan te wijzen bewegewerktuig snel wordt rondgedraaid. De daardoor opgewekte magneto-elektrische stroomen, op de gewone wijze door een commutator bij E in steeds dezelfde rigting gebragt, worden door de geleiddraden *x* en *y* gevoerd naar de omwindingen B B van twee ijzeren platen, die van boven met elkander verbonden zijn door een evenzeer ijzeren dwarsplaat. In de figuur is deze bedekt door de koperen plaat *a b*, waarop het gansche zoo even beschreven magneto-elektrisch werktuig rust. De ijzeren platen vormen met de omwinding der twee eersten een grooten elektro-magneet, die met zijne pooleinden in aanraking is met de twee boogvormig uitgeholde ijzerstukken voor een tweeden, veel grooteren cylinder-inductor E₁, welke door denzelfden beweger — een stoomwerktuig van omstreeks 3 paardenkracht — met behulp van den drijfriem D₁ D₁ snel wordt rond gevoerd. Men begrijpt nu gemakkelijk wat er geschieden moet. De door de omwenteling van den eersten cy-

linder-inductor E opgewekte elektrische stroom bekrachtigt den elektro-magneet B B en doet dezen op den tweeden cylinder-inductor E_1

Fig. 3.



cene magnetische werking uitoefenen, vele malen grooter dan die van de 16 magneten op den eersten. Er wordt dus in E_1 een omstreeks evenveel malen sterkere elektrische stroom opgewekt, die door den gewonen commutator bij a_1 en b_1 en de geleiders x_1 en y_1 verder kan worden gevoerd.

Men begrijpt, dat niets belet om op dezelfde wijze den stroom van

x_1 en y_1 nogmaals door de omwindingen van een tweeden elektromagneet te voeren, die aanmerkelijk grooter is dan de eerste en op een evenzeer grooteren cylinder-inductor werkt, uit wiens omwindingen men dan een op nieuw vele malen sterkeren stroom kan verkrijgen. Dit deed WILDE en verkreeg daardoor het reusachtige magneto-elektrische werktuig, dat hij op den 2den Maart 1867 in Burlington-House te Londen in werking vertoonde, waar de drie inductoren door een buiten het gebouw geplaatst stoomwerktuig van 15 paardenkracht werden bewogen. Ik heb indertijd over die werking in het Bijblad van dit Album berigt gegeven. De stroomsterkte van dit werktuig was bij sluiting met niet te grooten uitwendigen weêrstand grooter dan er, zoover mij bekend is, ooit eene is vertoond. Men smolt daarmede o. a. een platina-staaf van meer dan 6 millimeter middellijn en omstreeks 6 decimeter lengte.

Maar terwijl hij dit reuzenwerktuig bouwde — zoo mag het wel genoemd worden, want de laatstbijgevoegde elektro-magneet bestond uit twee ijzerplaten, elk 1,2 meter hoog en 0,25 meter dik, met omstreeks 700 kilogrammen koperdraad omwonden — waren er twee concurrenten voor hem verschenen, die, hoewel niet dadelijk hem evenarend in de praktische resultaten, toch op theoretisch gebied, in de beteekenis van hun streven, veel verder gingen dan hij. Op den 15den Januarij 1867 deed SIEMENS aan de Berlijnsche Akademie van Wetenschappen eene mededeeling: *over de omzetting van arbeid in elektrischen stroom, zonder gebruik van staalmagneten*, en beschreef daarin het door hem zogenoemde dynamo-elektrisch werktuig. Na het voorgaande is het gemakkelijk van dit werktuig een denkbeeld te geven. Men stelle zich het hiervoor afgebeelde werktuig van WILDE voor, ontiaan van het bovenaan geplaatste eigenlijke magneto-elektrische werktuig en met de geleiders x_1 en y_1 aan de omwinding B B van den elektro-magneet verbonden. Wordt zoo de inductor E_1 gedraaid, dan zal er geen stroom worden opgewekt, als de ijzerkernen van den elektro-magneet in 't geheel geene magneetkracht bezitten. Maar gesteld, dat daarin een, zij het ook nog zoo zwakke, magneetkracht aanwezig zij, dan zal er bij de eerste halve omwenteling des inductors een stroom in de omwindingen van dezen worden opgewekt, die, in behoortelijke rigting door de omwindingen van den elektromagneet gaande, dezen versterkt. Door deze versterking zal ook de stroom sterker zijn, die door de volgende halve

omwenteling des inductors wordt opgewekt en dus de elektro-magneet nog meer versterkt worden. En dit zal bij voortdurende omwenteling des inductors zoo voortgaan; de zoo opgewekte stroomen zullen voortdurend sterker worden, totdat de draden van de omwindingen beginnen te gloeien, of, indien men het aantal windingen van den elektromagneet groot genoeg heeft gemaakt, totdat het ijzer van dezen zijn magnetisch verzadigingspunt heeft bereikt. Alleen dit is hiertoe onmisbaar, dat de inductor snel genoeg omwentele en dus de stroom-impulsen elkaar snel genoeg opvolgen om den elektro-magneet als 't ware geen tijd te laten tot het verliezen van de magneetkracht van de eene stroomopwekking tot de andere. Tot het vervullen van deze voorwaarde bewijst nu de cylinder-inductor een tweeledige dienst: ten eerste door de in vergelijking langzame en geleidelijke toe- en afnemings van de daardoor opgewekte stroomen, zoodat er tusschen den eenen en den anderen impuls slechts een hoogst geringe tusschentijd ligt, en ten tweede doordat hij de polen des elektro-magneets steeds, zij 't ook niet volkomen, gesloten houdt. En wanneer een elektro-magneet gesloten wordt gehouden, dan heeft hij om zijne magneetkracht te verliezen, veelmalen grooteren tijd noodig, dan wanneer hij ongesloten is.

Wil men den zoo verkregen stroom buiten het werktuig eenigen arbeid laten verrigten, dan kan men de geleiding, waarin dit moet geschieden, in de zoo even beschreven stroombaan, b. v. tusschen x_1 en het anders regtstreeks daarmede verbonden uiteinde van de omwinding des elektro-magneets invoegen, of ook die geleiding als nevensluiting bezigen, door de uiteinden daarvan met x_1 en y_1 te verbinden, terwijl deze met de omwinding des elektro-magneets verbonden blijven. Welke inrigting het voordeligst is, hangt van velerlei nevenomstandigheden, vooral van den grooteren of kleineren wederstand in die uitwendige stroombaan af.

Dezelfde verhandeling, waarin SIEMENS te Berlijn de beschrijving van zijn werktuig gaf, werd op den 14den Februarij 1867 in de *Royal Society* te Londen door zijn broeder WILLIAM SIEMENS voorgedragen. Hij had dit met vermelding van den bovengenoemden titel veertien dagen vooraf aangekondigd, zooals dat daar is voorgeschreven. Dadelijk na die aankondiging berigtte WHEATSTONE, dat hij over een gelijksoortig onderwerp in dezelfde vergadering het woord wenschte te voeren. Beide voordragten bleken dezelfde feiten met in hoofdzaken bijna gelijkkluidende beschouwingen te bevatten. Maar daar de verhandeling van SIEMENS

reeds een maand vroeger te Berlijn was voorgelezen en bij uittreksel bekend geworden, kan WHEATSTONE daarop geene aanspraak op prioriteit of zelfs gelijktijdigheid gronden. De eer van het eerst een schrede verder dan WILDE te zijn gegaan en zoo de magneto-elektrische werktuigen zonder staalmagneten in de wereld te hebben geroepen, behoort ongetwijfeld aan SIEMENS alleen.

Alwederom een maand later, op den 14den Maart 1867, deelde LADD, instrumentmaker te Birmingham, aan de *Royal Society* de beschrijving mede van een dergelijk werktuig, dat zich van die van SIEMENS en WHEATSTONE slechts onderscheidde doordat de elektromagneet op twee cylinderinductoren, in plaats van één werkte. De stroom van den eenen inductor diende uitsluitend om den elektro-magneet te bekrachtigen, die van den anderen tot het verrigten van arbeid buiten het werktuig. Om redenen, wier uiteenzetting hier te veel ruimte zou vereischen, komt het mij voor, dat dit geen voordeel kan opleveren en het werktuig dus daardoor slechts zamengestelder wordt. Misschien zou men met voordeel het beginsel, dat daaraan ten grondslag ligt, kunnen toepassen door één inductor te voorzien van twee afzonderlijke omwindingen, elk tot een der beide bovengenoemde doeleinden bestemd.

De hier nu beschreven magneto-elektrische werktuigen zonder staalmagneten of, wil men, dynamo-elektrische werktuigen zijn, uit een theoretisch oogpunt beschouwd, zeker hoogst merkwaardig. Zij toonen, duidelijker nog dan de vroegere, dat in deze zoowel als gene niet de magneetkracht in elektriciteit wordt omgezet, maar wel de arbeid, die tot het draaijen van den inductor besteed wordt en deze alleen.

Zijn zij nu daardoor de werktuigen der toekomst? Mag men met grond verwachten, dat voor alle ernstig gebruik van die werktuigen in 't groot, overal waar men zich ten doel stelt om door mechanischen arbeid elektrische stroomen op te wekken, de staalmagneten zullen ter zijde worden gelaten en door elektromagneten vervangen? Om deze vraag te beantwoorden dient men de zaak te beschouwen van een eenigszins andere zijde dan dit gewoonlijk bij de beschrijving van zulke toestellen geschiedt. Immers het kan daarbij de vraag niet zijn, welke wijze van opwekking voor den physicus de meest opmerkelijke, maar welke de voordeeligste is, of langs welken weg door een gegeven arbeid de grootste hoeveelheid elektriciteit te verkrijgen is.

Het is te verwonderen, dat niemand zich, zoover mij bekend is

althans, om het antwoord op deze vraag heeft bekommerd, evenmin als om zich rekenschap te geven van den aard en den oorsprong der voordeelen van den cylinderinductor boven den gewonen, zoo als ik hiervoor getracht heb, die aan te wijzen. Van het eerste hangt toch voor de praktijk alles af, en in theoretisch opzicht is het tweede zeker van belang. Maar hoe dit ook zij, om de hier nog onopgeloste vraag te beantwoorden is evenmin als voor het vorige onderzoek een omslagtig betoog noodig. Voor eene verklaring van de wijze, waarop in een magneto-elektrisch werktuig de arbeid wezenlijk *verbruikt* wordt om elektriciteit voort te brengen, meen ik hier te mogen verwijzen naar mijne *Natuurkundige Stellingen*, II, St. 134, d. Waar het hier vooral op aankomt is het onloochenbare feit, dat al de arbeid, die aan het doen omwentelen van den inductor wordt besteed, met uitzondering alleen van het zeer kleine deel daarvan, dat door de wrijving aan de spullen wordt verbruikt, in een elektrischen stroom wordt omgezet. Hoe groot het deel van den zoo opgewekten stroom is, dat buiten het werktuig beschikbaar is, om op zijne beurt te worden omgezet in licht of in eenigen anderen vorm van arbeidsvermogen; hoe groot het nuttig effect is van het werktuig, dit hangt van de meerdere of mindere juistheid der keuze van de inrigting daarvan voor eenig bepaald doel, vooral van de verhouding tussehen den uit- en inwendigen weerstand af. Bij de dynamo-elektrische werktuigen geschiedt hetzelfde wat de eerste omzetting van arbeidsvermogen in elektriciteit betreft, maar daarmede houdt ook alle overeenkomst op, want een deel, en in alle gevallen een zeer aanzienlijk deel van den zoo opgewekten elektrischen stroom *moet* worden afgezonderd om in de omwindingen van den elektro-magneet te worden omgezet in warmte en het overschot alleen is beschikbaar om, zoo als boven gezegd is, gedeeltelijk uitwendigen arbeid te verrigten. Een dynamo-elektrisch werktuig *moet* dus om b. v. hetzelfde volume der gemengde gassen uit water te ontwikkelen, meer en veel meer mechanisch arbeidsvermogen verbruiken dan een even goed ingerigt gewoon magneto-elektrisch werktuig. Dezelfde uitwerkselen, die bij WILDE's reuzenwerktuig — in den grond hetzelfde als een dynamo-elektrisch — door een drijfkracht van 15 stoempaarden zijn verkregen, zouden, — op grond van het bovenstaande zal iedereen naar ik meen dit beamen, — van een gewoon magneto-elektrisch werktuig door 10 stoempaarden of minder te verkrijgen zijn. En als dit zoo is, wie zal dan dynamo-elektrische werktuigen gebruiken?

Of bezitten zij misschien eenige andere voordeelen? Neen, want de *misschien* iets geringere kosten van aanschaffing dier werktuigen worden ruim opgewogen door de veel grootere kosten van onderhoud. Hun aard brengt namelijk mede, dat de inductor of de inductoren zeer snel moeten omwentelen. Van het werktuig van WILDE zoowel als van dat van LADD, dat op de laatste Parijsche tentoonstelling in werking was, vinden wij opgeteekend, dat de inductoren 30malen in de seconde omwentelden. Geen wonder dus, dat zij geen van beide lang achtereen konden werken. Van dat van WILDE althans vindt men vermeld, dat het niet in staat bleek te zijn om 8 uren achtereen een elektrische lamp op een vuurtoren te doen branden, wat een veel zwakker gewoon magneto-elektrisch werktuig van HOLMES zonder bijzondere voorzorgen doen kon.

Waar men dus zulke werktuigen eenigszins in 't groot wil gebruiken, hetzij als de *Compagnie l'Alliance*, te Parijs, en HOLMES en anderen voor elektrisch licht, of met ELKINGTON, te Birmingham, voor galvanoplastiek, of als in eene fabriek in Whitechapel, te Londen, tot het voortbrengen van ozon als bleekmiddel, of waarvoor ook, altijd zal men den benoodigden elektrischen stroom het goedkoopst van een gewoon magneto-elektrisch werktuig verkrijgen. De dynamo-elektrische zijn tot nog toe niets anders dan wetenschappelijke curiosa, wier gebruik wel bepaald zal blijven tot het door SIEMENS aangegevene voor telegrafische doeleinden — in zijne 'Läuteinductoren' — of voor mijnontsteking, als zij ook daartoe niet spoedig door de ook hier, vooral voor het laatste doel, veel meer rationele gewone magneto-elektrische werktuigen worden verdrongen.

Maar, zegt SIEMENS, in zulke werktuigen moeten de magneten noodzakelijk tragsgewijze hunne kracht verliezen. De man heeft een levendige verbeeldingskracht! Een goed magneto-elektrisch werktuig zal, nadat de inductor eenige millioenen malen heeft omgewenteld, als de omwinding en commutator in goeden staat zijn gehouden, nog volmaakt dezelfde stroomsterkte als na de honderd eerste omwentelingen kunnen opleveren.
