

OVER DEN RHÉ-ELEKTROMETER

VAN M. MELSENS.

DOOR

Mr. J. A. VAN EIJK.

In den jaargang 1873 van dit maandschrift heb ik, op bl. 353, eene uitvoerige beschrijving gegeven van een merkwaardig geval van opgaanden bliksemstraal, voor eenige jaren in het station van den spoorweg te Antwerpen waargenomen, waarvan ik de bijzonderheden mondeling mocht vernemen van den Hr. M. MELSENS, hoogleeraar in de schei- en natuurkunde aan de Veeartsenijschool te Brussel, en lid van de Akademie van Wetenschappen aldaar.

Bij die gelegenheid besprak ik met genoemden heer de wenschelijkheid van een eenvoudigen toestel om de richting van den elektrischen stroom bij bliksemstralen aan te duiden, dewijl er naar mijn bescheiden meening veel meer gevallen van zoogenaamde opgaande bliksems plaats grijpen, dan men vermeld vindt. In het begin van het jaar 1877 had ik weder het genoegen dien geleerde te ontmoeten en te vernemen dat door hem een klein eenvoudig werktuigje, onder den naam van Rhé-électromètre, was uitgedacht, waardoor men met zekerheid de richting der elektriciteit bij een bliksemslag, als ook de richting der elektrische aardstroomen in het algemeen, kan leeren kennen.

Ik vlei mij den lezers van het Album der Natuur geen ondiens te doen door eene beschrijving met afbeeldingen van het bedoelde werk-

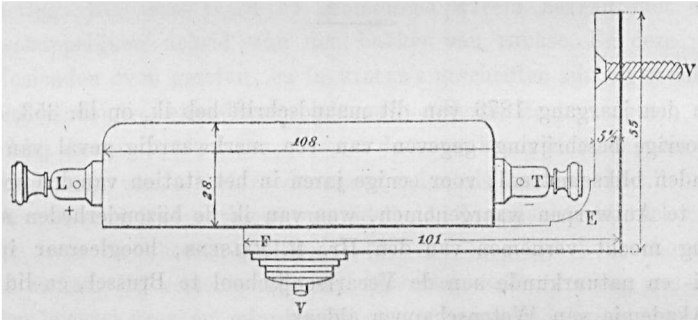
tuigje te geven, vergezeld van eenige waarnemingen, daarmede op verschillende telegraafstations in België gedaan.

De rhé-elektrometer (stroom-elektrometer) bestaat uit een ronde mahonyhouten doos met eene middellijn van 108 mm. buitenwerks, hoog 28 mm. De doos is van binnen tot eene diepte van 10 mm. uitgehold met een middellijn van 96 mm. en vervolgens tot den bodem toe met een middellijn van 87 mm.

De hierbij gevoegde afbeeldingen stellen de halve natuurlijke grootte voor; de cijfers geven de afmetingen in millimeters aan.

De doos (zie fig. 1) wordt door eene schroef met moer op eene geelkoperen strook E bevestigd, en kan daarop om haar middelpunt in den vereischten stand gedraaid worden. De koperen strook is aan het vrije einde rechthoekig omgebogen, om het werktuigje daarmede door een paar schroeven tegen een staanden wand te kunnen bevestigen. De doos zelve is dus in eenen horizontalen stand geplaatst.

Fig. 1.



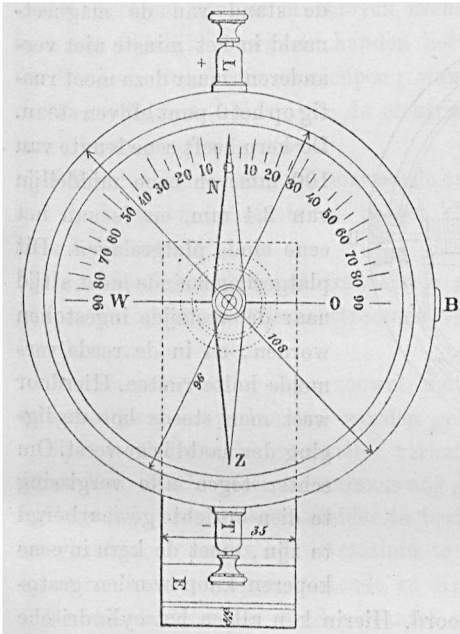
In de doos zijn, zooals de afbeeldingen (fig. 1 en 2) aantoonen, twee tegenover elkander staande koperen knoppen met klemschroeven L en T aangebracht ter opneming van de geleiders. Rechthoekig op de as tusschen beide knoppen ligt op den bodem der doos een dunne holle cylinder van eboniet (zie fig. 3), met eene middellijn van 8 mm., omwonden met 48 windingen van goed geïsoleerd koperdraad, van 1,25 mm. dikte, de isoleerende bekleding niet medegerekend. Deze koperen draad heeft met de uiteinden, die, zoo als fig. 3 aanwijst, met de vroeger vermelde knoppen zijn verbonden, in het geheel eene lengte van 1,25 m. Ter

¹ De beschrijving en vermelde waarnemingen zijn ontleend aan de *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 2e Série, t. XLIII, No. 5. Mai 1877.

halve lengte, alzoo in het midden van de doos, is een blokje, in welks middelpunt eene stift is bevestigd, waarop eene magneetnaald moet draaijen.

De magneetnaald kan zich vrijelijk in het horizontale vlak bewegen

Fig. 2.



boven eene papieren schijf, die op een dun koperen plaatje geplakt is, welk op de verdikking of borst in de doos ongeveer ter halver hoogte steunt. De papieren schijf is, zoo als fig. 2 aanwijst, in graden verdeeld. De verdeeling is tot de helft van den omtrek beperkt, omdat alleen de graden door de punt N aangegeven in aanmerking komen.

De papieren schaal moet zóó worden geplaatst dat het 0-punt juist over het midden van de koperen knop L ligt. Op het papier is eene magneetnaald afgebeeld (zie fig. 2) om den juistten stand aan te wijzen.

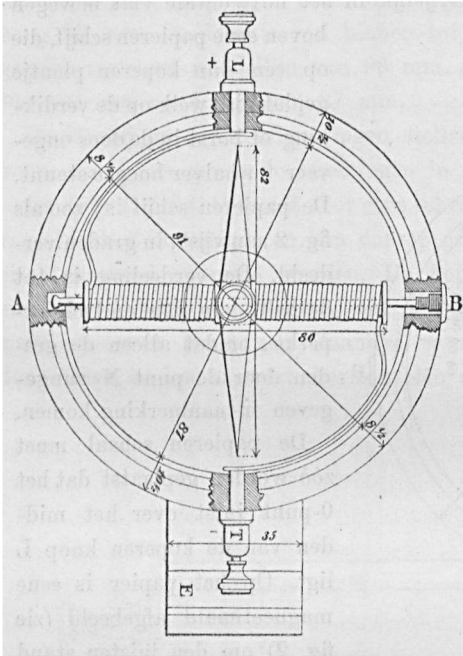
Bij de plaatsing moet de doos gedraaid worden, totdat de geblauwde punt van de magneetnaald juist zoo als in de afbeelding ligt, en alzoo samenvalt met het nulpunt der graadverdeeling. Men is dan verzekerd dat de magneetnaald en het omwonden kokertje eenen rechten hoek met elkander vormen. (Zie fig. 3.)

De doos is van boven, ter beschutting van de naald tegen luchtstroomingen, met een glas gedekt, dat in eene sponning sluit.

De afbeelding 3 stelt de inrichting van binnen voor, zooals die zich voordoet als de papieren schaal is weggenomen. In den wand bij B, dat is aan de oostzijde der graadverdeeling, is eene opening gemaakt. Aan de tegenovergestelde zijde bij A is slechts eene kleine holte in den binnenwand geboord. Het midden dezer holte zoowel als dat van de opening bij B komen juist overeen met het midden van het

ebonieten kokertje, zoodat een ijzer- of staaldraad er door heen kan gestoken worden. Het ijzer of staaldraad moet volkomen vrij van eenig magnetismus zijn. Bij het insteken van den draad, door

Fig. 3.



MELSENS kern genoemd, mag de stand van de magneetnaald in het minste niet veranderen, maar deze moet rustig op het 0-punt blijven staan. De kern heeft eene lengte van 100 mm. en eene middellijn van 2,4 mm. en is aan het eene einde platgeslagen. Dit platgeslagen einde moet altijd naar de westzijde ingestoken worden, en in de reeds vermelde holte rusten. Hierdoor weet men steeds hoe de ligging der naald is geweest. Om echter tegen alle vergissing te dien opzichte gewaarborgd te zijn, moet de kern in eene koperen knop worden gesto-

ken, waarin een gaatje is geboord. Hierin kan alleen het cilindrische gedeelte der naald geschoven worden, en niet het platgeslagen einde. Deze knop dient tevens om de opening in den wand te sluiten.

Men moet eenen voorraad van die kernen hebben, waartoe breinaalden zeer goed kunnen dienen, mits men zorg drage, als zij magnetisch zijn, zulks door uitgloeien te vernietigen.

De ebonieten cylinder is in die richting omwonden, dat, als men den knop L met de positieve pool en den knop T met de negatieve pool eener galvanische cel verbindt, de blauwe punt, d. i. de naar het noorden wijzende, van de magneetnaald naar het oosten wordt gekeerd: d. i. naar het uiteinde van de kern te dier plaatse wordt aangetrokken, omdat het ongelijknamig met de blauwe punt der naald is gemagnetiseerd. Door de richting van den stroom om te keeren, vindt natuurlijk het tegengestelde verschijnsel plaats. De toestel geeft dus de richting van den stroom te kennen, waardoor de kern gemagnetiseerd werd.

In plaats van een voortdurenden galvanischen stroom kan ter proefneming gebruik worden gemaakt van de wrijvingslektriciteit, alsmede van geïnduceerde stroomen. Door sterke elektrische stroomen wordt de naald op 90° O. of 90° W. getrokken, zoolang de kern van het draadklosje blijft liggen.

Het bezigen van de beschreven kernen levert het voordeel op, dat men het feitelijke bewijs in handen heeft in welke richting de stroom de draadwinding heeft doorloopen; want de stukjes stalen breinaalden daartoe gebezigd, blijven, als de elektrische stroom eenigszins krachtig was, jaren lang magnetisch.

Het is daarom eene hoofdvoorwaarde om juiste resultaten te verkrijgen, dat de kern bij het insteken in het klosje geen spoor van magnetismus aanbiedt.

De afstand tusschen het draadklosje en de magneetnaald is zeer klein genomen, opdat elektrische stroomen van geringe sterkte daarop zouden kunnen inwerken.

De rhé-elektrometer kan zoowel met een bliksemafleider, als met telegraaflijnen in verbinding worden gebracht.

Bij het schrijven der voormelde verhandeling in de Bulletins de l'Académie had de Hoogleraar MELSSENS nog geene gelegenheid gehad, het toestelletje bij eenen bliksemafleider te bezigen, maar wel bij verschillende telegraaflijnen, zooals op de stations te Leuven, Mechelen, Antwerpen Landen, Aalst, Brugge, Ostende en Kortrijk.

De rhé-elektrometer werd geplaatst op de aardlijn voor de aard- of grondplaat, en stelde dus de verbinding daar tusschen den El. stroom der galvanische batterij, als deze de telegraaflijn, seintoestellen enz. had doorloopen, en den grond. Bij het seinen doorloopt de galvanische stroom steeds de draadwinding van den rhé-elektrometer, maar kan op den stand der naald alleen een zeer geringen invloed uitoefenen als slechts van één station wordt geseind. Bij heen en weder seinen tusschen de stations wordt de inwerking op de naald vernietigd, omdat de richting der stroomen tegenovergesteld is. Zelfs in het eerste geval ontstaat er geen blijvend magnetismus.

Als daarentegen eene krachtiger tijdelijke of voortdurende ontlading door den rhé-elektrometer plaats grijpt, wordt de magneetnaald gewoonlijk naar het oosten of westen geworpen, en blijft meerendeels na eenige schommelingen op 90° O. of W. staan, zoolang de kern niet is weggenomen. Dit verschijnsel is waargenomen, ofschoon in de

nabijheid van het station geen enkel teeken van elektriciteit werd bespeurd, noch eenige kennisgeving ontvangen was van eene donderbui in de verte.

Bij het plaatsen wordt de koperen knop L met de luchtgeleiding of draadlijn, en de knop T met de grondgeleiding verbonden. Hiervan is het gevolg dat, als de blaauwe punt naar het oosten wordt gedreven, de positieve elektriciteit van de draadgeleiding naar de aarde gaat, maar omgekeerd, als de naald naar het westen wordt getrokken, de positieve pool in de aarde aanwezig is. Dewijl de stroom van de positieve pool uitgaat, kan men op deze wijze gewaar worden, of, ingeval van een bliksemslag, de positieve elektriciteit uit de wolken naar de aarde, of omgekeerd uit de aarde naar de wolken is geschoten; met andere woorden of het een *nederdalende* of *opgaande* bliksem was.

In den zomer van 1875 werd door het bestuur der telegrafien in België eene instructie voor de telegrafisten der bovengenoemde stations vastgesteld, waarnaar zij zich met het behandelen van den rhé-elektrometer en het doen der waarnemingen moesten gedragen.

Omtrent die waarnemingen werd door den ingenieur BANNEUX in 1876 een zeer uitgebreid verslag gegeven, waaruit ik hier eenige mededeelingen laat volgen.

Eerstelijk blijkt daaruit, dat de magneetnaald door den invloed eener ver verwijderde donderbui zeer sterk kan worden aangedaan. Zoo toonde b.v. op 19 Juni 1875 de naald te Leuven, ofschoon er geen spoor van onweder aanwezig was, eene afwijking van 85° ten oosten door eene donderbui te Beverloo, op ongeveer 40 kilometers van Leuven gelegen. Vervolgens: dat hagelbuien steeds vergezeld zijn van eene krachtige vrije elektriciteit. ¹ Zoo werd te Mechelen, op 2 Maart 1876, de naald ten gevolge eener zware hagelbui met sterken wind naar het oosten geworpen, ofschoon er niets van eene donderbui noch op die plaats noch in de verte werd bespeurd.

Een daarmede gelijkstaand verschijnsel werd te Antwerpen, op 7 December 1875, waargenomen bij het invallen van een strenge vorst, nadat het eenige dagen gesneeuwd had. Bij dergelijke gevallen is het

¹ Belangrijke mededeelingen hieromtrent kan men vinden in het "Notice sur le tonnerre par Arago. Annuaire 1838," en in "l'Atmosphère, par Camille Flammarion, Paris 1873, p. 664 et suiv.

ontwikkelde magnetismus in de kern zeer zwak, en levert geen grooter afwijking dan 30° oostelijk of westelijk, terwijl door de inwerking eener donderbui, hetzij in de onmiddellijke nabijheid of in de verte, de naald op 90° oostelijk of westelijk wordt gedreven.

Ten slotte leert de rhé-elektrometer dat de elektriciteit der aarde meermalen bij het vallen eener donderbui van teeken kan veranderen, d. i. negatief of positief worden.

Bewijzen daarvan vindt men o. a. in eene waarneming te Leuven. Gedurende een zwak onweder op die plaats schommelde de naald tusschen 3 en 4 graden in oostelijke en westelijke richting. Tien minuten na het einde der bui werd de magneetnaald plotseling op 87° W. geworpen. Men merkte daarbij op, dat tegelijk het isoleerend papier van den bliksemafleider was doorboord op de lijn in de richting van Antwerpen. De aarde was in dit geval positief geëlektriseerd.

Dat die toestand geruimen tijd kan duren, leert ons eene waarneming te Mechelen. De naald week 85° westelijk af des namiddags ten 12 u. 45 m. Des avonds ten 8 u. 50 m. brak het onweder boven die stad los, waarbij de naald denzelfden stand behield. De richting van den elektrischen stroom toonde aan, dat de aarde positief elektrisch was gebleven. Zeer snel kan de wisseling der ongelijknamige elektriciteiten plaats grijpen. Op 1^o Juli 1875 werd te Leuven, bij een onweder in de richting van Namen, de afwijking van de magneetnaald ten 8 u. 25 m. v. m. 80° oostelijk waargenomen. *Twee* minuten later werd de naald op 85° westelijk geworpen, en tevens bespeurde men dat het isoleerend papier van de bliksemafleiders op de lijnen naar Namen licht was doorboord.

Veeltijds heeft men te Brugge, Mechelen en andere plaatsen waargenomen dat de naald afwisselend bij iederen opvolgenden bliksemstraal van het Oosten naar het Westen werd geworpen. Te Brugge werd op 18 Juli 1875 gedurende een onweder dat van 3 u. 45 m. nm. tot 5 u. 55 m. aanhield, de magneetnaald tien malen naar het oosten en twaalfmaal naar het westen gedreven.

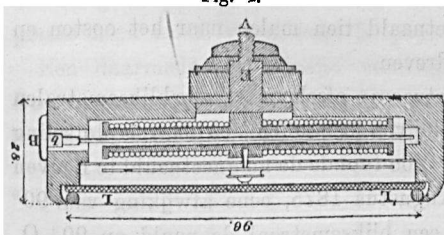
Soms ook kan de elektrische stroom, ofschoon er vele bliksemstralen voortschieten, dezelfde richting blijven behouden, en daarna plotseling herhaaldelijk omgekeerd worden. Zoo toonde de magneetnaald te Leuven bij stormachtig weder, op 12 Augustus 1875, eene afwijking van 90° W. Ten 8 u. 14 m. v. m. deed een bliksemstraal de naald op 90° O. wijken. Bij toenemende hevigheid van het onweder, wierp een zware bliksemstraal de naald weder op 90° W. ten 8 u. 26 m.

Niettegenstaande er vele bliksemstralen schitterden, bleef de naald dien stand behouden tot 9 u. 15 m., toen een zware bliksemslag de naald op 90° O. wierp.

Bij zware onweders is het noodzakelijk te onderzoeken of de magneetnaald haren oorspronkelijken magnetischen toestand heeft behouden, want de ondervinding heeft geleerd, dat het magnetismus verzwakt kan zijn, dat er volgpunten kunnen ontstaan, en de polen der magneetnaald omgekeerd worden. Men moet er dus wel acht op geven dat de magneetnaald, na het uitlichten van den kern, op het nulpunt terugkeert, en, zoo niet, die verwisselen of verbeteren.

Uit het bovenvermelde blijkt, dunkt mij, dat de rhé-elektrometer van Prof. MELSENS duidelijk de richting der elektriciteit tusschen de aarde en de wolken aantoonde en onze kennis der meteorologische verschijnsels, die zich vóór of bij onweersbuien openbaren, in het algemeen kan vermeerderen. Zooals boven reeds is aangemerkt, was het toestelletje bij het uitbrengen van het verslag nog niet onmiddellijk in verbinding gebracht met eenen gewonen bliksemafleider. Het komt mij voor, dat zulks gevoegelijk kan geschieden door den rhé-elektrometer eenerzijds met den geleider bij den grond in verbinding te brengen en ter andere zijde in verband te brengen met den afleider *in* den grond. Hierdoor blijft de afleider in zijn geheel, en ontvangt de draadklos slechts een gedeelte, als afgeleide stroom, van de elektriciteit, die den afleider als hoofdgeleider doorloopt. Anders zoude er groot gevaar bestaan dat het werktuigje door een bliksemstraal vernield werd. Bij de verbinding met de telegraaflijnen bestaat dit gevaar niet, omdat deze door hunne afleiders de grootste hoeveelheid der elektriciteit afvoeren.

De geheele inwendige inrichting van den rhé-elektrometer wordt in nevensstaande figuur No. 4, in doorsnede voorgesteld.



De toestelletjes worden volgens de opgaven van den hoogleeraar MELSENS vervaardigd door den Heer DE VOS te Brussel, werktuigkundige bij de telegraafdienst in België, en

kosten weinig geld, zoodat de prijs geen bezwaar tegen de aanwending kan opleveren.

N A S C H R I F T.

Nadat ik kennis had gekregen van de uitkomsten in België met den rhé-elektrometer van Prof. MELSSENS, trad ik in overleg met mijnen geachten vriend den heer D. H. C. KISTEMAKER, een welbekend liefhebber der natuurkunde alhier, om ook hier ter stede eenige waarnemingen met deze werktuigen te bewerkstelligen. Ten gevolge daarvan kwamen de volgende inrichtingen tot stand. Het huis door genoemden heer op de Heerengracht bewoond, heeft een tuin, lang 25 m. tusschen het woonhuis, dat 25 m. en het tuinhuis, dat 4 m. is. Van den top van het huis tot den top van het tuinhuis werd een matig dikke koperdraad gespannen, waarvan het eene uiteinde langs het huis geïsoleerd met de duinwaterleiding werd verbonden, terwijl het andere einde langs het tuinhuis geïsoleerd werd gehecht aan eene in den grond gegraven koperen plaat. Op den zolder van het huis werd een rhé-elektrometer in de keten geschakeld, met de voorzorgen en wijze hierboven beschreven. De aardgeleiding voltooide de sluiting der keten.

Hiermede zijn de volgende uitkomsten verkregen.

Op 11 Mei 1878, ten 11 u. 15 m. vm., werd bij een donderslag de *blauwe* of noordpunt 20° *oostwaarts* afgedreven.

Op 21 Mei ten 6 u. 10 m. nm. werd de *blauwe* punt tijdens een donderbui met hagel 48° *westwaarts* geworpen.

Op 19 Juni, ten 3 u. nm. waren *twee*, in stede van één, elektrometers in de keten gebracht. De *blauwe* punten der naalden werden tijdens een onweder ten 7 u. nm. 90° *westwaarts* gedreven. De ijzeren staafjes waren vrij sterk gemagnetiseerd.

Tien minuten later werd de naald naar het *oosten* geworpen op 90° *oostelijke* afwijking; ten 7 u. 45 m. nm. werden de naalden weder op 90° *westwaarts* teruggebracht. Een andere bliksemstraal dreef ze beiden 12 minuten later 20° ten *oosten*.

Op denzelfden avond ongeveer ten 9 u. werd de stand der naalden weder 35° *westelijke* afwijking.

Op 17 September daaraanvolgende, wezen beide naalden tijdens de storm en regenvlagen gedurende den nacht eene afwijking van ongeveer 5° ten *oosten* aan.

Op 19 September, des avonds ten 8 u. 10 m., werden beide naalden, door twee hevige bliksemstralen op 90° *oostelijke* afwijking gebracht.

Op 30 September werden beide naalden tijdens twee ver verwijderde donderslagen en een hevigen regen op 8° *westelijke* afwijking gebracht. Ten zelfden dage, ten 3 u. nm., werd de stand tijdens eene zware hagelbui voor de eene naald 15° *oostelijk* en voor de ander slechts 5° *oostelijk*.

Op 23 October werd de stand van beide rhé-elektrometers des ochtends vroeg bevonden, eene afwijking van 5° *westelijk* te zijn. Het had des nachts zwaar gestormd en geregend.

Ten 5 u. 15 m. nm. brachten eenige donderslagen, de naalden tot eene afwijking van 85° *oostelijk*. De ijzeren staaftjes waren zwak gemagnetiseerd.

Op 28 October werd, des avonds ten 11 u. 30 m., tijdens een onweder met hagel- en regenvlagen, de naald van den eenen elektrometer op 87° *westelijke* afwijking gebracht, en van den anderen slechts op 25° derzelfde afwijking. Het ijzerkörtje van den eersten was vrij sterk, dat van den tweeden zeer zwak gemagnetiseerd.

Hierin ligt de reden van de verschillende afwijkingen der beide onderling verbonden rhé-elektrometers. Hoezeer goed uitgegloeid, blijft het eene stukje ijzerdraad gevoeliger dan een ander voor de zwakke inductie van de draadbundels. Als beider afwijking gelijk is, kan men van eene sterke inductie verzekerd zijn.

Dewijl ik het van belang achtte dergelijke waarnemingen te bewerkstelligen met eenen rhé-elektrometer in verbinding gebracht met eenen bliksemafleider, werd daaraan op de volgende wijze gevolg gegeven.

Op de nok van een graanpakhuis, hoog 11 m. boven den grond, staat een ijzeren stang lang 2 m., van een platina spits voorzien. Deze stang is verbonden met een ijzeren geleider langs den muur van het gebouw geplaatst, en eindigende in de stadsgracht op $2\frac{1}{2}$ m. afstands van het gebouw gelegen.

Een raam in de nabijheid van den geleider gaf gelegenheid, om twee geïsoleerde draden, op 2 m. afstand boven elkander met den geleider zorgvuldig in geleidend verband gebracht, naar binnen op den zolder te brengen en de uiteinden met een elektrometer te verbinden. Ik koos een afgeleiden stroom, om den afleider in zijn geheel te laten.

Wegens mijne langdurige afwezigheid uit Amsterdam en eene ongesteldheid van den heer K., hebben wij tot heden slechts ééne waarneming kunnen bewerkstelligen, op 19 Juni ll., waarbij tijdens het onweder

hierboven vermeld, eene afwijking van 90° *oostelijk* werd gevonden, en zwakke magnetiseering van het ijzeren staafje.

Uit bovenstaande opgaven blijkt hoe veelvuldig en snel de elektrische toestand van aarde en lucht kan veranderen, en dat opgaande bliksemstralen, die de blauwe punt der naald naar het *westen* drijven, in geenen deele zeldzaam zijn.