

't Vrije veld is een nieuwe rubriek geïnspireerd door Minnaert waarin aandacht wordt besteed aan alledaagse fysische fenomenen. Bijdragen en vragen over waarnemingen zijn welkom.

Luchtspiegelingen

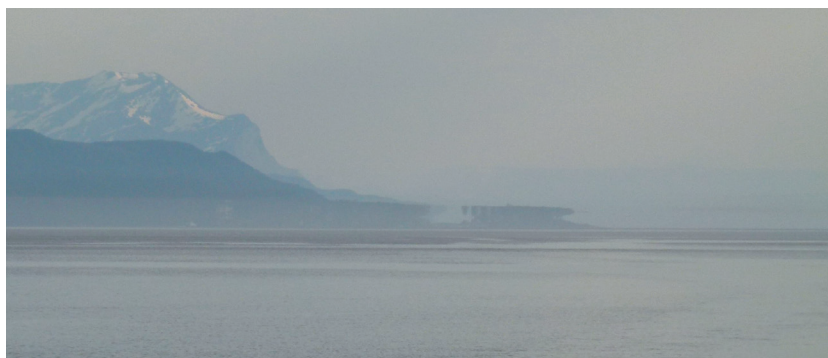
W e zijn vertrouwd met het verschijnsel van een reflecterend laagje warme lucht boven het wegdek. Ook over strand of water kunnen dit soort benedenspiegelingen gezien worden. Vaak heel mooi over de Waddenzee bij laag tij. Als in het onderste dunne luchtlaagje de temperatuur naar boven toe afneemt met meer dan $0,034\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{m}$ (negatieve temperatuurgradiënt) dan ontstaat een dichtheidsinversie. Lichtstralen die onder kleine hoeken op dat laagje vallen, buigen daar dan, gehoorzamen aan Snellius' wet, in de richting waarin het medium dichter is. Dat is hier naar boven.

Op figuur 1 zien we een auto, een lantaarnpaal, een verkeerszuiltje, de berm en ook hun spiegeling. Maar er is meer. Het gespiegeld beeld van de witte lat die ik schuin tegen de lantaarnpaal heb gezet, laat een duidelijk zigzagpatroon zien. Het bestaat kenmerkend uit afwisselend omgekeerde en rechtop staande beelden. Minieme oneffenheden en golvingen in het wegdek zorgen voor een afwisselend patroon van holle en bolle spiegels.

De asfaltmirage wordt vaak ten onrechte fata morgana genoemd. Die naam is strikt genomen voorbehouden aan de bovenspiegeling. Als ergens boven je hoofd de temperatuur toeneemt met meer dan $0,11\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{m}$, dan is die positieve temperatuurgradiënt sterk genoeg om te werken als spiegel. Niet beneden je zoals bij de asfaltmirage, maar nu boven je hoofd.



Figuur 1 Asfaltmirage, 24 april 2011, Roden, afstand 400 meter. Foto: Siebren van der Werf.



Figuur 2 Fata morgana, 9 juni 2011, tussen Narvik en Tromsø. Foto: Siebren van der Werf.

De kromming van het licht is daar groter dan die van het aardoppervlak en bijna-horizontale stralen buigen daarom terug, naar beneden. Binnen die temperatuurinversie, in een band van typisch tien à twintig boogminuten kunnen schepen of eilanden dan over grote afstand gezien worden, vaak samen met hun gespiegeld beeld erboven. In Nederland krijgen we het verschijnsel zelden te zien. De monding van de Westerschelde en de Dollard zijn er misschien de beste locaties voor.

De fata morgana rechts op figuur 2, genomen in de Noorse fjorden, is een klein eilandje op ongeveer 25 kilometer. De landtong links ligt veel dichterbij, ongeveer negen kilometer.

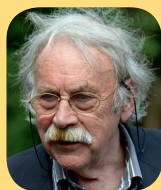
Als er geen aardse obstructies zijn voor de lichtstralen, dan vertoont diezelfde band zich als een don-

kere strook over de ondergaande zon en wordt in dat geval Wegeners donkere strook genoemd. Zakt de zon nog verder en kan Wegeners band haar licht invangen, dan wordt het als in een lichtgeleider naar de waarnemer getransporteerd en krijgt hij het Nova Zembla-verschijnsel te zien. Hij ziet het zonlicht nu juist binnen de band. Daarbuiten is het donker.

Referenties

- 1 Siebren Van der Werf, *Noninverted images in inferior mirages*, *Applied Optics* 50 (2011) F12-15.
- 2 Alfred Wegener, *Über die Ursache der Zerrbilder bei Sonnenuntergängen*, *Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre* 4 (1912), 26-34
- 3 Marcel Minnaert, *Natuurkunde van 't vrije veld*, (1937) dl. 1: *Licht en kleur in het landschap*, W.J. Thieme & Cie, Zutphen 1974.
- 4 Siebren Van der Werf, *Het Nova Zembla Verschijnsel*, *Geschiedenis van een luchtspiegeling*, Historische Uitgeverij, 2011.

Siebren van der Werf (1942) promoveerde in Groningen aan het Laboratorium voor Algemene Natuurkunde. Na een post-doc aan het Niels Bohr Instituut was hij verbonden aan het KVI, Groningen.



vdwerf@kvi.nl