

LICHTVERSCIJNSELS IN DEN DAMPKRING,

DOOR

Dr. H. EKAMA.

LUCHTSPIEGELING.

Reeds bij de ouden was de luchtspiegeling bekend, want DIODORUS van Sicilië, die ten tijde van AUGUSTUS leefde, geeft van dit verschijnsel een beschrijving. Over het algemeen werden in dien tijd, o. a. door POMPONIUS MELA en PLINIUS, de luchtspiegelingen als spookverschijningen beschouwd. In den Koran wordt het verschijnsel onder den naam van *Serab* vermeld.

Eeuwen moesten nog voorbijgaan, voor men in staat was, een eenigzins houdbare verklaring van het verschijnsel te geven. Vooral stuitte men op de moeilijkheid om in de fantastische beschrijvingen der waarnemers de waarheid van het verdichte te scheiden. Latere waarnemingen hebben de vroegere moeten bevestigen en zij hebben aangetoond, dat veel wat men eerst voor een verdichtsel hield, werkelijk gebeuren kon.

Voor het ontstaan eener luchtspiegeling zijn groote vlakten zeer wenschelijk; zoo zal, bijvoorbeeld, het verschijnsel geen zeldzaamheid zijn in de woestijn en op zee. Europa levert weinige groote vlakten op, en toch is het verschijnsel hier niet zoo zeldzaam, als men meenen zou. Zwakke luchtspiegelingen moeten met een kijker waargenomen worden.

De eerste nauwkeurige beschrijving, en wel van een luchtspiegeling te Ottersberg, bij Hamburg, ongeveer twee mijlen van Bremen waargenomen, werd in 1779 door BÜSCH gegeven. Van Ottersberg uit scheen het hem, dat zich tot aan de muren van Bremen een groote watervlakte uitstreckte, waarin de stad zich weerspiegelde. Vrienden,

die hem begeleidden, hielden het water voor de Weser en waren niet weinig verwonderd, niets dan groene weiden te zien, toen zij den zes voet hoogen Ottersberger dam hadden beklommen.

Ieder is het zeker bekend, hoeveel teleurstellingen het leger van NAPOLEON in Egypte, ten gevolge der luchtspiegelingen heeft onder-vonden. De door dorst gekwelde soldaten meenden de dorpjes zich in het water te zien spiegelen, maar hoe meer zij naderden, hoe meer zich het schijnbare water terugtrok. MONGE, die de expeditie medemaakte, heeft de ware reden voor het ontstaan aangegeven.

Voor al hebben tot de juiste kennis van het verschijnsel de waarnemingen, door WOLTMAN te Cuxhaven, van September 1794 tot October 1795 verricht, veel bijgedragen. Hij beschouwde daartoe dagelijks drie keer een huis, dat zich op $2\frac{1}{2}$ mijl ongeveer van zijn woonplaats bevond. Door zijn waarnemingen met andere meteorologische gegevens te verbinden, heeft hij tal van bijzonderheden verzameld. De eerste wiskundige behandeling van het verschijnsel heeft BIOT in 1810 gegeven.

De naam luchtspiegeling doet ons aan terugkaatsing der lichtstralen denken en is onjuist, daar het verschijnsel zijn ontstaan niet aan de terugkaatsing maar aan de breking der lichtstralen te danken heeft. Voor dit laatste geldt reeds dadelijk als bewijs de omstandigheid, dat men enkele malen beelden, waarvan de randen gekleurd waren, heeft waargenomen.

Is de dichtheid der lucht, die door den lichtstraal doorloopen wordt, overal even groot, dan zal de baan een rechte lijn zijn. Schijnt de zon nu op een uitgebreide vlakte, dan zullen bij stil weder de onderste luchtlagen door aanraking met den bodem sterk verwarmd worden. De luchtlagen zullen dus bij den bodem het ijst en hooger dichter zijn. De lichtstraal moet dus een reeks van deze lagen doorloopen, en zal bij elken overgang een weinig van richting veranderen. Eerst gaat hij telkens van een dichtere in een ijlere luchtlaag over, en neemt diensgevolge meer en meer een horizontale richting aan. Heeft hij deze bereikt, dan gaat hij over van een ijlere in een dichtere en de richting wijkt meer en meer van de horizontale af, totdat de lichtstraal het oog van den waarnemer bereikt. De baan, die nu de lichtstraal doorloopen heeft, is moeielijk nauwkeurig aan te geven, daar men niet bij voorbaat weet, volgens welke wet de dichtheid der lucht verandert. Meestal zal zij weinig van een parabool verschillen. De waarnemer ziet het voorwerp in die richting, die de

lichtstraal heeft op het oogenblik dat hij het oog bereikt. Bevindt zich het oog met het voorwerp in een laag, waar de dichtheid der lucht niet verandert, dan neemt hij bovendien het voorwerp zelf op zijn juiste plaats waar.

De grenzen tusschen de luchtlagen van verschillende dichtheid zullen niet volkomen vlak zijn en altijd, vooral bij zulk een bijzonderen toestand der atmosfeer, zeer veranderlijk wezen. Hierdoor verklaart zich zeer eenvoudig de trillende beweging, die men dikwijls bij de beelden waarneemt en welke den indruk van de aanwezigheid van water nog vermeerderd, daar zij toch overeenkomen met de golvingen, die men waarneemt, wanneer men voorwerpen in een zacht golvend water gespiegeld ziet.

Door bijzondere toestanden der atmosfeer kunnen de afmetingen der beelden veranderen. Zeer merkwaardige voorbeelden van dit verschijnsel worden door BONNEFONT, die in Mei 1837 de Algiersche expeditie meemaakte, verhaald. Een troep flamingo's, ongeveer op een afstand van $3\frac{1}{2}$ mijl, vertoonde zich in zulke groote afmetingen, dat de vogels voor Arabische ruiters werden aangezien. Een ruiter, die ter verkenning werd gezonden, scheen ook, toen hij kwam ter plaatse, waar de lucht in een bijzonderen toestand verkeerde, zeer groote afmetingen aan te nemen.

Evenals de dichtheid der lucht naar den bodem toe zeer snel kan verminderen, kan dit ook in tegengestelde richting het geval zijn, en wij zullen dan het beeld niet tegen den grond maar in de lucht zien. Dit verschijnsel doet zich op verschillende wijzen voor; men ziet boven het voorwerp eerst een omgekeerd beeld en daarboven een rechtopstaand beeld of slechts een van beiden. Welk beeld men waarneemt hangt af van de dikte der luchtlaag, waarin de dichtheid zoo sterk veranderlijk is. Wiskundig kan men aantoonen, dat als de dikte dezer laag niet te gering is, zich altijd twee beelden en wel in den stand als hierboven is opgegeven zullen vertoonen. Zal men bovendien het voorwerp rechtstreeks zien, dan moeten het oog en het voorwerp zich in een laag bevinden, waarin de dichtheid betrekkelijk standvastig is.

Meestal zijn de beelden onzuiver, omdat de grensvlakken der lagen altijd min of meer gebogen zijn. Soms kunnen zij daarentegen zeer nauwkeurig wezen; zoo kon bij voorbeeld SCORESBY, aan de oostkust van Groenland zijnde, in het beeld der luchtspiegeling het schip van zijn vader herkennen, hoewel het schip zelf niet in het

gezicht kwam en hij zijn vader niet in zijn buurt verwachtte. Een latere vergelijking der dagboeken bevestigde zijn vermoeden en tevens bleek, dat het schip zich op een afstand van tweemaal de wijdte van den horizon van SCORESBY had bevonden.

WOLLASTON heeft een middel aangegeven om het verschijnsel kunstmatig na te bootsen. Een glas met twee vlakke evenwijdige wanden wordt gedeeltelijk met water gevuld en daarna wordt door een trechter, die bijna tot den bodem reikt, zwavelzuur in het glas geschonken. Oorspronkelijk zijn beide vloeistoffen onvermengd, maar spoedig vormt zich tusschen deze een laag, waarin de menging plaats grijpt en die voortdurend in dikte toeneemt. De brekingsaanwijzer van zwavelzuur is grooter dan die van water en in de tusschenlaag heeft men een geregelde overgang van de eene vloeistof tot de andere.

Plaatst men nu voor het glas een lichtbron, dan ziet men door de vloeistof het voorwerp rechtstreeks en daarboven het omgekeerde beeld. Is de menging voldoende gevorderd, dan ziet men ook nog een rechtopstaand beeld.

Enkele waarnemers vermelden, dat zij 2 of 3 beelden, alle omgekeerd, hebben gezien. Deze waarnemingen werden vroeger, als niet overeenkomstig met de theorie, voor onjuist gehouden, doch zij kunnen zeer goed door een bijzonderen toestand der atmosfeer veroorzaakt worden.

In 1820 is door JURINE en SORET een zijwaartsche luchtspiegeling op het meer van Genève gezien. Op zij van een schip bevond zich zijn beeld, hetwelk het schip langen tijd begeleidde. Het verschil in dichtheid der lucht werd veroorzaakt, doordat een deel van het water door de zonnestralen, die op het meer schenen, verwarmd werd en het andere deel zich in de schaduw der bergen van Savoye bevond, terwijl het schip dicht langs de grens van de schaduw voer. De warmte van het water deelde zich dan aan de bovengelegen lucht mede.

De meest bekende, maar tevens de moeilijkst te verklaren vorm van het verschijnsel is de »*fata Morgana*» — kasteelen van de fee Morgana¹ — die voornamelijk aan de Middellandsche zee, te Napels en te Reggio, wordt waargenomen. Er bestaan tal van beschrijvingen

¹ De fee Morgana is volgens de sage de stiefzuster van Arthur en de versmiede geliefde van Lancelot. Zij was bekend met de tooverkunst en vertoonde haar macht hoofdzakelijk in luchtspiegelingen. De sage laat de fee in de straat van Messina, in een kristallen paleis, onder de zee wonen, en bij zonsondergang zou zij zich met hare speelgenooten in honderden bonte gestalten vertoonen.

van dit verschijnsel, doch hier is blijkbaar veel verdichts aan toegevoegd. Uit allen blijkt evenwel, dat de verschijning hoofdzakelijk gekenmerkt is, doordat men gebouwen, dus voorwerpen van een regelmatigen vorm, meent waar te nemen en ook doordat andere voorwerpen, zoo men die waarneemt, altijd met een zekere regelmatigheid voorkomen: geheele kudden, rijen boomen, soldaten, enz. De voorwerpen veranderen alle voortdurend van gedaante.

In de Noordelijke IJzsee heeft SCORESBY overeenkomstige verschijnselen gezien. De ijsbanken aan den horizon nemen zeer verschillende vormen aan, zoodat zij het eene oogenblik op kasteelen en torens gelijken, het volgende op een groote brug. Nu geleek het ijs op een bosch met boomen zonder bladeren en dan op een groote stad met kerken en kasteelen.

CLAUSIUS¹ verklaart dit verschijnsel op de volgende wijze. Ziet men een lichtend punt in een zacht golvend water teruggekaast, dan neemt men een streep waar. Ook de grensvlakken tusschen luchtlagen van verschillende dichtheid kunnen een golvende beweging aannemen en het beeld, dat men nu door de luchtspiegeling verkrijgt, zal niet scherp begrensd zijn, maar de meest verlichte punten van het voorwerp zullen tot strepen uitgerekte zijn, zoodat men meenen zal zuilen en torens te zien. Een verafgelegene ijsbank zal hierdoor schijnbaar in hoogte toenemen en een beeld geven, dat veel op een zeer groote brug gelijkt. Beide verschijnselen tezamen geven den indruk eener groote stad.

De genoemde toestand van den dampkring, welke in de poolstreken geen zeldzaamheid schijnt te zijn, zal door plaatselijke omstandigheden somtijds in de omstreken van Napels en Reggio kunnen optreden en dan van de verafgelegene kusten een beeld opleveren, dat overeenkomt met het beeld, dat men in de poolstreken van de ijsmassa's waarneemt. Men heeft wel eens in navolging van BRANDES gemeend, dat men te Reggio het beeld van de schuin tegenoverliggende stad Messina zou waarnemen, maar dan zouden toch de inwoners van Reggio in het beeld dadelijk de hun zoo bekende stad moeten herkennen.

Een verschijnsel, dat met de gewone luchtspiegeling zeer nauw samenhangt, is de rijzing en de daling van den horizon. Was de lucht overal even dicht, dan zou de grens van den horizon zijn de cirkel, waarin een kegel, met het oog tot top, het aardoppervlak zou raken.

¹ GRUNERT, *Beiträge zur meteorologischen Optik*. Theil I, Heft 4, Seite 417.

Daar de dichtheid der lucht altijd met de hoogte boven het aardoppervlak verandert, zoo zullen wij altijd iets meer kunnen waarnemen.

Door bijzondere toestanden in den dampkring kan het meerdere dat wij zien, grooter of kleiner zijn; zoo zal, als de lucht bij de aarde sterk verwarmd is, onze horizon zich uitbreiden; is de lucht bij de aarde afgekoeld, dan zal hij kleiner worden.

Het merkwaardigste dezer verschijnselen is in 1797 te Hastings door LATHAM waargenomen. Met het bloote oog kon men de kust van Frankrijk, welke 9 tot 11 Duitsche mijlen verwijderd is, duidelijk waarnemen. Deze is anders met de beste verrekijzers niet te zien, terwijl men nu met een teleskoop gemakkelijk de visschersbooten kon onderkennen.

Een werkelijke spiegeling kan somtijds in den nevel plaats grijpen; het meest bekend is dit verschijnsel onder den naam van het *spook van den Brocken*, hoewel het ook op andere plaatsen is waargenomen. Het schijnt te vereischen, dat de zon in den horizon staat; de waarnemer ziet dan in den nevel het vergroote beeld van zich en van de bij hem geplaatste voorwerpen; de nevel werkt dus eenigszins als een groote holle spiegel. Om het boven vermeld vereischte, kan het verschijnsel nooit langer dan 10 of 15 minuten duren.