IETS OVER VUURBOLLEN IN HET ALGEMEEN EN DIEN VAN DEN 4 MAART IN HET BIJZONDER;

DOOR

F. W. C. KRECKE.

Op den 4 Maart j.l., des avonds omstreeks 6 uur 55 minuten, vertoonde zich aan den hemel een vuurbol van eene ongewone helderheid, die in weinige oogenblikken een groot gedeelte van het zigtbare hemelgewelf doorliep en met een' geweldigen slag vaneen barstte. Hij werd door ons geheele land, in België, Westphalen en zelfs in Engeland gezien. Wij willen niet trachten den zoo hoogst verschillenden indruk te schetsen of te raden, dien dit prachtige natuurverschijnsel op de duizenden van menschen maakte, die het min of meer naauwkeurig konden waarnemen, noch gewagen van de niet minder uiteenloopende gissingen, die velen aangaande den oorsprong en het wezen daarvan maakten. Ofschoon die indruk nog versch in het geheugen ligt, zal het misschien niet overtollig zijn hier te vermelden, dat sommige personen, door den glans van het onverwachte verschijnsel verrast, in onmagt vielen en zelfs, zooals de dagbladen vermeldden, eene vrouw door den schrik gestorven is; dat de een meende, dat de maan in tweeën was gesprongen, een ander, dat de duivel op een paard met vurigen staart door de lucht reed en dergelijke meer.

Wij zouden gaarne aan het billijk verlangen der lezers van dit Album voldoen, die ter bevrediging van hunne weetgierigheid of tot uitbreiding hunner kennis hier eene naauwkeurige uiteenzetting van den oorsprong, aard, loop en einde van deze verschijnselen zouden zien. Om echter teleurstelling te voorkomen, moeten wij echter reeds vooraf mededeelen, dat onze kennis dienaangaande nog zeer onvolkomen is en dat er dus een aantal van vragen onbeantwoord moet blijven.

Reeds sedert de vroegste tijden heeft men de vuurbollen kunnen

waarnemen, daarover veronderstellingen maken, deze aan de waarnemingen en de bekende waarheden toetsen en daaruit eenige uitkomsten afgeleid, die wel is waar niet boven allen twijfel verheven zijn, maar toch zeer veel waarschijnlijkheid voor zich hebben. Eene uiteenzetting daarvan willen wij hier beproeven.

Ofschoon vuurbollen zich zeer verschillend van glans en grootte vertoonen en de omstandigheden, die hunne verschijning vergezellen, zeer onderscheiden zijn, doen zij zich in het algemeen op de volgende wijze voor.

Er verschijnt een lichtend punt aan den hemel, zooals bij eene dusgenoemde vallende of verschietende ster, of een klein, licht en als ontvlammend wolkje, of wel een of meer evenwijdige lichtstrepen, waaruit zich weldra een lichtend ligchaam vormt. Dit ligchaam beweegt zich met groote snelheid, soms langs eene regtlijnige of eenigzins gebogene baan, soms als het ware met sprongen; het wordt grooter en vormt een vurigen bol, die vlammen, rook en vonken uitwerpt. Deze vuurbol heeft meestal een staart, die aan de achterzijde spits uitloopt en als in rook of damp schijnt te eindigen. Somtijds bestaat die staart uit afzonderlijke deelen, die kleinere vuurbollen vormen. In vele gevallen verdwijnt het verschijnsel, zonder eenig spoor achter te laten, in andere laat het eene lichtende streep na, die nog gedurende eenige seconden zigtbaar blijft. De kleur van de vuurbollen is zeer verschillend; men vindt roode, blaauwe en witte vermeld en in de onderscheidene deelen zijn meestal verschillende kleuren. Het licht, dat zij verspreiden, verschilt mede aanmerkelijk; van sommigen wordt het met dat van de planeten Venus of Jupiter vergeleken, van andere bij dat der volle maan, terwijl er ook bij dag zijn gezien, die zulk een sterk licht verspreidden, dat de voorwerpen zelfs in den zonneschijn nog schaduw wierpen, zoodat hun licht met dat der zon eenigermate te vergelijken was. In eenige gevallen barst de vuurbol vaneen met een sterken knal, die door sommigen met den donder, door anderen met het rijden van een spoortrein over eene brug of met het instorten van gebouwen wordt vergeleken, zoodat de grond daarvan dreunt. Daarbij vallen dan de stoffen, die zich niet als rook of damp in de lucht hebben verbreid, als steen- of ijzer-

massa's neder. Soms valt er, naar het schijnt, slechts eene enkele massa neder, soms vallen er daarentegen honderden, ja duizenden van steenen, die te zamen eene aanzienlijke massa uitmaken. De aldus nedergevallen massa's bevatten geene ons vreemde stoffen, dat is geene zoodanige, die niet reeds op aarde bekend zijn. Zoowel de vorm als de verhouding van de bestanddeelen dezer aërolithen of meteoorsteenen is verschillend van die van alle andere mineralen, zoodat zij daardoor vrij gemakkelijk van andere steenen zijn te onderscheiden. Meermalen schijnen deze meteoren als stof of in anderen vorm te zijn nedergevallen. De schijnbare grootte, waaronder de vuurbollen zich vertoonen, verschilt niet minder dan hun licht. Nu eens hebben zij eene middellijn van geringe afmeting, dan eens is die als $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ der maan, soms zoo groot als die der maan, naarmate van den afstand des waarnemers.

Op de hier beschrevene wijze vertoonen zich in het algemeen de vuurbollen. — Uit de enkele waarneming laat zich weinig meer dienaangaande afleiden. Wat wij verder daarvan weten is drieërlei, en wel vooreerst datgene wat wij met zekerheid kennen; ten tweede wat wij binnen bepaalde grenzen daarvan weten en ten derde wat wij als waarschijnlijk kunnen achten. De volgende beschouwingen zullen dit nader toelichten.

Letten wij in de eerste plaats op den weg, dien deze ligchamen doorloopen gedurende den tijd dat zij zigtbaar zijn. Daar het stoffelijke voorwerpen zijn, zooals door het nedervallen van een groot aantal bewezen is, moeten zij ook aan de wetten der aantrekkings- of zwaartekracht gehoorzamen. Indien zij vóór hunne zigtbaarheid in de ruimte rondzweefden, wordt de baan die zij doorloopen gestoord, wanneer zij tot de aarde naderen, en die storing kan zoodanig zijn, dat zij op onze planeet nederstorten. Indien het nu mogelijk ware om de baan, die een vuurbol gedurende den tijd van zijne zigtbaarheid doorloopt, met naauwkeurigheid te bepalen, dan zouden daaruit ook gevolgen aangaande zijnen vroegeren loop kunnen worden afgeleid. Wegens het onverwachte van het verschijnsel, en vooral om de groote snelheid van zijne schijnbare beweging, is dit echter niet mogelijk en men moet zich dus met weinig naauwkeurige bepalingen dienaangaande

tevreden stellen. Om echter een denkbeeld te geven van de wijze, waarop zoodanige baan kan worden bepaald, willen wij een voorbeeld nemen. Stellen wij, dat er een vuurbol van het Noorden naar het Zuiden over ons land trok, dat hij langs eene regte lijn zich voortbewoog en uit eene aanzienlijke hoogte allengs tot de oppervlakte der aarde naderde, zoodat hij aan de zuidelijke grenzen van ons land, b. v. ten zuiden van Tilburg, den grond bereikte. Een waarnemer, die te Tilburg stond, zou dan, omdat hij de beweging naar zich toe niet kan waarnemen, den vuurbol zich eerst langzaam en daarna met toenemende snelheid zien verheffen, over zijn hoofd zien heengaan en vervolgens in het zuiden tot de aarde naderen. Van de werkelijke daling zou hij niets bemerken, voordat de vuurbol over zijn hoofd was heengegaan. Indien de waarnemer daarentegen in het noorden van ons land geplaatst ware, b. v. op Terschelling, en wel met zijn aangezigt naar het zuiden gekeerd, dan zou hij den vuurbol met groote, doch allengs afnemende snelheid van uit het zenith naar het zuiden zien gaan. Het zou hem toeschijnen, dat hij eerst snel en daarna langzaam viel, en daar hij niet over den afstand zou kunnen oordeelen, zou hij al ligt meenen, dat de vuurbol op eenen kleinen afstand van zijne standplaats gevallen ware. Hij zou te meer in die dwaling geraken, indien hij niet vermoedde, dat de bol zich met zoo groote snelheid voortbewoog. In dit geval hebben zeer velen verkeerd bij de verschijning van den vuurbol op den 4 Maart l.l. Denkt men zich ergens in het oosten van ons land geplaatst, b. v. te Almelo, Oldenzaal, Enschedé of daaromtrent, dan zal men den vuurbol, die de verondersteld e baan doorloopt, eerst in het noordwesten op eene zekere hoogte zien en hem vervolgens naar het westen en zuidwesten zien gaan, terwijl hij voortdurend daalt. Een waarnemer in het westen van ons land, b. v. te 's Hage geplaatst, zou den vuurbol achtereenvolgens in het N.N.O., N.O. O. en Z.O. zien, en mede dalend. Het is nu ligt in te zien, dat de baan van zoodanig meteoor zou kunnen worden bepaald, indien men naauwkeurige opgaven bezat van een of meer punten der baan; dat is van de hoogte, die het meteoor had, toen het zich in eene bepaalde rigting bevond. Door verbinding van meerdere zoodanige opgaven onderling kan dan de baan min of meer naauwkeurig worden

bepaald. Daar de schijnbare snelheid meestal zeer groot is, is dit echter zeer moeijelijk. Zonder hieromtrent in verdere bijzonderheden te kunnen treden, willen wij alleen vermelden, dat door verbinding van gelijktijdige waarnemingen gebleken is, dat de snelheid, waarmede de vuurbollen zich bewegen, zeer groot is, en wel veel grooter dan die van eenige andere beweging op aarde, zoodat er voorbeelden zijn, dat vuurbollen eene snelheid van 2700 tot 76000 meters in eene seconde hadden. Indien men nu in aanmerking neemt, dat de aanvangssnelheid van een kanonskogel, die uit een getrokken stuk geschut wordt geschoten, slechts 631 meters in de seconde bedraagt, dan ziet men ligt in, dat er geene waarschijnlijkheid bestaat, dat de vuurbollen door eenige kracht op aarde de genoemde snelheid zouden verkrijgen; deze komt nader bij die, waarmede de hemelligchamen zich in hunne banen bewegen. Een punt onder den evenaar doorloopt, ten gevolge van de dagelijksche wenteling der aarde om hare as, 464 meters in eene seconde, en de aarde doorloopt hare baan om de zon met eene snelheid van 30400 meters in elke seconde.

De hoogte boven de oppervlakte der aarde, waarop de vuurbollen zich beginnen te vertoonen, is zeer onderscheiden. Er zijn voorbeelden van sommige, die zich op 3, 4, 5, 10, 20, 30, 60, 70, ja op meer dan 100 uren gaans boven de oppervlakte der aarde begonnen te vertoonen. Van 23 voorbeelden waren er twee, die meer dan 100, vijf, die meer dan 50, vijf, die meer dan 20, zes, die meer dan 50 en vijf, die tusschen 3 en 10 mijlen hoogte hadden, toen zij zich begonnen te vertoonen. Wij zullen hierop later nog terug komen.

Indien de baan, die eenig ligchaam doorloopt, bekend is, dan kan men den afstand van elk punt der baan tot den waarnemer bepalen. Kent men nu bovendien den hoek, waaronder dat ligchaam in eenig punt zijner baan wordt gezien, dan kan men daaruit, in verband met den afstand, de ware grootte van het ligchaam afleiden. Op deze wijze is b. v. de grootte der zon en der planeten bepaald. Men vergelijkt de schijnbare grootte van eenen vuurbol het best met die der zon of maan en schat, of die $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ of wel gelijk aan die van een dezer hemelligchamen is; de ware grootte kan dan, althans bij benadering, berekend worden. Men heeft op die wijze gevonden, dat er vuurbollen waren,

die 32, 98, 21,5, 2200, 2500 en zelfs 3000 meters middellijn hadden.

Reeds sedert de vroegste tijden werd er nu en dan melding gemaakt van het vallen van steenen, nadat een vuurbol met eenen knal was uiteen gebarsten. Aan de Grieken en Romeinen was dit verschijnsel bekend en ook in de jaarboeken der Chinezen zijn gevallen daarvan opgeteekend. Uit de middeleeuwen hebben vooral de Arabische schrijvers vele gebeurtenissen van dien aard geboekt, zonder daaromtrent echter bepaalde meeningen te uiten of de toedragt met bijvoegsels te vermengen. Ook in latere tijden werd door de geschiedschrijvers meermalen melding gemaakt van het vallen van steenen, en op vele plaatsen werden stukken bewaard, die nedergevallen waren. In de laatste helft der vorige eeuw en in het begin van deze was er echter een zeer algemeene twijfel daaromtrent ontstaan. Deze werd uitgelokt en aangewakkerd door het beweren van sommigen, dat de vuurbollen en de meteoorsteenen in den dampkring zouden ontstaan. Velen twijfelden niet alleen, maar ontkenden het geheele feit van het neêrvallen van meteoorsteenen. Uit eenige kabinetten werden de vroeger bewaarde stukken verwijderd, omdat men vreesde voor ligtgeloovig te worden gehouden, als men die langer daarin bewaarde. Te Bern ging men zelfs zoo ver, dat men niet slechts de steenen wegwierp, maar ook de daarbij behoorende oorkonden. Het waren vooral de DE LUC'S, die tegen het geloof aan meteoorsteenen ijverden. J. A. DE LUC schreef er vijf opstellen tegen, en G. A. DE LUC ging zelfs zoo ver van te verklaren: »al zag ik een steen voor mijne voeten vallen, dan zou ik het toch niet gelooven." De beroemde geoloog WERNER was voorzigtiger in het uiten zijner meening; hij zeide: »daar wij zulke steenen niet op aarde hebben, moeten ze wel daar van daan komen, waar men ze heeft." Op vele plaatsen had men steenen gevonden, die de grootste overeenkomst hadden met de meteoorsteenen, en daar deze met geene bekende mineralen in vorm en zamenstelling overeenkwamen, had men ze op dien grond voor meteorische massa's verklaard. PALLAS had op zijne reis door Siberië, op den rug van een hoog leigebergte tusschen Krasno-jarsk en Abakansk, dus op eene plaats waar geen ijzer kon voorkomen, eene ijzermassa van onregelmatigen vorm gevonden, die omstreeks 1600 ponden woog. De Tartaren van die streken vereerden

haar als een heiligdom en beweerden stellig, dat zij van den hemel gevallen was. In het jaar 1794 werd door CHLADNI het vallen van meteoormassa's en de kosmische oorsprong van eenige derzelve, waaronder ook de zooeven vermelde, ter sprake gebragt. De tegenspraak, die hij van alle zijden ondervond, wekte hem op om een nader onderzoek in te stellen. Hij bezocht vele landen van Europa om zelf de meteoorsteenen te zien, die op vele plaatsen worden bewaard, en in bibliotheken en archieven het daaromtrent vermelde na te sporen. De natuur bleef echter, te midden van dien strijd der geleerden, niet achter met zelf de bewijzen voor de waarheid te leveren en daaronder vele zeer tastbare. Te l'Aigle in Frankrijk viel op den 26 April 1803 te een ure des namiddags eene geweldige massa steenen neêr. Te Caen, Pont-Audemer, bij Alençon, Falaise en Verneuil zag men eenen vuurbol van zeer helderen glans, die zich met eene groote snelheid bewoog. Eenige oogenblikken daarna hoorde men te l'Aigle en in eenen omtrek van 30 uren gaans een hevig gekraak, dat met drie of vier slagen als van kanonschoten begon en vervolgens naar het geknetter van klein geweervuur geleek en als in een getrommel eindigde. Gedurende dit geraas, dat 5 of 6 minuten aanhield, was de vuurbol niet meer zigtbaar, maar de ontladingen kwamen uit eene kleine langwerpige wolk, die zich niet scheen te bewegen. Zij scheen bij elke ontlading uiteengestooten te worden en vereenigde zich daarna weder. Daar men deze wolk op twee plaatsen, die eene mijl van elkander gelegen waren, te gelijker tijd nabij het zenith zag, moet zij zeer hoog zijn geweest. Te midden van dit gekraak en geraas vielen er omstreeks 2000 à 3000 steenen neder; de zwaarste woog 17½ kilogrammen, de ligtste vier oncen. BIOT schatte het gewigt van de gezamenlijke steenen op 10000 kilogrammen; zij vielen brandend heet neder, waren aanvankelijk week, doch werden allengs hard, zoodat zij sporen van die verandering aan zich droegen. Ook hadden zij een zwavelreuk en gaven in den beginne dampen af. Deze steenen lagen over eene streek verspreid, die eene langronde gedaante had van 2½ mijlen lengte en eene mijl breedte. De maire van l'Aigle gaf van deze gebeurtenis een officiëel berigt; de meesten wilden het echter niet gelooven en in een dagblad, dat te Parijs uitkwam, werd zelfs de ge-

meente van l'Aigle beklaagd, die een zoo dommen maire had, dat hij aan zulke sprookjes geloofde. Er kwamen echter zoovele berigten van dit voorval en deze trokken zoozeer de algemeene aandacht, dat de bekende natuurkundige BIOT, als commissaris van het Fransche instituut, werd afgevaardigd om de zaak op de plaats zelve te onderzoeken. De hier vermelde bijzonderheden zijn aan zijn berigt dienaangaande ontleend. Dit geval, hetwelk met zeer veel naauwkeurigheid door BIOT is nagegaan, zou nog met vele andere uit vroegeren en lateren tijd kunnen worden vermeerderd. CHLADNI gaf in 1819 een werk uit: »Over vuurmeteoren en de daarbij nedergevallen massa's." Daarin komt eene opsomming voor van zoodanige, die vóór het begin van onze tijdrekening zijn vermeld, en van omstreeks 158 na het begin daarvan tot 1818. Het verdient de opmerking, dat de gevallen in elke volgende eeuw steeds menigvuldiger worden, wat een natuurlijk gevolg is van de meerdere bekendheid, die zij allengs bekwamen. Van 1706 tot 1797 komen in de lijst 33 en van 1800 tot 1818, 37 gevallen voor.

In eene lijst, door ARAGO gegeven, komen er 657 voor, waarvan alleen van 1802 tot 1852 296. Deze lijst bevat niet alleen de gevallen, waarin steenen zijn nedergevallen, maar ook de vuurbollen in het algemeen. Het is echter ontwijfelbaar, dat er zich zeer vele vertoond hebben, die niet vermeld zijn, zoodat men veilig mag besluiten, dat hun aantal veel aanzienlijker is dan het hier opgegevene, te meer nog, omdat daarin slechts die zijn vermeld, die op het land en in de meest bevolkte streken zijn voorgekomen.

Het voornoemde werk van CHLADNI bevat voorts nog eene lijst van ijzermassa's, die, uit hoofde van hare van de gewone mineralen afwijkende zamenstelling, voor meteoormassa's moeten gehouden worden, benevens een aantal berigten van stofachtige of weeke zelfstandigheden, die of droog of in vochtigen staat nedergevallen zouden zijn. Door ARAGO is die lijst aangevuld en uitgebreid.

Aangaande de scheikundige zamenstelling der meteoorsteenen is onze kennis volkomener dan betreffende hunnen loop, grootte en verdere bijzonderheden. De ontleding der meteoorsteenen heeft ons geene stoffen leeren kennen, die niet reeds van elders op aarde bekend waren. Zij bevatten namelijk zuurstof, zwavel, phosphorus, koolstof,

silicium, aluminium, magnesium, calcium, potassium, sodium, ijzer, nikkel, kobalt, chromium, manganesium, koper, tin en titanium. Er zijn dus te zamen 18 verschillende stoffen daarin gevonden. Deze bestanddeelen zijn echter meestal zoodanig verbonden, dat men er in vindt ijzer met nikkel vermengd, eene verbinding van phosphorus met ijzer en nikkel, zwavelijzer en magnetische pyriten; onder de met zuurstof verbonden bestanddeelen komt voor: magnetisch ijzer en chroomzuur ijzer; onder de kiezelzuurverbindingen komt voor: olivin, anortit, labrador en augit. Ofschoon de meteoorsteenen in het algemeen eene zekere overeenkomst met elkander in hunne bestanddeelen vertoonen, wijken zij toch onderling daarin vrij veel van elkander af.

De ijzermassa's, die men om het daarin aanwezige nikkel, om haar bijzonder weefsel, hare smeedbaarheid en hare bijzondere ligging ver van ander ijzer en van plaatsen waar ijzer gevonden wordt, voor nedergevallen meteoren houdt, zijn spons- of celachtig. Hare holten zijn opgevuld met eene steenachtige massa, die met peridot overeenkomt. Andere hebben een digter weefsel; sommige daarvan zijn zeer aanzienlijk. Bij Bitborg, niet ver van Trier, vond men er eene, die 1650 kilogrammen weegt. Volgens ABEL REMUSAT bevindt zich in het oostelijk gedeelte van Azië, niet ver van den oorsprong der Gele rivier, eene massa van 15 meters hoogte. De Mongolen zeggen, dat zij bij de verschijning van een vuurmeteoor is nedergevallen.

De zelfstandigheden, die in meer verdeelden toestand als stof nedergevallen zijn, schijnen niet van die der meteoorsteenen onderscheiden te zijn. Somtijds vielen daarbij ook steenen neder. Het voornaamste verschil schijnt ook hierin gelegen te zijn, dat zij niet met zoo groote snelheid op de aarde nederkomen. De roode en zwarte kleur schijnt aan ijzer-oxyde en koolstof te moeten worden toegeschreven. Er heerscht echter aangaande deze nedergevallen stoffen nog veel onzekerheid, te meer, daar dit ook door andere oorzaken kan worden teweeggebragt, zooals vulkanische uitbarstingen, hoozen enz.

Vuurbollen komen in alle tijden van het jaar en op alle uren van den dag voor. In sommige maanden schijnen zij echter menigvuldiger dan in andere. De heer COULVIER-GRAVIER te Parijs, die sedert het jaar 1841 eene bijzondere zorg aan de waarneming van vallende ster-

ren en vuurbollen wijdt, heeft er tot in September 1853 168 gezien.

Het gezamenlijk getal van vuurbollen, waarvan de tijd van het jaar bekend is, waarin zij zich vertoond hebben, bedraagt 813. Gaat men na, hoeveel er zich in de verschillende maanden hebben vertoond, dan blijkt het, dat dit getal zeer onderscheiden is. Het kleinste aantal, 43, komt voor in Junij, het grootste, 123, in Augustus. In de zes eerste maanden van het jaar is het getal mede kleiner dan in de zes laatste, want van Januarij tot en met Junij bedraagt het 305 en in de overige maanden des jaars 508. Voor September is het getal echter veel geringer dan voor Augustus, namelijk slechts 64.

In het voorgaande zijn in een kort bestek de voornaamste bijzonderheden bijeengebragt, die de waarneming en het onderzoek der vuurbollen ons hebben leeren kennen. Men heeft kunnen opmerken, dat die kennis nog vrij oppervlakkig is, voor zoover zij den loop, de grootte en de snelheid dezer verschijnselen betreft. Alleen de scheikundige zamenstelling is met meer zekerheid bekend. Er blijven dus aangaande de eerstgenoemde punten nog vele vragen ter beantwoording over. Doch het behoeft naauwelijks gezegd te worden, dat aan de waarneming zeer groote moeijelijkheden verbonden zijn, die vooral in het onverwachte en plotselinge van het verschijnsel gelegen zijn, alsmede in het snelle verloop. Indien het mogelijk ware de plaats van het ontstaan en nog eenige andere punten der baan met juistheid te bepalen, dan zouden wij weldra de ligging dier banen kunnen leeren kennen en daaruit belangrijke gevolgtrekkingen afleiden. Doch hoezeer de gegevens de noodige juistheid missen en slechts eenige grenzen zijn aangegeven, kunnen wij door middel daarvan reeds sommige gewigtige vragen, zoo al niet met zekerheid, dan toch met groote waarschijnlijkheid beantwoorden, terwijl door het uitsluiten van datgene wat onmogelijk of althans hoogst onwaarschijnlijk is, tevens andere meeningen in kracht winnen.

Eene eerste vraag is deze: Van waar komen de vuurbollen en waar gaan zij heen, indien zij niet op aarde vallen?

Boven is reeds opgemerkt, dat het hoogst onwaarschijnlijk is, dat zij in den dampkring zouden worden gevormd, omdat de bestand-

deelen, waaruit de meteoorsteenen bestaan, daarin niet aanwezig zijn of, indien dit het geval mogt zijn, dat zij dan in zoo verspreiden en verdeelden staat daarin zouden moeten voorkomen, dat zij tot heden aan alle onderzoekingen ontsnapt zijn. En gesteld, dat zij daarin aanwezig waren, dan zou het nog zeer moeijelijk zijn eene oorzaak aan te wijzen, waardoor die stoffen zich tot groote massa's zouden verzamelen, terwijl er nog veel minder eene oorzaak zou kunnen opgegeven worden, waardoor zij eene zoo groote snelheid zouden bekomen als die, welke werkelijk is waargenomen. Zijn dus de vuurbollen niet van aardschen oorsprong, dan moeten wij ze als vreemdelingen beschouwen, die uit de hemelruimte tot ons komen.

Toen de hypothese van den atmospherischen oorsprong der vuurbollen en meteoorsteenen moest vervallen, begon men eenen wantrouwenden blik op de maan te werpen. Dit hemelligchaam toch vertoont, indien men het door eenen sterk vergrootenden kijker beschouwt, bergen, die in vorm en in andere opzigten veel overeenkomst met de vulkanen der aarde bezitten, en nu meende men, dat deze vulkanen bij hunne uitbarstingen ons wel steenen zouden kunnen toewerpen. Indien wij ons het middelpunt der aarde en der maan door eene regte lijn verbonden voorstellen, en wij denken ons een vulkaan op de maan juist ter plaatse waar deze lijn hare oppervlakte doorsnijdt; dan zal, indien deze nu met groote kracht een steen opwerpt, die steen minder en minder door de maan worden aangetrokken, naarmate hij zich daarvan verwijdert, terwijl de aantrekking, die de aarde op dien steen uitoefent, toeneemt naar gelang hij tot haar nadert. Er is dus een punt, waar de aantrekking van beide gelijk is. Werd een steen niet tot dien afstand door de maan opgeworpen, dan zou die weder op dit hemelligchaam terug vallen; indien echter de aanvankelijke snelheid der uitwerping groot genoeg ware om voorbij dit punt te komen, dan zou de steen sterker door de aarde dan door de maan worden aangetrokken en op aarde moeten nedervallen. Door LAPLACE werd, in 1802, de aanvangssnelheid der beweging, die zoodanige steen zou moeten hebben, berekend, en hij vond daarvoor 2525 meters in ééne seconde. De grootste snelheid, die wij, met het tegenwoordig zooveel vermogend geschut aan een kogel kunnen geven, be-

draagt 631 meters in ééne seconde. Indien dus de maanvulkanen aan de uitgeworpene massa's eene viermalen grootere snelheid kunnen mededeelen dan wij aan onze kanonskogels, dan zouden ze buiten de grens kunnen worden geworpen, waar de aantrekking der maan de overhand heeft boven die der aarde en dus naar de aarde kunnen vallen. Dit behoort dus niet onder de onmogelijke zaken. OLBERS, die reeds in 1795 in eene voorlezing te Bremen op de mogelijkheid van den oorsprong der meteoorsteenen uit de maan had gewezen, betwijfelde zelf de waarschijnlijkheid daarvan, op grond dat er zoovele omstandigheden moeten zamenloopen om een door de maan uitgeworpen steen op aarde te doen vallen. Want, behalve dat de maanvulkaan juist naar de aarde zou moeten zijn gerigt, deelt de uitgeworpen massa in de beweging der maan zelve, zoodat de steen een elliptische baan rondom de aarde zou moeten beschrijven en dus zelf eene kleine maan zou worden. Het nederstorten zou dus alleen dan kunnen plaats hebben, indien het perigaeum, d. i. het punt, waarin de loopbaan het digtst bij het middelpunt der aarde kwam, binnen de aarde zelf gelegen was. Het is dus onwaarschijnlijk, dat deze zeldzame omstandigheden zoo dikwijls zouden zamentreffen om daaruit de inderdaad veel minder zeldzaam nedervallende meteoormassa's te verklaren.

Er blijft dus niet veel anders over dan om de vuurbollen en meteoorsteenen te houden voor kosmische massa's, dat is: verzamelingen van stof, die in de hemelruimte rondzweven. Van de banen, die zij beschrijven, is ons niets bekend, omdat zij, behalve wanneer ze zeer nabij de aarde komen, niet zigtbaar zijn. Er ligt niets vreemds in het denkbeeld, dat er behalve de grootere planeten en kometen nog een oneindig aantal van stofmassa's door de ruimte van ons planetenstelsel en daar buiten rondloopt. De ouden kenden reeds eenige planeten, die zich door hare bewegingen en lichtsterkte spoedig als dusgenoemde dwaalsterren aan hen kenbaar maakten. Later werd het aantal der groote planeten met twee vermeerderd, Uranus en Neptunus. Van 1800 tot 1807 werden er vier kleine ontdekt tusschen de loopbanen van Mars en Jupiter. Sedert het jaar 1845 tot den 15 Maart l.l. is het aantal daarvan reeds tot 78 geklommen en het is hoogst waarschijnlijk, dat dit getal, door de ijverige bemoeijingen van

een aantal beoefenaars en liefhebbers der sterrekunde (ik had bijna gezegd planetenjagers) nog aanmerkelijk zal worden vergroot. Vele dezer hemelligchamen zijn zeer klein, zelfs veel kleiner dan onze maan, en ofschoon zij daarom niet met de grootere planeten kunnen worden vergeleken, nemen zij toch eenen rang daaronder in. Er is dus geene grens van kleinheid, die een om de zon loopend ligchaam niet zou kunnen hebben. Ligt nu een gedeelte der baan van zoodanig ligchaam digt bij die der aarde, dan bestaat de mogelijkheid, dat beide zich te eeniger tijd in elkanders nabijheid bevinden. In verreweg de meeste gevallen zal door de aantrekking der aarde de loop van het kleinere ligchaam of liever van het ligchaam, dat minder massa heeft, worden gestoord en zijne baan worden gewijzigd; in sommige zal het op de aarde kunnen nedervallen of zelfs, even als eene maan, rondom haar blijven rondloopen. Sommige sterrekundigen hebben zelfs gemeend, dat de vuurbollen moeten beschouwd worden als satellieten of manen van onze aarde, die zich met eene groote snelheid rondom haar bewegen en dus bij herhaling konden worden waargenomen. Men heeft zelfs in de laatste jaren gepoogd de loopbanen dezer satellieten te bepalen. Het verdient hier opgemerkt te worden, dat van de achthonderd vuurbollen, die in de jaarboeken zijn opgeteekend, er slechts vijfendertig voorkomen, waarvan het nedervallen van meteoren is gezien en bewezen.

Het is er verre af, dat met het aannemen der veronderstelling, dat de vuurbollen kosmische massa's zijn, die in de hemelruimte omzweven, alle bezwaren zouden zijn opgeheven en deze zaak als verklaard zou kunnen worden beschouwd. Er doen zich integendeel een aantal van nieuwe vraagstukken op, waarvan de beantwoording aan de toekomst moet worden overgelaten. Zoo kan men b. v. vragen: Bezitten de vuurbollen een eigen licht of ontleenen zij dit aan de zon, of wel, worden zij eerst lichtend, wanneer zij in onzen dampkring treden? Op dit laatste zou men kunnen antwoorden, dat sommige reeds op hoogten zijn gezien, die veel grooter zijn dan die, welke men aan den dampkring toekent, ofschoon deze in den laatsten tijd veel hooger dan vroeger wordt gesteld. Bezitten de vuurbollen een vaste kern, of is het slechts eene ijle massa, die bij het indringen in den dampkring

niet slechts ontbrandt, maar zelfs ontploft, zooals dit bij vele is vernomen? Wij zouden nog een aantal andere vragen kunnen doen, die bij den tegenwoordigen staat onzer kennis aangaande dit onderwerp toch niet kunnen worden beantwoord. De uitbreiding van onze kennis aangaande de vuurbollen hangt grootendeels van de naauwkeurigheid der toekomstige waarnemingen af. De juiste bepaling van het punt waar zij ontstaan of eindigen, of van eenig ander punt der baan, de hemelstreek en de hoogte, of wel de sterren, waarlangs men den vuurbol heeft zien heentrekken, zijn goede aanwijzingen, als men die van verschillende plaatsen, die niet te digt bij elkander liggen, kan bekomen, omdat door verbinding daarvan de ware baan kan worden afgeleid.

En nu ten slotte nog een woord over den vuurbol van den 4 Maart j.l. Volgens een berigt uit Manchester werd hij aldaar in het oost-zuidoosten gezien en nabij Londen in het oost-noordoosten. Naar de in Engeland gedane bepaling zou hij ten N.N.O. van Londen op eene hoogte van 90 Eng. mijlen, d. i. 30 uren gaans of 166½ kilometers, begonnen zijn zigtbaar te worden, dus van de Noordzee over ons land zijn gekomen en ten noorden van Luik zijn verdwenen. Deze bepalingen zijn echter slechts als eerste benaderingen te beschouwen, die weinig naauwkeurig zijn. Professor HEIS te Munster, die zich sedert eene reeks van jaren met de studie der vallende sterren en vuurbollen heeft bezig gehouden, verzamelde niet slechts uit ons land, maar ook uit vele deelen van Rijnland, Westphalen en België berigten aangaande dezen vuurbol. Behalve uit ons land ontving hij die uit Kleef, Eupen (bij Aken), Minden, Paderborn, Coblentz en zelfs uit Trier, in welke laatste plaats het verschijnsel echter slechts zwak werd gezien. Volgens de bepalingen van professor HEIS (waarvan hij de goedheid had mij een kaartje met de daarbij behoorende opgaven te zenden), ging het meteoor nagenoeg in de rigting van het noorden naar het zuiden over ons land en wel zoodanig, dat het nagenoeg over de volgende plaatsen trok, — gelegen in eene lijn, die men van het noordoostelijke uiteinde van het eiland Vlieland naar Alphen in Noord-Brabant of naar Turnhout trekt, — namelijk Medemblik, Hoorn, Edam, Weesp, Gorinchem, 's Grevelduin-Kapelle en Alphen. De baan

was naar de aarde hellend. Zij had boven Vlieland eene hoogte van 16 Duitsche geographische mijlen (118,5 kilometers), boven Medemblik 12½ mijlen (92,6 kilometers), boven Weesp 9¼ mijlen (68,5 kilometers); zij ging op eene hoogte van 8 mijlen (59,25 kilom.) over Vleuten, op eene hoogte van 6 mijlen (44,5 kilom.) over Gorinchem. Boven Besoijen of 's Grevelduin-Kapelle barstte de vuurbol vanéén op eene hoogte van 5¾ mijlen (42,6 kilom.) met een geweldigen slag, terwijl hij zich allengs bij het voortgaan onder sterk gekraak oploste en verdween tusschen Alphen en Turnhout op eene hoogte van 4¼ mijlen (31,5 kilom.). Op zeer vele plaatsen meende men, door het sterke licht misleid, dat de vuurbol in de nabijheid was nedergevallen. Niet slechts in de provinciën Groningen en Utrecht, maar zelfs te Bruhl bij Keulen was dit het geval.

Indien er meteoorsteenen zijn gevallen, dan kan dit slechts in de streek tusschen Besoijen en Alphen het geval zijn, alsook in de omstreken van 's Grevelduin-Kapelle, Waalwijk enz. Ofschoon professor HEIS beweert, dat de bepaling van het eindpunt vrij naauwkeurig is, meenen wij toch uit eenige andere berigten te mogen opmaken, dat de baan van het meteoor niet zoo nabij van noord naar zuid ging als hier is opgegeven, maar meer van N.N.W. naar Z.Z.O, zoodat ook het einde verder oostwaarts ligt en dus de meteoorsteenen, indien ze gevallen zijn, meer in de rigting naar Eindhoven moeten worden gezocht. Wij merken nog hierbij op, ten behoeve van hen, die er naar mogten zoeken, dat, behalve aan de eigenaardige, reeds vroeger vermelde scheikundige zamenstelling, zulke meteoorsteenen zelfs vrij goed op het oog te onderkennen zijn. Zij zijn namelijk uitwendig met eene zwarte of zwartachtig bruine korst bedekt, min of meer alsof ze in het vuur hadden gelegen.

Ofschoon de ware grootte van den vuurbol niet met juistheid is op te geven, kan men aannemen, dat zijn middellijn ongeveer vierhonderd Nederlandsche ellen heeft bedragen.

Wat den slag betreft, waarmede het verschijnsel uiteen spatte, deze werd, zooals van zelf spreekt, met zeer verschillende kracht gehoord, naar gelang van den afstand, waarop men zich van de plaats bevond, waar de vuurbol vanéén sprong. Op de plaatsen, die er het naast bij waren, werd het geluid gehoord als van een kanonschot, dat door een

gekraak of geknetter werd gevolgd, hetwelk eenigen tijd aanhield. Naarmate men er verder van verwijderd was, was het geluid zwakker en vergeleek men het met een doffen donderslag. Indien wij aannemen, dat de vuurbol omstreeks boven Besoijen gesprongen is en dan de verste punten zoeken, waar men den slag nog heeft gehoord, dan verkrijgen wij (voor zoover onze berigten gaan) in noordwestelijke rigting Scheveningen en in oostzuidoostelijke rigting op nagenoeg gelijken afstand Horst, in Limburg. Deze plaatsen liggen aan de grenzen van eenen cirkel met eenen straal van 9,9 Duitsche geographische mijlen of bijna 73 kilometers. Te Maastricht en te Middelburg, die buiten dezen kring liggen, werd geen slag gehoord. Het spreekt van zelf, dat het tijdsverloop tusschen het oogenblik, waarop men den vuurbol zag vanéén springen en dat, waarop men den slag hoorde, grooter en grooter was, naarmate men zich verder van de plaats bevond, waar het geluid ontstond. Voor de verst verwijderde plaatsen kan dit ongeveer drie minuten en 20 seconden hebben bedragen. Het is ligt in te zien, dat men omgekeerd, indien het tijdsverloop bekend was, uit de bekende snelheid van het geluid den afstand zou kunnen bepalen.

Door verschillende personen werd de duur van het verschijnsel op zes of acht seconden geschat. Nemen wij nu aan, dat men den vuurbol gezien heeft gedurende den tijd dat hij van boven Vlieland tot aan de Belgische grenzen ging, dat is over eenen weg van meer dan 200 kilometers, dan volgt daaruit, dat zijne snelheid ongeveer 25,000 tot 30,000 meters per seconde zou hebben bedragen, dat is 2500 tot 3000 malen sneller dan een spoortrein of 40 tot 48 malen sneller dan een kanonskogel.

Er zouden nog een aantal bijzonderheden hier kunnen worden vermeld, zooals het draaijen van den bol om zijne as, dat sommigen meenen te hebben waargenomen, en dergelijke; doch wij moeten hier eindigen om niet buiten het bestek van dit tijdschrift te gaan. Uit het voorgaande is echter reeds genoegzaam gebleken, dat onze kennis aangaande deze raadselachtige ligchamen nog zeer onvolkomen en alles, wat wij dienaangaande weten, vrij onbepaald is, zoodat er voor beminnaren der natuurstudie ook hierin nog een ruim veld van onderzoek overblijft, waarop zij met vrucht kunnen werkzaam zijn.