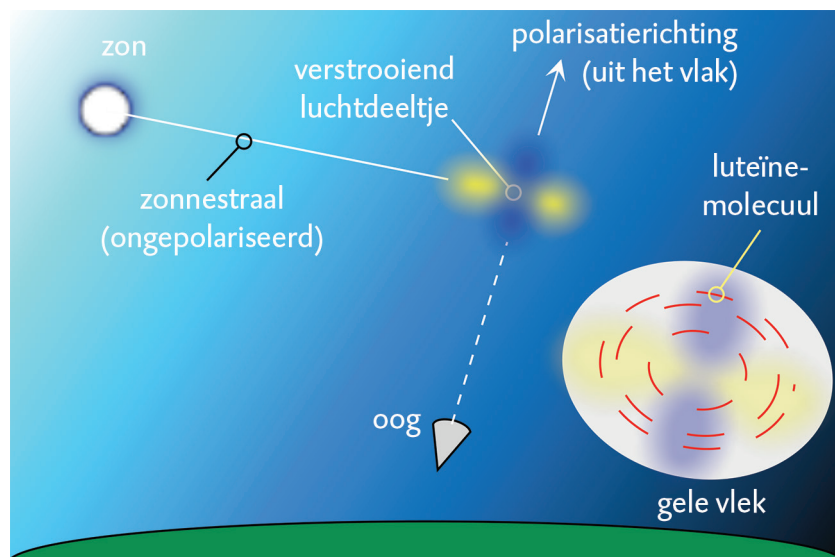


# De vlinder van Haidinger: ons zesde zintuig

**M**enig laboratoriumfysicus is ongelovig en verbaasd, als we hem vertellen dat we zonder enig hulpmiddel, met het ongewapend oog, kunnen waarnemen dat het licht van de hemel gepolariseerd is!" Zo begint Minnaert zijn beschrijving van de bundels van Haidinger [1], in paragraaf 182 van het eerste deel van de *Natuurkunde van 't vrije veld*. Ik las dit als tiener en nam mij onmiddellijk voor om deze *power vision* te gaan ontwikkelen. Minnaert adviseert om je oog te trainen in de schemering en ik volgde zijn regime nauwgezet op: "Men oefent enkele keren per dag, telkens gedurende enige minuten; na een dag of twee onderscheidt men al vrij gemakkelijk de bundels van Haidinger bij het bekijken van de blauwe lucht." Al gauw kon ik de vreugde van Minnaert delen, in de ontdekking van dit zesde zintuig: "Het is een echt genot, aldus zonder instrument de polarisatie-richting te kunnen bepalen, en zelfs een schatting van de sterkte der polarisatie te verkrijgen."

Vele tientallen jaren later werd dit verschijnsel onderdeel van mijn college elektromagnetisme, wanneer ik de polarisatie van Rayleighverstrooiing uitlegde. Hetzelfde mechanisme dat de blauwe kleur van de hemel verklaart, is ook verantwoordelijk voor de lineaire polarisatie van het verstrooide zonlicht (zie figuur). Het licht trilt loodrecht op het vlak zonlicht-luchtdeeltje-oog en in die richting verschijnt in het gezichtsveld een wazige blauwe pluim, onderbroken door een gele pluim die wijst in de richting van de zon. Het vlindervormige figuurtje verdwijnt al snel, even denk je dat het een verbeelding is, maar door je blik te verleggen komt het weer tevoorschijn. Om de vlinder te onderscheiden van andere vage figuurtjes die soms op je netvlies blijven hangen, gebruikte ik het feit dat het gele lijfje van de vlinder



Schematische weergave van de polarisatie van het zonlicht door verstrooiing aan een luchtdeeltje en het ontstaan van de vlinder (bundel) van Haidinger. Het luchtdeeltje trilt in de richting van de zon en straalt dan hoofdzakelijk in de richting daar loodrecht op. Een waarnemer ziet lineair gepolariseerd licht met de polarisatie-richting loodrecht op het vlak zonlicht-luchtdeeltje-oog. Op het netvlies wordt dit licht hoofdzakelijk geabsorbeerd door langwerpige luteïne-moleculen die georiënteerd zijn langs de polarisatie-richting. Zo ontstaat een kruisvormig blauw-geel patroon, dat in werkelijkheid nog een stuk vager is dan hier afgebeeld.

niet meedraait met je hoofd: het blijft naar de zon wijzen.

Ik bofte: Helmholtz schrijft dat hij twaalf jaar oefening nodig had om het vlindertje met eigen ogen te zien. Hij gaf de eerste verklaring van het verschijnsel: dichroïsme van de gele vlek in het netvlies. Een polarisatie-afhankelijke absorptiecoëfficiënt is echter niet voldoende voor de polarisatiedetectie, de moleculen moeten ook een voorkeursoriëntatie hebben. Luteïne, een langwerpig pigment, rangschikt zich in een cirkel op de gele vlek en absorbeert voornamelijk licht dat langs de lengterichting gepolariseerd is (zie figuur). Er is een consensus dat dit molecuul eerstverantwoordelijk is voor het effect, maar er blijven verassingen: Zo is honderd jaar na Haidinger ontdekt dat de vlinder ook verschijnt bij circulair gepolariseerd licht.

Een raadsel van een heel andere orde is de vraag of zeelui in de oudheid dit zesde zintuig gebruikten voor navigatie. Wisten de Vikingen, op weg naar Amerika, waar de zon zich achter de wolken schuilhield omdat het vlindertje in die richting wees?

Carlo Beenakker,  
Instituut-Lorentz, Universiteit Leiden

## Noot

- 1 Wilhelm Haidinger (1795-1871) noemde het figuurtje een *Büschel*, in het Nederlands een bundel of pluim, in het Engels minder juist vertaald als *brush*. Ik volg David Auerbachs meer beeldende vlinder (in *Eur. J. Phys.* 21, 13 (2000)).