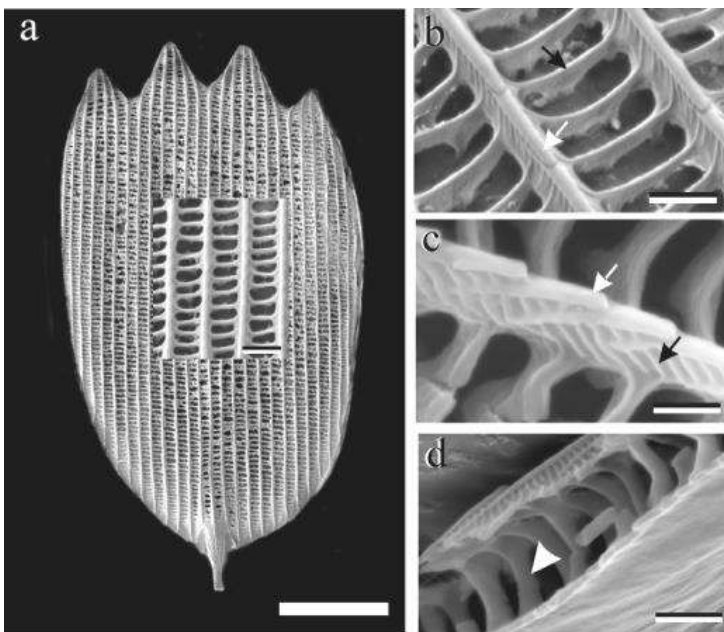


## Onderzoek naar de kleurvorming van vlindervleugels Gerard Bergsma

Op 27 januari 2008 was ik op een bijeenkomst van de Nederlandse Entomologische Vereniging Afdeling Noord in de Natuurij te Drachten. Daar hield Doekele Stavenga, hoogleraar neurobiofysica aan de Rijksuniversiteit Groningen, een lezing over 'kleurvorming bij vlindervleugels'.

De kleuren van vlindervleugels worden bepaald door optische eigenschappen van de vleugelschubben. Dit klinkt nogal simpel, maar diepgaand onderzoek heeft uitgewezen, dat de praktijk van het kleurvormingsproces vele malen ingewikkelder is dan was verondersteld. Het gaat om combinaties van golflengteafhankelijke lichtverstrooiing, absorptie en iridescentie, waarbij de combinaties karakteristiek zijn voor de soort en het geslacht van vlinders. De kleur van de schubben wordt normaliter bepaald door pigmenten (pigmentkorrels). De schubben hebben feitelijk fotonische eigenschappen. De schubstructuren (met richels, dwarsribben en soms kralen) in de vlindervleugels absorberen of verstrooien invallend licht, waarbij er ook sprake is van wisselwerking tussen de laagjes materiaal en het licht (interferentie). Vele vlindersoorten hebben dek- en grondscharren met 'kerstboomachtige' multilaagstructuren, waarmee niet alleen de prachtige kleuren worden gerealiseerd, maar ook contrastlijnen en andere markeringspunten op de vleugels die herkenning door de soortgenoten moet bevorderen. De schubben bevinden zich zowel aan de bovenzijde als aan de onderzijde van de vleugels. Vlinders van de familie *Pieridae* zijn een aantrekkelijke doelgroep voor de



Uit: Butterfly wing scales : pigmentation and structural properties Giraldo, M.A.

onderzoekers, omdat hun methodes van kleuring relatief eenvoudig zijn in vergelijking met de vaak complexe (en nog steeds niet goed begrepen) optische kleurschakeringen, die men tegenkomt bij de *Nymphalidae* (pigmentatie) en de *Lycaenidae* en *Papilionidae* (schubben met fotonische kristaleigenschappen). Aangezien het menselijk oog geen licht in het ultraviolette deel van het spectrum kan zien, nemen wij door de terugkaatsing van licht (door de schubben in de vlindervleugels) in de golflengte van het voor de mens zichtbare deel van het spectrum de witte kleur van de vleugels van de

witjes waar. Vlinders daarentegen zien, net zoals alle andere insecten, goed in de UV-bandbreedte en zijn daardoor wél in staat om de lage UV-weerkaatsing te

detecteren met als gevolg, dat zij **sterk gekleurde** witjesvleugels waarnemen. De kleuren die vlinders zien, hangen af van de aanwezigheid van bepaalde typen pigment in de vleugels van hun soortgenoten. Er zijn pigmenten die niet alleen *ultraviolet licht* absorberen, maar dit bijvoorbeeld ook doen in de *blauwe, groene en gele bandbreedte* van het (voor de mens) zichtbare spectrum. Het mannetje van het Oranjetipje bijvoorbeeld heeft in de tippen van zijn bovenvleugels een totaal ander pigment dan in de rest van zijn vleugels, waardoor (als gevolg van absorptie van bepaald kortegolflucht en reflectie van het overige licht) daar de fel oranje kleur zichtbaar is. Weerschijnvlinders hanteren weer een andere reflectietechniek (iridescentie); denk maar aan het feit, dat zij ‘van kleur veranderen’ wanneer je langzaam om de vlinder heen loopt en hem onder andere invalshoeken bekijkt. De praktijk van dit alles is echter nog veel ingewikkelder dan hierboven gesteld.

Mannetjesvlinders en vrouwtjesvlinders hebben sekse-afhankelijke kleuren. De reflecterende schubben en de kleurschakeringen van elkanders vleugels moeten ervoor zorgen, dat de vlindersoorten elkaar kunnen herkennen; dat is uiteraard de primaire functie van dit fenomenale, ingenieuze en complexe systeem van schubben en pigmenten. Maar ook gebruiken vlinders hun kleuren om zich (onder bepaalde omstandigheden) onzichtbaar te maken, bijvoorbeeld met de vleugels open of dicht (camouflage- of ‘stealth’-techniek) of om te waarschuwen (felle kleuren en/of schijnogen). Morpho’s reflecteren op spectaculaire wijze blauwe kleuren; iemand die Morpho’s heeft zien vliegen op zonnige plekken in het oerwoud weet wat ik hiermee bedoel; de blauwe vonken spatten bij wijze van spreken van de vleugels af. Citroenvlinders doen aan lichtverstrooiing (voornamelijk geel en groen). Het door Dagpauwogen gebruikte pigment absorbeert geen rode kleuren. Natuur = variabiliteit.

Voor het onderzoek maakt men o.a. gebruik van elektronenmicroscopen en fiber-optische spectrometers. De Colombiaanse natuurkundige Marco Antonio Giraldo is onlangs op dit onderzoek gepromoveerd aan de Rijksuniversiteit Groningen en heeft hiervoor een gedetailleerd proefschrift geschreven. U kunt dit (grotendeels ) lezen op de volgende website: <http://irs.ub.rug.nl/ppn/304871559>

#### Bronvermelding:

Giraldo, M.A. 2007. Butterfly wing scales – pigmentation and structural properties.  
Stavenga, D.G., Leertouwer, H.L. 2007. Colourful butterfly wings: scale stacks, iridescence and sexual dichromatism of Pieridae. *Entomologische berichten E.B.* 67 (5) oktober 2007