

A. W. KROON JR.

EENIGE PROEVEN

VAN EEN ONDERZOEK

DER

ZIJWAARTSCHE ONTLADING.



Diss Leiden

1873 nr 16

~~244~~

~~C. 74~~



EENIGE PROEVEN

VAN EEN ONDERZOEK

DER

ZIJWAARTSCHE ONTLADING.

FRANCIS BROWN

THE END

THE END OF THE WORLD

EENIGE PROEVEN  
VAN EEN ONDERZOEK  
DER  
**ZIJWAARTSCHE ONTLADING.**

---

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT,  
TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN  
DOCTOR IN DE WIS- EN NATUURKUNDE,  
AAN DE HOOGESCHOOL TE LEIDEN,  
OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS  
DR. MATTHIAS DE VRIES,  
HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT VAN WIJSEBEGEERTE EN LETTEREN,  
OP WOENSDAG DEN 25<sup>sten</sup> JUNI 1873, DES NAMIDDAGS TE DRIE UREN,  
VOOR DE FACULTEIT TE VERDEDIGEN  
DOOR  
**ARNOLD WILLEM KROON Jr.,**  
GEBOREN TE DEVENTER.

---

LEIDEN,  
P. ENGELS,  
1873.

DE NIEUWE REIZEN

VAN EEN ONBESCHREVEN

WAARTSCHIEN ONTDEKING

IN DE OORDEELINGEN VAN DE

WELKE HET ONBESCHREVEN

TOEGEFEN IS AAN DE

WELKE HET ONBESCHREVEN

TER BOEKDRUKKERIJ VAN J. C. DRABBE.

DE NIEUWE REIZEN

VAN EEN ONBESCHREVEN

WAARTSCHIEN ONTDEKING

IN DE OORDEELINGEN VAN DE

WELKE

TOEGEFEN IS AAN DE

WELKE HET ONBESCHREVEN

WELKE

TOEGEFEN IS AAN DE

WELKE

AAN

MIJNE OUDERS.

MUSEUM OF THE



Toen ik, onmiddelijk na mijn doctoraal examen, een onderwerp zocht voor mijn academisch proefschrift, bepaalde ik al spoedig mijne keuze bij een onderwerp uit de statische electriciteit, n. l. de zijwaartsche ontlading. Mijn plan was na te gaan in hoe verre de resultaten van Riess, ook bij eene andere inrichting dan de door hem gebruikte, waar bleken te zijn en, in geval van verschil tusschen zijne en mijne waarnemingen, de reden hiervan op te sporen en eene verklaring voor het verschijnsel te zoeken, in overeenstemming met de gevonden resultaten.

Zooals uit het vervolg zal blijken heb ik reeds bij den aanvang mijner proeven ontdekt, en naar ik hoop overtuigend aangetoond, dat Riess, bij de keuze van een afleider naar de aarde, lichtvaardig te werk is gegaan en zich vergenoegd heeft met een' zeer onvoldoenden, waardoor de verklaring welke hij van het verschijnsel geeft, op zijn minst zeer gewij-

zigt moet worden. Ten einde hiertoe te geraken hield ik mij bezig met het verschijnsel van alle kanten te onderzoeken; om zodoende uit mijne proeven eene goede verklaring af te leiden; daar echter mijne promotie, om bijzondere redenen, binnen een bepaalden tijd moest plaats hebben en de wetgever voor hem die in de Faculteit van Wis- en Natuurkunde wil promoveren, het schrijven eener dissertatie verplichtend heeft gesteld, heb ik mij vergenoegd de tot dus verre gevonden resultaten samen te vatten en uiteen te zetten. Ik hoop spoedig in de gelegenheid te zijn mijne proeven over dit onderwerp voort te zetten en ze, bij goeden uitslag, op de eene of andere wijze het licht te doen zien.

Den Hooggeleerden mijner faculteit en in het bijzonder mijnen hooggeschatten Promotor, Prof. Rijke, breng ik bij dezen mijnen oprechten dank voor hunne mij steeds betoonde welwillendheid.

Ook Dr. Brutel ben ik daarvoor grooten dank schuldig.

Wanneer men in de nabijheid van eene geladene elektrische batterij een goeden geleider brengt, gaat er bij het ontladen dier batterij eene vonk tusschen den geleider en den sluitdraad over. Dit verschijnsel, zijwaartsche ontlading genoemd, trok reeds in de vorige eeuw de aandacht tot zich, en heeft sedert menig onderzoek uitgelokt, waarvan hier een kort overzicht volgt.

In het jaar 1769 bevond Priestley dat, wanneer hij een koperen ketting, verbonden met het buitenbekselsel van eene geladene Leidsche flesch, op zijn arm legde, en de flesch door een deel van den ketting ontladen werd, de huid ook onder dat gedeelte van den ketting, dat niet in den sluitdraad begrepen was, eene zekere prikkeling onderzond en rood werd, welk verschijnsel hij bestempelde met den naam van zijwaartsche ontlading (lateral explosion). Werd de ketting op een vel

wit papier gelegd dan bleek het meermalen dat dit, ook daar waar het gedeelte van den ketting gelegen had dat niet in den sluitdraad was begrepen, na de ontlading kleine zwarte vlekjes vertoonde.

Om den aard en de uitwerkselen van deze zijwaartsche ontlading nader te onderzoeken, en daardoor eene verklaring voor het verschijnsel te vinden deed hij eenige proeven, waarvan hier de voornaamste volgen. Hij isoleerde een met bladtin bekleedden cilinder van ongeveer 2 M. lengte en 1 d. M. dikte, terwijl hij op 6 m. M. afstand van dien cilinder een koperen bol plaatste, verbonden aan een draad die naar het buitenbekselsel der batterij leidde. Daarna bracht hij dien bol, door middel van een onvolkomen sluitdraad, met het binnenbekselsel in verbinding. Op het oogenblik van ontlading zag hij, volgens verwachting, een vonk overspringen tusschen den cilinder en den bol, maar bevond tot zijn groote verbazing dat de eerste niet elektrisch was geworden, daar de aan den cilinder hangende vlierpitbolletjes niet van elkander weken.

Bij herhaling gaf deze proef steeds hetzelfde resultaat, tot hij, na eene geringe verandering in den stand der toestellen, ontdekte dat bij iedere ontlading die er plaats greep, de bolletjes zich zeer zwak bewogen en steeds met die elektriciteit bleken

geladen te zijn, welke zich op het binnenbekselsel der batterij bevond; het vereischte echter de meest mogelijke voorzorgen om die zwakke lading te kunnen onderkennen. Niet in staat deze hem vreemd voorkomende verschijnsels te verklaren, bleef hij er zijne aandacht op vestigen, totdat hem de navolgende proef naar zijn inzien meer licht verschafte. Hij plaatste n. l. in de nabijheid eener ijzeren stang, die verbonden was met het binnenbekselsel van eene positief geladen flesch, eene geïsoleerde stang waaraan vierpitbolletjes opgehangen waren en zag dat, toen hij de flesch ontladde door een onvolkomen sluitdraad (hij bracht een deel der tafel er in), er eene sterke vonk overging tusschen de beide stangen en de bolletjes ver uiteengingen. Als hij echter onmiddelijk daarop den sluitdraad goed geleidend maakte, door het deel der tafel er uit te nemen, en dan de flesch verder ontladde, verscheen er weder eene vonk en vielen de bolletjes naar elkander toe. Volgens zijne bevinding was de vonk, wanneer de sluitdraad uit goede geleiders bestond, nooit zoo groot te verkrijgen als wanneer men er een slechten geleider in bracht, en had ook de zijwaartsche ontlading op grooter afstand plaats, naarmate de slechte geleider in den sluitdraad grooter was.

Kort daarop onderzocht hij of het mogelijk was, dat de hoeveelheid elektriciteit die zich op het eene bekleedsel van eene geladene Leidsche flesch meer bevindt dan op het andere, ook invloed op het verschijnsel uitoefende, welk vermoeden door zijne proeven volkomen bevestigd werd. Hij isoleerde n. l. eene pos. geladen flesch en zag dat, als hij het buitenbekselsel het laatst aanraakte en vervolgens de flesch door goed geleidende draden ontladde, deze alle pos. werden, zoowel als de zich in de nabijheid bevindende geleiders terwijl, als hij, na de flesch op het isoleerbankje geplaatst te hebben, den knop van het binnenbekselsel het laatst aanraakte, de sluitdraad en onmiddellijk nabijzijnde lichamen, na ontlading der flesch, negatief bleken te zijn. Was het dus mogelijk binnen- en buitenbekselsel evenveel elektriciteit te geven dan moest er, volgens zijne meening, geene zijwaartsche ontlading plaats hebben, maar toen hij de proef deed, na zoo nauwkeurig mogelijk de hoeveelheid elektriciteit op binnen- en buitenbekselsel gelijk gemaakt te hebben, bleek het dat de zijwaartsche ontlading even goed als vroeger plaats had. Na eenig nadenken besloot hij nu, dat deze laatste niet kon plaats hebben tenzij de elektrische vonk eene heen- en weër gaande was en

wel zoo kort op elkander volgend, dat zij nagenoeg geen merkbare uitwerking kon gehad hebben. Deze hypothese scheen hem bevestigd te worden door de waarneming, dat de elektrische toestand hetzelfde werd of men een lichaam in den sluitdraad bracht of het er nabij plaatste, d. i. of de elektrische lading het lichaam op ééne plaats binnenkwam en op eene andere verliet, dan wel dat dit beide op hetzelfde punt geschiedde.

Aan het einde van zijne verhandeling wijst hij er verder op van hoe groot gewicht het blijkt te zijn, dat men de zijdelingsche ontlading niet onmiddelijk van het buitenbekselsel der batterij verkrijgt of van eenig deel van den sluitdraad dat zich in de nabijheid bevindt; het bleek hem dat de vonk het grootst was op een afstand van ongeveer 50 c. M. van het buitenbekselsel, en zij op een grooteren afstand er van weér kleiner werd.

Ten laatste plaatste hij eenige geisoleerde koperen bollen op zeer kleine afstanden achter elkander en nam waar, dat de zijwaartsche ontlading tusschen alle te gelijkertijd plaats had en de bollen, na afloop, in hunnen oorspronkelijken toestand verkeerden; ook was het mogelijk een groot aantal zijwaartsche ontladingen tegelijkertijd op verschillende, zelfs zeer dicht bij elkander gelegen, punten van den sluit-

draad te verkrijgen. Bij een onderzoek in het luchtledige bleek het hem, dat de zijwaartsche ontlading reeds merkbaar was als de conductoren, waartusschen zij plaats greep, meer dan een d. M. van elkander verwijderd waren en dat, als de afstand 5 c. M. bedroeg, er tusschen hen een zwak blauw of purperen licht verscheen, dat overal hetzelfde voorkomen had.

Naar aanleiding van het gebruik van kettingen als geleiders voor bliksemafleiders deed Henly in 1774 de navolgende proef: aan het buitenbekselsel van eene Leidsche flesch werd een ijzeren draad vastgemaakt, die in eene metalen plaat eindigde, door wier verbinding met het binnenbekselsel de flesch ontladen werd. Bracht hij nu aan een ander punt van het buitenbekselsel een koperen ketting, die eindigde in eene 20 c. M. lange houten staaf, bestrooid met zaagsel van dennenhout, welke staaf op een afstand van ongeveer 1 c. M. van de metalen plaat gebracht werd dan werden, op het oogenblik van ontlading, beide kettingen en het zaagsel lichtgevend, welk verschijnsel hij evenzeer zijwaartsche ontlading noemde.

Lord Mahon, later graaf Stanhope (1779), maakt melding van eenige verschijnsels die in nauw verband staan met de zijwaartsche ontlading. Hij



plaatste in elkanders onmiddelijke nabijheid een grooten geïsoleerden ijzeren cilinder en een koperen bol en bracht in de tusschenruimte een stuk bladtin. Nabij den bol, maar op een afstand zoo groot dat er geen vonk kon overspringen, plaatste hij den conductor eener elektriseermachine welke geladen en onmiddelijk daarop ontladen werd, en steeds zag hij op dat oogenblik het bladtin smelten door eene vonk die tusschen den cilinder en den bol oversprong.

Cavallo (1780) spreekt in zijn boek van den zijdelingschen schok: hij bemerkte n. l. dat, als hij eene Leidsche flesch op de gewone wijze in het donker ontladde, na aan het buitenbekselsel een ketting bevestigd te hebben, die niet in den sluitdraad begrepen was, deze ketting lichtgevend werd, zelfs al raakte hij het buitenbekselsel niet onmiddelijk aan. De schrijver zegt dat de reden van dit verschijnsel ligt in het afbreken der geleiding door het tusschenplaatsen van slechte geleiders, daar de schok sterker of zwakker was, naarmate de afbreking der gemeenschap grooter of kleiner was.

»Niemand schijnt er aan gedacht te hebben om »de zijdelingsche ontlading te verklaren, ja, zij »schijnen die zelfs niet begrepen te hebben» zegt Cuthbertson: »zij denken dat het iets is dat zeer

overschilt van hetgeen het werkelijk is en doen om die reden altijd proeven zonder uitwerking, doch de verklaring is zeer gemakkelijk." Genoemde physicus bracht eene groote Leidsche flesch, die bij eene bepaalde lading van zelf ontladen werd, bij den conductor eener elektriseermachine, terwijl van het buitenbekselsel een korte draad in de hoogte ging, waaraan een knop bevestigd was die in de nabijheid gebracht werd van den knop eener andere Leidsche flesch. Bij de ontlading der groote Leidsche flesch ging er dan eene vonk naar de kleinere over, en laadde deze met dezelfde soort electriciteit die zich in de groote flesch bevond. Hij besloot hieruit dat dit verschijnsel niets was dan eene hoeveelheid electricische vloeistof, vliegende onder de ontlading van den buitenkant eener pos. geladene flesch en verder eene hoeveelheid vloeistof vliegende onder het ontladen naar den buitenkant van eene neg. geladene flesch.

Van Marum (1785) kreeg op de volgende wijze eene zijwaartsche ontlading: hij verbond een grooten geleider, waarop vonken sloegen van de elektriseermachine, door een koperen stang van 1 c. M. dikte, eerst met de looden pijpen van het gebouw waarin hij werkte en daarna met de aarde, en kon in beide gevallen, gedurende het werken der ma-

chine, uit dezen stang vonken trekken. Ook de volgende proef van van Marum vinde hierbij hare plaats: hij spande een 30 c. M. langen en  $\frac{1}{10}$  m. M. dikken ijzeren draad rechtuit, terwijl hij een anderen van 50 c. M. lengte en  $\frac{1}{8}$  m. M. dikte omhoog en zoodanig plaatste dat de uiteinden van den laatsten draad ongeveer 2 c. M. van den anderen verwijderd waren. Ontlaadde hij dan de batterij door den rechtuit gespannen draad dan smolten beide draden.

Tegen het laatst der voorgaande eeuw trachtte Bohnenberger de zijwaartsche ontlading te verkrijgen uit het midden van een langen sluitdraad, en dus niet zooals alle voorgaande waarnemers uit een dicht bij de batterij gelegen gedeelte van den sluitdraad: hij week ook tevens daarin van zijn voorgangers af dat hij den sluitdraad niet geheel sloot, maar in het midden een gedeelte openliet waartusschen zich lucht bevond. Ik laat de beschrijving van zijn proef hier volgen: twee draden werden in eene rechte lijn geplaatst, zoodanig dat hunne naar elkander gekeerde uiteinden 13 m. M. van elkander verwijderd waren, terwijl de andere uiteinden verbonden waren met binnen- en buitenbeksels eener batterij. Loodrecht op de verbindingslijn van de naar elkander gekeerde uiteinden, en 6 m. M. er van verwijderd, werd een derde

draad geplaatst, welke met een electroscoop of met den knop eener Leidsche flesch in verbinding stond. Bij de ontlading nu der batterij door de rechte draden nam hij divergentie, en onmiddelijk daarop volgend samenvallen waar van de goudblaadjes van den electroscoop of eene blijvende zeer zwakke lading van de flesch. Tot verklaring van dit verschijnsel voerde hij aan, dat het buitenbekselsel van de batterij niet de geheele hoeveelheid electriciteit, die op het binnenbekselsel was, kon opnemen en dat die hoeveelheid, terwijl zij met veel geweld tegen het buitenbekselsel aanstoot, door mededeeling of influentie op nabijzijnde lichamen werkt.

Saxtorph deed geene proeven over de zijwaartsche ontlading, maar trachtte wel de door zijn voorgangers waargenomen verschijnsels te verklaren: hij nam n. l. aan dat de geleiding van het buitenbekselsel der batterij naar de aarde, welke het overschot van de lading van het binnenbekselsel moest afleiden, niet volkomen was en genoemd overschot dus niet snel genoeg afgeleid werd. Was deze geleiding volkomen, of, met andere woorden, het buitenbekselsel goed met diep in vochtige aarde gebrachte geleiders verbonden, dan zou men volgens hem nooit vonkjes zien tusschen den sluit-

draad en de zich in de nabijheid bevindende geleiders.

Biot (1816) plaatste een geïsoleerden koperen cilinder, wiens eene uiteinde met het buitenbekleedsel eener batterij in verbinding was, met hetzelfde uiteinde bij een tweeden geïsoleerden cilinder, die van vierpitbolletjes voorzien was, en zag dat, als hij het vrije uiteinde van den eersten cilinder met het binnenbekleedsel der batterij verbond en deze aldus ontladen werd, er eene vonk tusschen beide cilinders overging, en de bolletjes nagenoeg op hetzelfde oogenblik van elkaar afweken en weêr naar elkaar toevielen. De verklaring die Biot van dit verschijnsel geeft is de volgende: de batterij wordt, hoe goed ook het geleidend vermogen is van den draad, waardoor de ontlading plaats heeft, niet in een ondeelbaar oogenblik ontladen maar de electriciteit werkt, bij haar gaan door den sluitdraad, door influentie op de electriciteit van de lichamen die den sluitdraad aanraken of brengt in nabijzijnde lichamen eene scheiding der twee electriciteiten te weeg. Men ziet hieruit (*«par cela même»* zegt hij) dat deze werking zeer zwak zijn moet, want zij wordt alleen voortgebracht door de influentie van die electriciteit, welke op een der bekleedsels van de batterij vrij blijft en wier afstootende kracht,

door de verspreiding over den draad, wel zeer verzwakt wordt maar niet geheel ophoudt te werken. In een later uitgegeven werk heeft Biot dezen laatsten volzin geschrapt en er het navolgende voor in de plaats gesteld: »Hierna spreekt het van zelf dat »deze werking des te zwakker zijn moet, naarmate »de draad, door welke men de batterij ontladst, »beter geleidt en dikker is».

Wanneer we al deze vroeger gedane proeven nagaan is het niet te verwonderen, dat zelfs een man als Faraday het geheele bestaan der zijwaartsche ontlading in twijfel trok: deze geleerde beschouwde n. l. het verschijnsel als eene plaats grijpende afleiding en verdeeling van den hoofdstroom, welke men, volgens hem, zou kunnen vermijden door den sluitdraad goed geleidend te maken en te zorgen dat er geene afbrekingen in voorkwamen. Bij alle genoemde waarnemers toch werd de vonk verkregen in de onmiddellijke nabijheid van de batterij of flesch en, wat het verschijnsel nog twijfelachtiger maakt, werd niet

gezorgd voor eene goede afleiding van het buitenbkleedsel en den sluitdraad naar den grond. Ook namen de meesten de afbreking van den sluitdraad, of slechte geleiding van een gedeelte er van, als voorwaarde voor het gelukken der proef aan. Gebruikt men n. l. kettingen dan kan zeer gemakkelijk eene vonk zijdelings tusschen de schakels overspringen, terwijl het evenmin verwondering kan baren dat een stroom, die door een dunnen geleider gaat, overspringt op een, zich in de nabijheid bevindenden, dikkeren.

Riess is de eerste geweest en tevens de eenige, die bovengenoemde fouten heeft trachten te vermijden door eene bizondere inrichting te geven aan zijn sluitdraad en hij kwam tot de conclusie dat het verschijnsel, aangeduid met den naam van zijwaartsche ontlading, ook bij eene dusdanige inrichting der proeven als hij bezigde, wel degelijk plaats greep, terwijl hij verder afleidde in welk verband de slagwijdte van de zijwaartsche ontlading stond tot de lading der batterij, voorts den invloed van de lengte der gebruikte draden, enz. Op de proeven van dezen geleerde, en op de vraag in hoeverre het hem gelukt is de fouten zijner voorgangers te vermijden, kom ik in dit proefschrift nader terug, en zal eerst beschrijven op welke wijze

ik mijne proefnemingen heb ingericht ten einde het verschijnsel zoo zuiver mogelijk te verkrijgen.

De batterij, die ik gebruikt heb, bestond uit 4 flesschen, die een binnenbekleedsel hadden elk van 1000  $\square$  c. M., en geplaatst waren in een van binnen met bladtin bekleedden houten bak, die door vier glazen pooten geïsoleerd was; de binnenbekleedsels der enkele flesschen waren met elkander verbonden door dikke koperen stangen, zoodanig dat men gemakkelijk eene of meer flesschen uit den bak kon wegnemen. Het laden der batterij geschiedde door eene 5 m. M. dikke, koperen stang, die van de Holtz'sche machine naar het binnenbekleedsel leidde. Door den bodem der bak en in goede aanraking met het bladtin was eene koperen stang aangebracht, 6 c. M. lang en eindigende in een massieven koperen bol van 8 c. M. middellijn. Verder was op de tafel, waarop de batterij geplaatst was, aan een scharnier, eene koperen stang, eindigende in een bolletje van hetzelfde metaal, zoodanig bevestigd, dat de waarnemer in staat was, door middel van een daaraan verbonden touw, het kleinere bolletje tegen den grooteren te doen aanslaan. Aan die scharnier was gesoldeerd vooreerst een draad, die verbonden was aan de metalen buizen, door welke het water uit den put naar de



pompen van het gebouw gevoerd wordt en ten tweede het eene uiteinde van den sluitdraad. Deze laatste was van rood koper, 19 M. lang en 3 m. M. dik en ging op eenigen afstand van de batterij verticaal naar boven en daarna langs den zolder van het vertrek, en was, een eind verder naar beneden dalende, aan een goed isolerenden glazen standaard verbonden, van waar hij zich in horizontale richting uitstrekte tot aan een der bollen van den ontlaadtoestel, welke dezelfde inrichting had als de door Riess beschrevene <sup>1)</sup>. De andere knop van dezen toestel was door een 1,08 M. langen en 3 m. M. dikken draad met het binnenbekleedsel der batterij verbonden.

Om het gedeelte van den draad, dat langs den zolder liep, zoo goed mogelijk te isoleren was het opgehangen aan vier schellakhaken, die weder door verniste zijden koorden aan den zolder bevestigd waren. De geheele sluitdraad, gemeten van af het buitenbekleedsel tot aan den knop van het binnenbekleedsel, en dus met inbegrip van den ontlaadtoestel, bedroeg 19,5 M.

Met voordacht heb ik den sluitdraad zeer lang genomen en niet alleen de horizontale gedeelten

---

<sup>1)</sup> Die Lehre von der Reibungselectricität, § 365.

zoover mogelijk van elkander gebracht, maar ook alle ombuigingen van den draad onder rechte hoeken doen plaats hebben, ten einde de werking dezer deelen op elkander, en dus het ontstaan van inductiestroomen, te vermijden.

Aan het horizontale gedeelte van den sluitdraad, zoo naauwkeurig mogelijk loodrecht daarop, en op verschillende afstanden van het binnenbekleedsel der batterij, konden, door middel van eene klem-schroef met twee loodrecht op elkander gerichte doorboringen, draden van verschillende lengte en dikte aangebracht worden: een dusdanig aangebrachte draad zal ik de vertakking noemen. Deze vertakking dan eindigde in een der knoppen van een vonkenmicrometer, terwijl met den anderen knop van dien toestel draden van verschillende afmetingen in verbinding gebracht werden: zulk een draad zal ik bestempelen met den naam van zijdraad. Deze laatste was altijd zoodanig aangebracht dat hij met de vertakking zich in eene rechte lijn uitstreckte, loodrecht op den sluitdraad. Vertakking en zijdraad werden nooit onmiddellijk vastgemaakt in de klemschroeven van den micrometer, daar de minste trilling der draden zich dan onmiddellijk zou overplanten op de knoppen van den toestel, en ik dus niet zeker genoeg kon zijn

denzelfden afstand tusschen hen te bewaren; de verbinding had steeds plaats door spiraalvormig gewonden draden van 0,30 M. lengte en 0,15 m. M. dikte.

De micrometer zelf was ingericht naar de beschrijving van Riess <sup>1)</sup>; de spoed der schroef bedroeg 0,5 m. M., en door eene aan die schroef aangebrachte en nauwkeurig in 100 gelijke deelen verdeelde trommel, was ik in staat den afstand der knoppen tot op 0,005 m. M. met zekerheid te meten.

In den koperen, onder aan de batterij bevestigden, bol was verder eene stang geschroefd 1,4 M. lang en 8 m. M. dik, die naar het binnenbekselsel der maatflesch geleidde, en daarmede verbonden was door eene spiraal van zeer dun koperdraad, van dezelfde afmetingen als de spiralen bij den vonkenmicrometer vermeld, ten einde mogelijke veranderingen van den afstand der knoppen door trilling van den draad te voorkomen. Het buitenbekselsel van deze flesch stond, door middel van een dikken draad, in goed geleidende verbinding met de bovenvermelde aanvoerbuizen van het putwater.

De maatflesch waarvan ik mij bediende en welke ik mij door den mechanicus Kuyper alhier heb laten

---

<sup>1)</sup> Die Lehre von der Reibungselectricität. § 330.

vervaardigen, bestond uit een glazen cilinder van 9 c. M. middellijn en 18 c. M. hoogte. Deze flesch, die aan de binnen- en buitenzijde tot op  $\frac{2}{3}$  van hare hoogte met bladtin bekleed en verder met zorg vernist was, werd gesloten door eene juist passende kurk, waarop een cirkelvormig blad eboniet, 14 c. M. in middellijn en 1 c. M. dik, onwrikbaar bevestigd was. Op het deksel van eboniet was, op de helft van den afstand van het middelpunt tot den omtrek, een koperen plaatje *p* geschroefd, dat aan zijn buiteneinde eene klemschroef, aan zijn binneneinde een 3 m. M. dik, dubbel omgebogen stangetje *s* droeg; aan het ondereinde van *s* was een 1,5 m. M. dikke koperdraad gesoldeerd, die bijna tot op den bodem der flesch reikte en, door een spiraaldraad, de stang *s* in goed geleidende verbinding met het binnenbekleedsel stelde. Diametraal tegenover het plaatje *p*, en zoover mogelijk naar den omtrek, droeg het eboniet eene dikke plaat geel koper *M* met zwaluwstaartige insnijding, waarin een naauw sluitend schuifstuk *m*, door middel eener schroef, voor- en achterwaarts kon bewogen worden; deze schroef was aan het buiteneinde van eene trommel *t* voorzien waarvan de omtrek in 100 gelijke deelen was verdeeld.

Het naar binnen gekeerde uiteinde van  $m$  droeg eene dubbel omgebogen koperen stang  $s'$ , in allen deele gelijk aan  $s$ , terwijl het buitenste uiteinde van  $M$ , door middel van een dunnen spiraaldraad, in verbinding stond met het buitenbekselsel van de flesch. Op de stangen  $s$  en  $s'$  nu werden de knoppen  $k$  en  $k'$  geplaatst tusschen welke, bij de ontlading der maatflesch, de vonk overspringt en wier afstand, door middel van de schroef en de trommel  $t$ , tot op 0,01 m. M. naauwkeurig kon bepaald worden. Door de beide knoppen op dezelfde plaat eboniet te brengen werd het voordeel verkregen, dat hun afstand gedurende de waarneming minder gemakkelijk kon gewijzigd worden en, bij het plaatsen op een gegeven afstand, eene grootere nauwkeurigheid kon bereikt worden dan zulks, bij de door Riess aan de maatflesch gegeven inrichting, mogelijk is, bij welke de bevestiging van een der knoppen, aan het uiteinde van een vrij langen glazen stang, natuurlijk een minder vasten stand van dien knop zal ten gevolge hebben.

Door deze inrichting van den sluitdraad en bijbehoorende deelen is dit voordeel verkregen, ten eerste dat de toestellen die dienden om te meten, geheel buiten den invloed der batterij konden gebracht worden en ten tweede dat, vóór het in ver-

binding stellen van binnen- en buitenbekselsel en dus vóór de ontlading der batterij door den ontlader, de bekselsels van de maatflesch elk afzonderlijk reeds met den grond in verbinding gebracht waren, en dus de maatflesch als het ware was verwijderd.

Om een goed overzicht over de geheele inrichting te geven geloof ik dat het niet ondienstig is eene proefneming nader te beschrijven: nadat de knoppen van maatflesch en micrometer op een bepaalden afstand gesteld waren, plaatste de waarnemer zich bij den laatsten en begon de helper, die zich bij de elektriseermachine bevond, deze zoolang te draaien tot er een genoegzaam aantal vonken tusschen de knoppen der maatflesch was overgegaan; daarna trok de waarnemer aan het touw, verbonden met het stangetje, welks uiteinde tegen den grooten knop onder aan de batterij moest slaan en stelde zodoende den geheelen sluitdraad tot aan den ontladtoestel in verbinding met het buitenbekselsel der batterij, terwijl binnen- en buitenbekselsel der maatflesch in verbinding kwamen met de aarde, en de flesch dus alle zich nog in haar bevindende elektriciteit moest verliezen. Daarna werd door middel van een zijden koord de ontlader toegetrokken en kwamen dus binnen- en buiten-

bekleedsel der batterij met elkander in verbinding; bij eene genoegzame lading der batterij zag men dan een vonkje verschijnen tusschen de knoppen van den micrometer, en de zijdraad bleek elektrisch te zijn geworden.

Aan het einde van den zijdraad een gewoon goudbladelektroscoop aanbrengeude nam ik waar dat, als de knoppen van den micrometer tegen elkander aangeschroefd waren, en dus vertakking en zijdraad slechts een onafgebroken geleider uitmaakten, op het oogenblik van het ontladen der batterij door middel van den sluitdraad, de goudblaadjes eene kleine trilling ondervonden, die echter onmiddellijk weder ophield. Bracht ik daarentegen eene laag lucht tusschen de knoppen, en scheidde daardoor vertakking en zijdraad, dan weken de goudblaadjes een weinig van elkander af en gaven dus den elektrischen toestand van den zijdraad te kennen; deze lading was echter veel zwakker dan men zoude verwachten, daar, wanneer men onmiddellijk van een geladen geleider eene evengroote vonk deed overgaan op denzelfden draad die als zijdraad diende, en men dien draad dan in aanraking bracht met den knop van het elektroscoop, de afwijking der blaadjes veel grooter was.

Om die afwijking nader te onderzoeken, en te-

vens de soort der elektriciteit na te gaan, waarmede de zijdraad geladen werd, heb ik het uiteinde van dien draad met een elektroscop van Bohnenberger verbonden, en bleek het mij dat, terwijl ik den afstand der knoppen na elke waarneming veranderde, bij eene genoegzame lading der batterij, er telkens bij ontlading derzelve, eene vonk overging en de zijdraad nu eens positieve en dan eens negatieve elektriciteit aanwees, hoegenaamd zonder eenige regelmaat en geheel onafhankelijk van de soort van elektriciteit waarmede de batterij geladen was.

Ook wat de grootte van de lading van den zijdraad aangaat was er geen regelmaat te bespeuren, daar ik menigmaal, bij waarnemingen die ik onmiddelijk op elkander liet volgen, en onder volkomen dezelfde omstandigheden deed, geheel verschillende afwijkingen van het goudblaadje waarnam; de grootte der lading en de slagwijdte van de zijwaartsche ontlading schijnen geen regelmatigen invloed hierop uit te oefenen.

Tot staving hiervan geef ik eene enkele reeks uit zeer vele welke ik waargenomen heb en welke alle, zonder onderscheid, dezelfde onregelmatigheid, zoowel wat de soort der elektriciteit als de grootte der afwijking aangaat, vertoonen.



[De grootte van de afwijking van het goudblaadje is naar dien maatstaf geschat, dat bij het aanslaan aan eene der polen de afwijking uit den stand van rust gelijk aan 6 werd gesteld].

	Grootte	Hoof
+	6	01
+	5	10
+	4	01
+	3	10
+	2	10
+	1	07
+	2	10
+	3	10
+	4	10
+	5	10
+	6	10
+	7	10
+	8	10
+	9	10
+	10	10
+	11	10
+	12	10
+	13	10
+	14	10
+	15	10
+	16	10
+	17	10
+	18	10
+	19	10
+	20	10
+	21	10
+	22	10
+	23	10
+	24	10
+	25	10
+	26	10
+	27	10
+	28	10
+	29	10
+	30	10
+	31	10
+	32	10
+	33	10
+	34	10
+	35	10
+	36	10
+	37	10
+	38	10
+	39	10
+	40	10
+	41	10
+	42	10
+	43	10
+	44	10
+	45	10
+	46	10
+	47	10
+	48	10
+	49	10
+	50	10
+	51	10
+	52	10
+	53	10
+	54	10
+	55	10
+	56	10
+	57	10
+	58	10
+	59	10
+	60	10
+	61	10
+	62	10
+	63	10
+	64	10
+	65	10
+	66	10
+	67	10
+	68	10
+	69	10
+	70	10
+	71	10
+	72	10
+	73	10
+	74	10
+	75	10
+	76	10
+	77	10
+	78	10
+	79	10
+	80	10
+	81	10
+	82	10
+	83	10
+	84	10
+	85	10
+	86	10
+	87	10
+	88	10
+	89	10
+	90	10
+	91	10
+	92	10
+	93	10
+	94	10
+	95	10
+	96	10
+	97	10
+	98	10
+	99	10
+	100	10

Lading der batterij.		Slagwijdte zijw. ontl. in m. M.	Afwijking v. h. goudblad.	
Soort.	Grootte.		Grootte.	Soort.
—	10	$\frac{1}{2}$	3	+
	10		3	—
	10		2	+
	10		2	—
	10		2	—
	15		2	+
	15		2	+
	15		1	+
	15		4	+
	15		6	+
	20		6	+
	20		3	—
	20		2	+
	20		3	—
	20		6	+
	25		4	+
	25		2	—
	25		1	+
	25		0,5	—
	25		4	+
		$\frac{1}{2}$		
	12		6	+
	12		0,5	—
	12		2	+
	12		0	
	12		0	
	15		6	+
	15		6	+
	15		1	—
	15		2	—
	15		2	+
	20		1	—
	20		1	—
	20		2	—
	20		2	—
	20		2	—
	25		3	+
	25		6	+
	25		3	+
	25		2	—
	25	2	—	

Lading der batterij.		Slagwijdte zijw. ontl. in m. M.	Afwijking v. h. goudblad.	
Soort.	Grootte.		Grootte.	Soort.
+	15	$\frac{1}{2}$	2	+
	15		2	-
	15		3	+
	15		1	+
	15		1,5	-
	20		1	+
	20		0,5	+
	20		1,5	+
	20		2	+
	20		2	+
	25		6	-
	25		1	+
	25		2	-
	25		2	-
	25		1,5	+
	30		0,5	-
	30		2	-
	30		0,5	+
	30		4	+
	30		1	-
		$\frac{3}{4}$		
	20		0	+
	20		1,5	+
	20		0,5	+
	20		1,5	-
	20		1	-
	25		1	-
	25		0	
	25		1,5	-
	25		0,5	+
	25		0,5	+
	30		0	
	30		1	+
	30		2,5	+
	30		2	+
30	1,5	-		
35	0			
35	1,5	-		
35	6	+		
35	0			
35	2	-		

Wat de onregelmatigheid van de grootte der afwijking aangaat, alsmede dat de afwijking veel kleiner is dan de grootte der vonk zou doen vermoeden, dit is dunkt mij hier aan toe te schrijven dat de vonk die wij waarnemen eene dubbele is: de zijdraad toch, die gedurende de ontlading van de batterij door de vertakking, evenals deze door den sluitdraad, elektrisch wordt gemaakt, wordt, na de ontlading, door de vertakking weder nagenoeg geheel ontladen, en het grootste deel der electriciteit wordt dus weêr afgestaan; de opvolging dezer lading en ontlading van den zijdraad, en dus van de twee vonken, is echter zoo snel dat wij deze te samen als ééne vonk waarnemen.

Wat betreft de afwisseling van het teeken der lading van den zijdraad geloof ik dat deze zeer goed zich laat verklaren, wanneer men in aanmerking neemt dat de sluitdraad, waarvan ik mij bediende, nagenoeg geen weêrstand aan de beweging der electriciteit biedt, en we dus hier in het geval verkeereren dat de ontlading der batterij eene oscillerende moet zijn; de toestand van den sluitdraad en dus ook van de vertakking en den zijdraad hangt alzoo geheel af van den oogenblikkelijken toestand der batterij.

Des te meer verwondering baarde het mij toen

ik zag hoe Riess, in zijne verhandeling over de zijwaartsche ontlading, en ook in zijn handboek, aanneemt dat de zijdraad altijd gelijknamig elektrisch wordt met het binnenbekleedsel der batterij, en dus de positieve of negatieve toestand van den zijdraad geheel van de soort der lading afhangt. Aan eene vergissing van zijn kant viel hier niet te denken daar hij meermalen op zijn resultaat, vooral wat dit punt aangaat, terugkomt bij de verklaring welke hij van het verschijnsel geeft. Ik heb daarna op alle mogelijke wijzen de rangschikking mijner toestellen en deze zelf veranderd, ten einde te weten te komen waaraan dit groote verschil tusschen de waarnemingen van Riess en mij toe te schrijven was. Onder anderen heb ik ook nagegaan of mijn resultaat hetzelfde bleef, wanneer ik, in plaats van eene machine van Holtz, de vroegere elektriseer-machine gebruikte en bevonden dat het variëren van de soort der lading van den zijdraad even wisselvallig bleef, en dus niet kon toegeschreven worden aan omkeeringen van de machine van Holtz; ten overvloede heb ik door het aanbrenge van een derden conductor aan genoemde machine het omkeeren tot eene onmogelijkheid gemaakt.

Ten laatste kwam ik op het denkbeeld dat de afleidingen naar den grond, waarvan Riess gebruik

gemaakt heeft, wel eens niet goed konden geweest zijn; hij zou zich b. v. vergenoegd kunnen hebben met de buitenbeksels van de batterij en de maatflesch, door middel van slechte gasleidingen of nog minder volkomen geleiders, met den grond in verbinding te stellen. Ik heb daarop de draden, die aan de aanvoerbuizen van het putwater gesoldeerd waren, losgemaakt en ze met de gasleiding verbonden, die door het geheele gebouw liep; het resultaat van mijne proeven laat ik hier volgen:

[Daar de grootte der afwijking hier niets tot de zaak doet laat ik deze achterwege. De grootte der lading van de batterij werd gemakshalve, daar hier geene groote nauwkeurigheid noodig was, bepaald door het aantal omdraaiingen van de schijf der elektriseermachine.]

### I. Batterij negatief geladen:

Aantal omdraaiingen.	3	4	5	6
Toestand der zijdraad.	+++--++-++	---+0+++	-++-++-++	+++++
	---++-++	---++-++0	++-+++++	---+++++

### II. Batterij positief geladen:

Aantal omdraaiingen.	3	4	5	6
Toestand der zijdraad.	+++-----	++-++-+-	++-+-	+++-----
	+++-----	++-++-+-	---++-+-	+++++

Daar onmiddelijk uit dit resultaat bleek dat de gasleiding, in het gebouw waar ik werkte, eene even goede afleiding voor de elektriciteit naar den grond aanbood, als de vroeger hiervoor door mij gebezigde waterbuizen, heb ik getracht eene nog slechtere afleiding naar den grond te vinden, en hiertoe deed zich in de eerste plaats de zich in mijn werkkamer bevindende kachel voor. Toen ik dan ook de zoo-even beschreven draden van de gasleiding had losgemaakt, en ze slechts door eenvoudige aanhaking met de kachel verbonden had, bleek mij dat het verschijnsel plaats had volkomen zooals Riess het beschrijft; 50 malen achter elkander laadde ik de batterij positief en vond dat ook de zijdraad steeds positief was, en onmiddelijk daarop laadde ik de batterij 50 malen achter elkander negatief en verkreeg ook steeds een negatief geladen zijdraad. Daarna afwisselend de batterij nu eens negatief en dan weêr positief ladende, bevond ik dat steeds de zijdraad gelijknamig werd geladen met het binnenbekleedsel der batterij.

Door bovengenoemde proeven is, dunkt mij, overtuigend bewezen dat Riess niet gezorgd heeft, bij zijne proeven, voor eene goede afleiding naar den grond en de conclusies welke hij uit zijne waarnemingen trekt, dus niet dat vertrouwen verdienen,

hetwelk de waarnemingen van Riess meestal onder- vinden.

In de eerste plaats was nu, indien ik het verschijnsel verder wilde onderzoeken, noodig na te gaan welke betrekking er bestaat tusschen den afstand, waarop eene vonk in den micrometer overspringt, en de daarvoor vereischte lading der batterij; ik ben daartoe te werk gegaan als volgt: de knoppen der maatflesch stelde ik op een zekeren afstand (meestal 1 m. M.) en onderzocht of ik, na een zeker aantal vonken in de maatflesch te hebben laten overspringen, bij ontlading der batterij het verschijnsel verkreeg; gelukte dit dan deed ik het voor dezelfde lading nog eenmaal en verminderde, indien ook dan zijwaartsche ontlading plaats had, het aantal vonken in de maatflesch met 1; gaf dan ook deze lading nog tweemaal achter elkander eene vonk dan weër met 1, tot zoo lang ik het grootste aantal vonken bepaald had, dat in de maatflesch kon overspringen, zonder dat er, bij ontlading der batterij, eene vonk in den micrometer verscheen. Bevond ik dan dat het noodig was de laatste hoeveelheid met 1 te vermeerderen om zeker eene lading der batterij te verkrijgen, die in staat was het verschijnsel voort te brengen, dan nam ik het laatst gevondene getal als lading der batterij aan;



het gebeurde echter dikwijls dat bij het grootste getal vonken waarbij de zijwaartsche ontlading niet plaats had, twee vonken moesten gevoegd worden ten einde het verschijnsel zeker te verkrijgen, in welk geval ik steeds het gemiddelde uit de waarnemingen genomen heb. Tot nadere toelichting geef ik de volgende tabel:

[De letter *v* duidt aan dat er eene vonk tusschen de knoppen van den micrometer overging bij de aangegeven lading en het cijfer 0 dat er in dat geval geen zijwaartsche ontlading plaats had].

afstand knoppen.	$\frac{1}{5}$ m. M.	$\frac{2}{5}$ m. M.	$\frac{3}{5}$ m. M.	$\frac{4}{5}$ m. M.	$\frac{5}{5}$ m. M.
lading	12. v v.	15. v v.	20. v v.	21. v v.	23. v v.
	11. v v.	14. v v.	19. v v.	20. v v.	22. v v.
	10. 0. v.	13. v v.	18. 0. v.	19. v v.	21. v v.
	9. 0. 0.	12. 0. 0.	17. v v.	18. v. 0.	20. 0. 0.
	10. v v.	13. v v.	16. v v.	17. 0. 0.	19. 0. 0.
	11. v v.	14. v v.	15. 0. 0.	18. 0. 0.	20. v v.
			16. 0. 0.	19. v v.	21. v v.
			17. v v.	20. v v.	22. v v.
			18. v v.		

Uit deze tabel leid ik nu, volgens bovenstaande redeneering, de navolgende af:

Slagwijdte der zijw. ontlading in m. M. <b>x</b>	Lading der batterij. <b>q</b>
0,2	10,25
0,4	13
0,6	16,5
0,8	18,75
1,0	20,5

Ten einde uit deze gezamenlijke waarnemingen de betrekking tusschen  $x$  en  $q$ , d. i. tusschen de slagwijdte en de lading, te zoeken, heb ik aangenomen dat de slagwijdte afhing van de eerste en tweede machten der lading, en uit de vergelijking

$$x = \alpha q + \beta q^2$$

de coëfficiënten  $\alpha$  en  $\beta$  berekend.

Ik vond voor die vergelijking

$$x = -0,00678 q + 0,00268 q^2$$

en ging daarna uit deze, of liever uit de daaruit afgeleide

$$q = 1,25 \pm \sqrt{1,5625 + 373,13 x}$$

berekenen hoe groot de lading der batterij moest zijn om, bij eene bepaalde slagwijdte, de zijwaartsche ontlading te doen plaats hebben; ik kwam aldus tot de volgende fraaie overeenstemming tusschen waarneming en berekening:

Slagwijdte v. d. zijw. ontl. x.	Lading der batterij.		verschil tusschen waarneming en berekening.
	waargenomen.	berekend.	
	q.		
0,2	10,25	9,97	- 0,28
0,4	13	13,53	+ 0,53
0,6	16,5	16,26	- 0,24
0,8	18,75	18,57	- 0,18
1,0	20,50	20,61	+ 0,11

Uit de laatste kolom blijkt dat het grootste verschil tusschen waarneming en berekening 0,5 vonk bedraagt en neemt men nu in aanmerking dat men bij het laden der batterij steeds eene fout zal maken die klimmen kan tot bijna 1 vonk, (daar het onmogelijk is op het oogenblik zelf dat de laatste vonk, waarmede men de batterij wil laden, in de maatflesch is overgesprongen, de verbinding tusschen machine en batterij te verbreken), dan kunnen wij zeggen dat de slagwijdten van de zijwaartsche ontlading functies zijn van 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> machten der lading van de batterij.

Aangezien Riess uit zijne waarnemingen meende te kunnen afleiden, dat de slagwijdte nagenoeg evenredig was aan de tweede macht der bijbehorende lading, heb ik eens nagegaan in hoeverre de eerste macht van  $q$  hier invloed uitoefent en kwam

door de, op de gewone wijze, uit de waarnemingen afgeleide vergelijking

$$x = 0,00233 q^2$$

of liever

$$q^2 = 420,6 x$$

tot de volgende reeks:

Slagwijdte v. d. zijw. ontl. x.	Lading der batterij.		Verskil tusschen waarneming en berekening.
	Waargenomen. q.	Berekend. q.	
0,2	10,25	9,2	- 1,05
0,4	13	12,97	- 0,03
0,6	16,5	15,88	- 0,62
0,8	18,75	18,34	- 0,41
1,0	20,5	20,58	+ 0,08

Vergelijken wij dit resultaat met het vorige dan zien we dat slechts in één geval het verschil tusschen waarneming en berekening meer dan eene vonk bedraagt; het verschil is echter zoo klein dat we gerustelijk kunnen aannemen, dat de slagwijdte der zijwaartsche ontlading evenredig is aan het vierkant der hoeveelheid electriciteit waarmede de batterij geladen is.

In alle gevallen die we nu behandeld hebben was de batterij dezelfde gebleven en dus bij verandering der lading ook de dichtheid der electriciteit veran-

derd; daar het zich liet vermoeden dat de slagwijdte alleen van de dichtheid zou afhangen ben ik op de volgende wijze te werk gegaan om dit te onderzoeken. Nadat ik voor eene zekere slagwijdte onderzocht had welke lading der batterij er noodig was om de zijwaartsche ontlading te voorschijn te roepen, verwijderde ik 1 flesch uit de batterij en onderzocht dan hetzelfde, zoo voortgaande totdat er van de 4 flesschen nog slechts 1 over was. Ziehier mijn resultaat:

Slagwijdte in m. M.	Aantal flesschen	Lading q.
x.	s.	q.
1	4	14,75
	3	11
	2	7,5
	1	4
0,2	4	7,5
	3	5,5
	2	3,75
	1	1,75

Van de onderstelling uitgaande dat de slagwijdte alleen van de tweede macht der dichtheid afhing, heb ik nagegaan in hoeverre ook hier waarneming en berekening overeenstemde. De vergel. die diende voor de berekening was:

$$x = 0,073 \left( \frac{q}{s} \right)^2$$

of

$$q = 3,7 s \sqrt{x}$$

waardoor ik vond:

Slagwijdte in m. M.	Aantal flesschen.	Lading.		Verschil tusschen waarneming en berekening.
		Waargenomen.	Berekend.	
x.	s.	q.		
1	4	14,75	14,8	— 0,05
	3	11	11,1	— 0,1
	2	7,50	7,4	+ 0,1
	1	4	3,7	+ 0,3
0,2	4	7,5	6,6	+ 0,9
	3	5,5	4,9	+ 0,6
	2	3,75	3,3	+ 0,45
	1	1,75	1,7	+ 0,05

Daar hier hetzelfde geldt als hetgeen boven gezegd is wat betreft de fouten die minder bedragen dan 1 vonk, zoo zijn ook hier waarneming en berekening in goede overeenstemming met elkander.

Ten einde de veranderingen na te gaan die de zijwaartsche ontlading kon ondergaan bij verschillende vertakkingen, zijdraden, enz. enz. was mijn voornemen de lading hetzelfde te laten voor de verschillende gevallen en de slagwijdte voor elk geval afzonderlijk te bepalen, door de knoppen van den

micrometer van afstand te doen veranderen. Deze methode bleek mij echter bij nader onderzoek zoo tijdroovend te zijn en vooral zoo weinig nauwkeurigheid aan te bieden, daar de kleine verschillen die ik soms moest waarnemen verloren gingen door de fout, begaan bij het instellen van den micrometer, dat ik besloot liever voor denzelfden afstand der knoppen de verschillende ladingen na te gaan, die in elk geval noodig waren om het verschijnsel te voorschijn te doen treden.

In de eerste plaats heb ik op die manier onderzocht welken invloed de lengte der vertakking op het verschijnsel had, en nam daartoe vertakkingen van 0,  $\frac{1}{4}$ , 1 en 2 M. lang en 2 en 0,15 m. M. dik: bij de vertakking 0 was de eene knop van den micrometer door een spiraal onmiddelijk aan den sluitdraad verbonden; de zijdraad was in dit geval steeds 2,5 M. lang en 1,5 m. M. dik.

Dikte der vertakking in m. M.	Lengte der vertakking in Meters-	Slagwijdte in m. M.	Lading.
2	0	0,2	4
		0,6	6
		1,0	7,5
	0,25	0,2	4,25
		0,6	6
		1,0	7,75
		0,2	4,75
	1,00	0,6	6,75
		1,0	8
		0,2	4,75
0,6		7	
0,15	0	1,0	8,50
		0,2	4,25
		0,6	6
	0,25	1,0	7,5
		0,2	5
		0,6	6,5
		1,0	7,75
	1,00	0,2	6,25
		0,6	8
		1,0	9,25

Uit deze kolom blijkt dat, bij toenemende lengte der vertakking, de lading die noodig is om zijwaartsche ontlading te doen ontstaan, eene zwakke vermeerdering moet ondergaan, hetgeen bij zeer dunne draden echter beter uitkomt dan bij dikkere.

De verlenging van den zijdraad bleek mij ook invloed uit te oefenen op het verschijnsel, en wel een beter merkbaaren dan de verlenging der vertak-



king. Gedurende deze proef was de vertakking 0,25 M. lang en 1,5 m. M. dik.

Lengte zijdraad in Meters.	Slagwijdte in m. M.	Lading.
4	0,2	5,25
	0,6	8,50
	1,0	11
2	0,2	5,50
	0,6	8
	1,0	11
1	0,2	6,50
	0,6	9,50
	1,0	12
0,25	0,2	9,25
	0,6	12,5
	1,0	15,5

Naar mate de zijdraad langer is heeft men dus eene zwakkere lading noodig om eene vonk in den micrometer te verkrijgen, totdat de lengte een zeker punt bereikt heeft, van waar af de verlenging geen invloed meer schijnt uit te oefenen. Het verschil toch dat er bestaat wanneer men een' draad van 2 of van 4 Meters neemt is niet meer merkbaar. Zijdraden van dezelfde lengte maar andere dikte gedroegen zich even als de beschrevene; naar mate de draden dunner waren was echter het voorkomen der vonk veel zwakker.

Een zeer merkbaren invloed op het verschijnsel had de verandering van de plaats waar de klem-schroef werd vastgemaakt, die diende om de vertakking met den sluitdraad te verbinden. Ten einde de plaats van aanhechting op te geven zal ik steeds aangeven hoe ver het punt van den knop van den ontlander verwijderd was: bij deze proeven was de vertakking 0,25 M. lang en 1,5 m. M. dik en de zijdraad 2,5 M. lang en 1,5 m. M. dik.

Afstand van den knop tot de aanhechtingsplaats in Meters.	Slagwijdte in m. M.	Lading.
1	0,2	4
	0,6	6
	1,0	7,5
2,25	0,2	8
	0,6	10,5
	1,0	12
3,25	0,2	9
	0,6	12,5
	1,0	15
6,75	0,2	13,5
	0,6	16
	1,0	18,75

Naar mate de afstanden grooter werden veranderde ook de stand van den micrometer ten opzichte van batterij en machine, maar er was ge-

zorgd dat deze beide geen invloed konden uitoefenen, door tusschenplaatsing van metalen schermen die met de aarde in goed geleidende verbinding stonden. Uit deze reeks nu blijkt ten duidelijkste dat men grootere ladingen noodig heeft om de zijwaartsche ontlading te verkrijgen, naar mate men zich van het binnenbekselsel der batterij verwijderd, een resultaat dat ons reeds dadelijk doet zien dat de stroom die door de vertakking en de zijdraad gaat, geen gewone inductiestroom kan zijn, te voorschijn geroepen door den stroom in den sluitdraad, daar in dat geval het punt van aanhechting der vertakking geen verschil zou kunnen geven en de stroom in vertakking en zijdraad op elke plaats even sterk zou moeten zijn.

---

1. Die Aufgabe der Kunst ist es, das Leben in seiner  
 2. Wirklichkeit darzustellen und die Menschen zu  
 3. einem bessern Verständnis der Welt zu bringen.  
 4. Die Kunst ist eine Spiegelbild der Gesellschaft,  
 5. die sie schafft. Sie zeigt die Stärken und  
 6. Schwächen der Menschheit. Die Kunst ist ein  
 7. Mittel, um die Menschen zu erheitern und  
 8. zu trösten. Sie ist ein Mittel, um die  
 9. Menschen zu erheitern und zu trösten. Sie  
 10. ist ein Mittel, um die Menschen zu erheitern  
 11. und zu trösten. Sie ist ein Mittel, um die  
 12. Menschen zu erheitern und zu trösten. Sie  
 13. ist ein Mittel, um die Menschen zu erheitern  
 14. und zu trösten. Sie ist ein Mittel, um die  
 15. Menschen zu erheitern und zu trösten. Sie  
 16. ist ein Mittel, um die Menschen zu erheitern  
 17. und zu trösten. Sie ist ein Mittel, um die  
 18. Menschen zu erheitern und zu trösten. Sie  
 19. ist ein Mittel, um die Menschen zu erheitern  
 20. und zu trösten. Sie ist ein Mittel, um die  
 21. Menschen zu erheitern und zu trösten. Sie  
 22. ist ein Mittel, um die Menschen zu erheitern  
 23. und zu trösten. Sie ist ein Mittel, um die  
 24. Menschen zu erheitern und zu trösten. Sie  
 25. ist ein Mittel, um die Menschen zu erheitern  
 26. und zu trösten. Sie ist ein Mittel, um die  
 27. Menschen zu erheitern und zu trösten. Sie  
 28. ist ein Mittel, um die Menschen zu erheitern  
 29. und zu trösten. Sie ist ein Mittel, um die  
 30. Menschen zu erheitern und zu trösten. Sie

## STELLINGEN.

---

### I.

Geheel ten onrechte beweert Riess dat door de zijwaartsche ontlading de zijdraad gelijknamig geladen wordt met het binnenbekselsel der batterij.

### II.

De bewering van Saxtorph dat de oorzaak van de zijdelingsche ontlading alleen te zoeken is in onvolkomen afleiding naar den grond, is onjuist.

### III.

Our ideas are very crude as to the precise nature of the change which the motion of heat must undergo, in order to appear as electricity; in faith we know, as yet, nothing about it. (Tyndall.)

## IV.

In het algemeen kan geen arbeidsvermogen verloren gaan of gewonnen worden, maar wel met betrekking tot onze planeet.

## V.

De luchtthermometer is de eenige goede thermometer.

## VI.

Het is onmogelijk, door middel van de zoogenaamde hardheidsschaal bij de mineralen, tot nauwkeurige resultaten te geraken.

## VII.

De theorie van Mohr omtrent het ontstaan der steenkolen is onjuist.

## VIII.

Het gebruiken van modellen bij het onderwijs in de stereometrie moet zooveel mogelijk vermeden worden.

## IX.

De naam »onbepaald vraagstuk» is af te keuren.

## X.

Het is nuttig bij het onderwijs zooveel mogelijk bewijzen uit het ongerijmde te vermijden.

## XI.

Een volkomen vacuum kan niet verkregen worden.

## XII.

De stikstof oefent geene werking uit bij de bereiding van staal en smeedijzer.

## XIII.

Het is hoogst waarschijnlijk dat de planten al het koolzuur dat zij noodig hebben uit de lucht verkrijgen.

## XIV.

Door de laatste onderzoekingen is de abiogenesis volstrekt nog niet bewezen.

## XV.

Er is nog geen voldoende bewijs geleverd dat er een weêrstandbiedend medium van zoodanige dichtheid bestaat, dat zijn uitwerking op de kometen door ons kan waargenomen worden.

## XVI.

Bij de instrumenten die voorzien zijn van cirkels, welke dienen tot het meten van hoeken, wordt, door het aanwenden van grootere cirkels, de nauwkeurigheid waarmede men kan meten, niet altijd vergroot.

## XVII.

Un instrument qui crie est un instrument qui se plaint. (Biot.)









