

Kleurige spinnen

Spinnen worden meestal geacht alleen saaie bruine kleuren te hebben, terwijl veel soorten juist opvallend gekleurd zijn. De kleuren kunnen veroorzaakt worden door pigmenten in de huid, reflecterende kristallen onder de huid, of schubben en haren op de huid. Kleuren worden gebruikt om in de omgeving op te gaan, om juist op te vallen en predatoren af te schrikken, of om partners aan te trekken. Bij springspinnen is aangetoond dat ze kleuren kunnen onderscheiden waaronder ultraviolet, maar weinig of geen rood. Veel van de pigmenten die kleur bij insecten veroorzaken, zijn bij spinnen nooit gevonden: een extra aanwijzing dat spinnen géén insecten zijn.

Peter Koomen

Uiterdijksterweg 45
8931 BL Leeuwarden
pkoomen@worldonline.nl



Entomologische Berichten 64(3): 74-81

Trefwoorden: balts, camouflage, iriseren, mimicry, ogen, pigmenten

Inleiding

Als de blaadjes vallen, komen ze weer tevoorschijn: de geschilderde en geplakte spinnen achter de ramen van de basisscholen. Hoewel vingerverf in veel kleuren beschikbaar is, hebben de 'schoolspinnen' stevast maar twee kleuren: bruin voor het lijf en zwart voor het kruis op de rug. Blijkbaar hoort dat zo op school, maar de spinnen worden er ernstig mee tekort gedaan.

Alle kleuren van de regenboog

In de huiselijke omgeving is een bruine kruisspin (*Araneus diadematus* Clerck), een donkerbruine brugspin (*Larinioides sclopetarius* (Clerck)) of een bijna-zwarte huisspin (*Tegenaria domestica* (Clerck)) (figuur 1) tamelijk gemakkelijk tegen te



Figuur 1. Voorbeelden van saaie bruine spinnen: **a** kruisspin (*Araneus diadematus* Clerck), **b** brugspin (*Larinioides sclopetarius* (Clerck)), **c** grijze huisspin (*Tegenaria domestica* (Clerck)). Foto's: Peter Koomen
Examples of drab brown spiders: **a** garden spider (*Araneus diadematus* Clerck), **b** orb weaver (*Larinioides sclopetarius* (Clerck)), **c** common house spider (*Tegenaria domestica* (Clerck)).



a



b



c



d



e



f



g



h



i



j



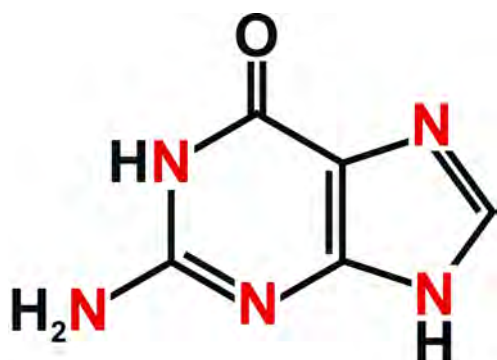
Grondkleur wit

komen. Het zijn grote spinnen die opvallend voor het raam hangen of door de kamer rennen. Geen wonder dat schoolkinderen denken dat alle spinnen bruin zijn. Gelukkig is dit niet waar. Spinnen zijn er letterlijk in alle kleuren van de regenboog. Figuur 2 laat een paar voorbeelden zien. Hoe komen spinnen aan al die fraaie kleuren en wat moeten ze ermee?

Om te beginnen is bij veel spinnen de grondkleur van het achterlijf niet bruin maar wit. Dat komt door het uitscheidingsstelsel. Uitscheiding heeft te maken met het afvoeren van afvalstoffen. Ammoniumionen (NH_4^+) vormen een gevaarlijke afvalstof; ze komen vrij bij de afbraak van eiwitten en ze zijn giftig. Ze kunnen dus beter niet te lang in een dier blijven circuleren. Door zoogdieren worden ze in de lever omgezet in ureum ($\text{H}_2\text{N-CO-NH}_2$), een tamelijk onschuldige in water oplosbare stof. Ureum kan gemakkelijk door de nieren verwijderd worden.

Figuur 2. (pagina's 75-76) Spinnen kunnen alle kleuren van de regenboog hebben: **a** rood: lentevuurspinn (*Eresus sandaliatus* (Martini & Goeze)) uit Spanje – **b** oranje: tropische wielwebsspinn (*Gasteracantha spec.*) van Borneo – **c** Oranje: sinaasappelspinn (*Araneus alsine* (Walckenaer)) uit Hongarije – **d** oranjegeel: tijgerspinn (*Argiope aemula* (Walckenaer)) van Borneo – **e** geeloranje: springspinn (*Bavia spec.*) van Borneo – **f** geel: gewone kameleonspinn (*Misumena vatia* (Clerck)) uit Nederland – **g** geelgroen: wielwebsspinn (*Araneus mitificus* (Simon)) van Borneo – **h** metaalgroen: springspinn (*Phintellavittata* (C.L. Koch)) van Borneo – **i** groen: krabspinn (*Oxytate striatipes* L. Koch) uit Japan – **j** diepgroen: groene jachtspinn (*Micrommata virescens* (Clerck)) uit Nederland – **k** blauwgroen: wielwebsspinn (*Araneus spec.*) van Borneo – **l** blauw: springspinn (*Thiania spec.*) van Borneo – **m** paarse weerschijn: wielwebsspinn (*Araneus ishisawai* Kishida) uit Japan – **n** donker paars/bruin: schorskrabspinn (*Tmarus spec.*) uit Japan – **o** wit: springspinn (*Telamonia spec.*) van Borneo – **p** zilver: zilveren tijgerspinn (*Argiope argentata* Fabricius) uit Brazilië – **q** zwart: kampoott (*Zelotes spec.*) uit Spanje. Foto's: Peter Koomen

(Figure 2, pages 75-76) Spiders come in all colours of the rainbow: **a** red: ladybird spider (*Eresus sandaliatus* (Martini & Goeze)) from Spain – **b** orange red: kite spider (*Gasteracantha spec.*) from Borneo – **c** orange: strawberry spider (*Araneus alsine* (Walckenaer)) from Hungary – **d** orange yellow: grand argiope (*Argiope aemula* (Walckenaer)) from Borneo – **e** yellowish orange: jumping spider (*Bavia spec.*) from Borneo – **f** yellow: flower spider (*Misumena vatia* (Clerck)) from The Netherlands – **g** yellowish green: orb weaver (*Araneus mitificus* (Simon)) from Borneo – **h** metallic green: banded phintella (*Phintella vittata* (C.L. Koch)) from Borneo – **i** green: crab spider (*Oxytate striatipes* L. Koch) from Japan – **j** deep green: meadow spider (*Micrommata virescens* (Clerck)) from The Netherlands – **k** bluish green: orb weaver (*Araneus spec.*) from Borneo – **l** blue: fighting spider (*Thiania spec.*) from Borneo – **m** purple sheen: orb weaver (*Araneus ishisawai* Kishida) from Japan – **n** dark purple/brown: crab spider (*Tmarus spec.*) from Japan – **o** white: jumping spider (*Telamonia spec.*) from Borneo – **p** silver: silver argiope (*Argiope argentata* Fabricius) from Brazil – **q** black: black zipper (*Zelotes spec.*) from Spain.



Figuur 3. Structuurformule van guanine, de stikstofrijke afvalstof die spinnen als witte kleurstof gebruiken. Illustratie: Peter Koomen.
Structural formula of guanine, the nitrogen-rich waste compound that spiders use as a white pigment.

Spinnen hebben geen lever of nieren. De leverfunctie wordt waargenomen door grote hoeveelheden darmblindzakken, vertakte uitstulpingen van de middendarm in het achterlijf. De rol van de nieren wordt gespeeld door een netwerk van buisjes in het achterlijf, de buizen van Malpighi. Deze nemen afvalstoffen op en transporteren ze naar de einddarm. Zowel blindzakken als Malpighi-buisjes kunnen ammonium omzetten in guanine (figuur 3): dit is net als ureum een onschuldige stikstofrijke verbinding. Guanine is in water zo goed als onoplosbaar en het kristalliseert gemakkelijk.

Veel spinnen scheiden niet alle guanine uit. Een groot deel wordt als kristallen opgeslagen in speciale cellen aan de uiteinden van de darmblindzakken. Elke uitstulping krijgt hierdoor een wit kapje, dat van binnen tegen de huid drukt. Als er in de huid weinig pigment zit, zijn de topjes van de darmblindzakken van buitenaf zichtbaar als een mozaïek van witte vlekjes (figuur 4). Als de huid wel pigment bevat vormt de guanine een prachtige reflectielaag waarmee felle kleuren verkregen kunnen worden. Als een spin witte vlekken heeft (zoals bij het kruis van de kruisspinn) zijn dat vaak 'gaten' in het pigment in de huid, waardoor de onderliggende guanine laag zichtbaar is (Foelix 1992).

De buitenste huidlaag van een spin bestaat uit chitine en is meestal doorzichtig. Vlak daaronder ligt een laag cellen die korreltjes van allerlei pigmenten kan bevatten. Bij spinnen blijken die pigmenten vooral tot twee groepen te behoren (Holl 1987).

Geel-oranje-rood-bruin-zwart

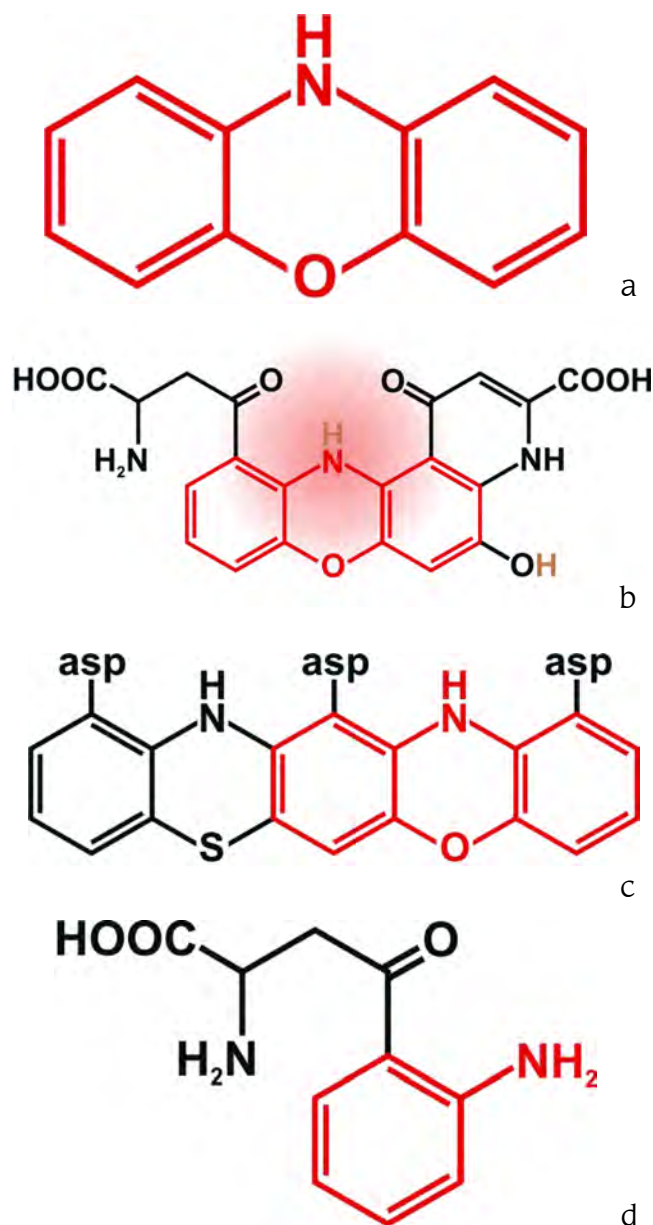
De eerste groep wordt 'ommochromen' genoemd, omdat de eerste representanten gevonden werden in de facetogen (ommatidia) van insecten. Ze dragen bijvoorbeeld ook bij aan de oogkleur van het bekende laboratoriumfruitvliegje *Drosophila melanogaster* Meigen. Het hart van elk ommochroom wordt gevormd door een fenoxazinemolecuul (figuur 5a). Diverse aanhangsels en weglatingen zorgen voor verschillende kleuren.

Aan rode, oranje en lichtbruine kleuren liggen xanthommatine-achtige ommochromen ten grondslag. Xanthommatine (figuur 5b) kent twee vormen, een rode en een gele. Het zou voor een spin relatief eenvoudig moeten zijn om de ene in de andere vorm om te zetten door een paar waterstofatomen te verwijderen dan wel toe te voegen. Wellicht dat dit mechanisme er toe bijdraagt dat veel spinnen hun kleur enigszins kunnen aanpassen aan hun omgeving.

Een afgeleide van een ander ommochroom, ommine (figuur 5c), is bij spinnen verantwoordelijk voor veel donkerbruine kleuren. Als de hoeveelheid onderhuidse ommine erg groot is wordt het bruin zo donker dat het aardig in de buurt van zwart komt, zeker wanneer er nog andere pigmenten doorheen zitten.



Figuur 4. Een bleke viervlekwiwebsspinn (*Araneus quadratus* Clerck) waarvan het patroon van witte vlekjes gevormd door darmblindzakken met guanine zichtbaar is. Foto: Peter Koomen
A pale four-spot orb-weaver (*Araneus quadratus* Clerck), showing a pattern of white patches caused by guanine stored in gut pouches.



Figuur 5. Structuurformules van ommochromen: **a** fenoxazine, het basismolecuul van een ommochroom, **b** xanthommatinen: rood, oranje, lichtbruin **c** ommine: bruin, zwart, **d** kynurenine: knalgeel.

Illustratie: Peter Koomen.

Structural formulas of ommochromes: **a** phenoxazine, the core molecule of an ommochrome, **b** xanthommatins: red, orange, light brown, **c** ommine: brown, black, **d** kynurenine: bright yellow.

Ook kynurenine (figuur 5d) en afgeleiden worden tot de ommochromen gerekend. Ze zorgen voor veel knalgele kleuren.

Groen-blauw

Een tweede groep wordt gevormd door de 'bilinen'. Deze kunnen beschouwd worden als opgeknijpte porfyriering (figuur 6). Een porfyriering is een 'ring van vier ringen' van koolstof- en stikstofatomen, waarbij de stikstofatomen naar het midden wijzen. Zo'n ring heeft als natuursteen een aantal handige eigenschappen. Je kunt er bij wijze

van kapstok allerlei dingen aanhangen én je kunt er een metaalion in opsluiten. Porfyrieringen vormen daardoor de kern van een aantal belangrijke moleculen in de natuur.

Chlorofyl (bladgroen) bevat een porfyriering met een magnesiumion in het midden. De zuurstofbindende pigmenten hemocyanine en hemoglobine bevatten porfyrieringen met respectievelijk een koper- en een ijzerion in het midden. Menselijke rode bloedlichaampjes bevatten veel hemoglobine. Als ze kapot gaan worden ze door de lever opgeruimd. De hemoglobine wordt gedeeltelijk afgebroken en de afbraakproducten worden geloosd in de gal. Het Latijnse woord voor gal is bilis, en dat verklaart de naam 'bilinen' voor de afbraakproducten van porfyriene.

Afbraak van hemoglobine kan ook buiten de lever plaatsvinden. Als je iemand een 'blauw oog' slaat zul je zien dat het eerst rood is vanwege de bloeduitstortingen met zuurstofrijk hemoglobine. Na een tijdje verliest de hemoglobine haar zuurstof en wordt het oog inderdaad blauw. Daarna worden de bloeduitstortingen opgeruimd. Daartoe worden porfyrieringen verbroken waardoor bilinen als bilirubine en biliverdine ontstaan. Deze maken het blauwe oog groen en geel.

Ook bij de groene jachtspin (*Micrommata virescens* (Clerck), figuur 2j) is een groene biline ontdekt. Dankzij een spelfout gaat deze verbinding nu als micromatabiline door het leven (figuur 6b). Het heeft als merkwaardige eigenschap dat het van kleur kan veranderen onder invloed van temperatuurwisselingen. De stof komt ook in dooier van spinnen-eieren voor. In verbinding met stoffen uit de dooier is micromatabiline onder de 29° C lichtgroen, daarboven blauwgroen. Mogelijk gebruiken spinnen in warme landen dergelijke kleuromslagen om er 's nachts, als het koeler is, anders uit te zien dan overdag.

Buitenbeentjes

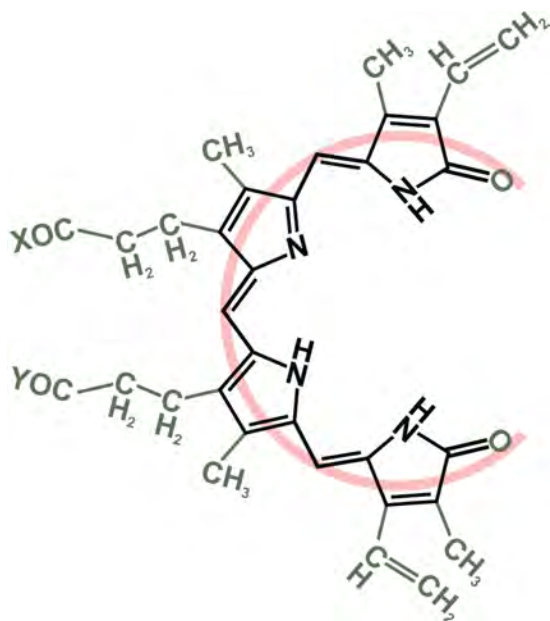
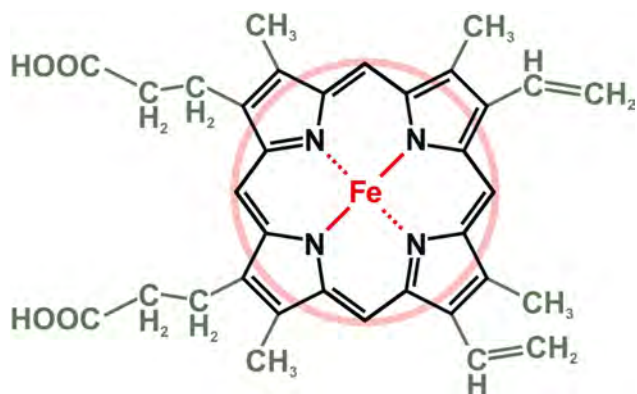
Er valt natuurlijk nog veel te onderzoeken aan spinnenpigmenten, maar tot nu toe zijn de meest gangbare insectenpigmenten nog nooit bij spinnen aangetoond (Holl 1987, Pearse *et al.* 1987, Schweppe 1993).

Carotenoiden zorgen bij insecten én worteltjes (Engels: carrot) voor gele, oranje en rode kleuren. In verbinding met eiwitten kunnen ze ook de rest van het spectrum aan: groen, blauw, paars, bruin en zwart. Bij spinnen zorgen xanthommatinen en bilinen voor dit spectrum.

Melaninen zijn verantwoordelijk voor veel bruin en zwart bij insecten, inclusief de beroemde industrieel-melanistische variant van de berkenspanner (*Biston betularia* Linnaeus). Daarnaast zijn er bruine, roodbruine en okergele melaninen. Tot nu toe is ieder verondersteld spinnenmelanine bij nader inzien een ommine gebleken.

Rode, oranje, gele en witte vlekken op vleugels van vlinders en vliesvleugeligen worden vaak veroorzaakt door pterinen. Deze kleurstoffen zijn chemisch enigszins verwant aan vitamine B2. Ze zijn genoemd naar het Griekse woord voor vleugel: pteron. Ook pterinen zijn nooit bij spinnen gevonden.

Kortom: spinnen hebben zo hun eigen oplossingen om er kleurig uit te zien. Het zijn beslist geen insecten. Spinnen zijn echt heel bijzonder.



Figuur 6a. Heem als voorbeeld van een molecuul met een porfyriering, **b** micromatabiline, af te leiden van een opengeknipte porfyriering. Illustratie: Peter Koomen.

a Hemin as an example of a molecule containing a porphyrin ring, **b** micromatabilin, as derivable from a cut open porphyrin ring

Figuur 7. Voorbeelden van spinnen die doen of ze iets anders zijn:

a bruin strooisel: zwarthandboswolvspin (*Pardosa saltans* Töpfer-Hofmann & Von Helversen), Nederland – **b** groene bladeren: groen kaardertje (*Nigma walckenaeri* (Roewer)), Nederland – **c** vlekkelig korstmos: huiszebraspin (*Salticus scenicus* (Clerck)), Finland – **d** glinsterende waterdruppel: strekspinn (*Tetragnatha* spec.), Nederland – **e** mier: mierspringspin (*Myrmarachne* spec.), Borneo. Foto's: Peter Koomen

Examples of spiders resembling something else: **a** brown leaf litter: wolf spider (*Pardosa saltans* Töpfer-Hofmann & Von Helversen), The Netherlands – **b** green leaves: leaf lace-weaver (*Nigma walckenaeri* (Roewer)), The Netherlands – **c** spotty lichens: zebra spider (*Salticus scenicus* (Clerck)), Finland – **d** glistening waterdroplet: long-jawed spider (*Tetragnatha* spec.), The Netherlands: **e** ant: ant-mimicking jumping spider (*Myrmarachne* spec.), Borneo.





Figuur 8. De doornspin *Micrathena schreibersi* (Perty) uit Guyana, met akelige punten en kleuren die daarvoor waarschuwen. Foto: Peter Koomen.

The thorn spider Micrathena schreibersi (Perty) from Guyana, with unpleasant spines announced by warning colours.

Structuurkleuren

Sommige kleuren worden niet door pigmenten veroorzaakt maar door kleine structuren (Simon 1971). Een voorbeeld kwamen we al tegen. De structuur van de guaninekristallen onder de huid van een spin is zodanig dat invallend licht in allerlei verschillende richtingen wordt teruggekaatst: het licht wordt verstrooid. Dat ziet er 'wit' of zilverachtig uit (Oxford 1998). Het effect is te vergelijken met lichtverstrooiing door de vele kleine luchtbelletjes in grijze mensenharen. Ook dit effect komt bij spinnen voor: witte strepen en spikkels hebben soms niets met pigment te maken maar alles met luchtige haren. Soms hebben dergelijke haarvlekken een zilverachtige of parelmoerachtige glans (figuur 2p). De haren zijn dan zo dun dat er een tweede structureffect begint mee te spelen, vooral wanneer ze zijn afgeplat tot schubben.

Weerschijnkleuren (figuur 2m) en metaalglans (figuur 2h) ontstaan door interferentie wanneer licht weerkaatst van een dun laagje doorzichtig materiaal. Als hier licht op valt, kaatst een deel meteen van het bovenoppervlak terug. Een ander deel dringt door in het materiaal en kaatst van het onderoppervlak terug. Een toeschouwer krijgt dus zowel lichtstralen naar zich toe die direct van het oppervlak zijn teruggekaatst als stralen die een iets langere weg hebben afgelegd omdat ze ook nog in het materiaal op en neer zijn geweest. De 'achterlopende' stralen kunnen de direct teruggekaatste stralen versterken of verzwakken. Wat er precies gebeurt hangt af van de kleur van het licht, de dikte van het laagje en de hoek van inval. Als een dunne laag overal dezelfde dikte heeft, kan het van licht één bepaalde kleur versterkt terugkaatsen en alle andere kleuren afzwakken. Een zeepbel en een olievlek op het water zijn dunne laagjes die niet overal precies even dik zijn. Ze weerkaatsen dan ook alle kleuren van de regenboog. Spinnen slagen er blijkbaar in om haren of schubben te maken die wél overal dezelfde dikte hebben, zodat ze maar in één kleur tegelijk iriseren.

Ik ben er niet. Let niet op mij

Een belangrijke functie van kleuren is natuurlijk het afleiden van de aandacht. Mensen mogen dan niet zo van spinnen

houden, veel vogels doen dat wel. Hoe minder een spin dan als spin herkenbaar is, des te groter zijn de overlevingskansen (figuur 7). Zo zijn spinnen die tussen strooisel rondscharrelen vaak bruin, spinnen die tussen de bladeren en kruiden leven kunnen groen zijn, en spinnen die graag op korstmossen zitten doen er verstandig aan net zo onregelmatig gekleurd te zijn. Kleinere spinnen kunnen met een zilverwit achterlijf doen of ze een glinsterende druppel water zijn. Voor spinnen die leven in een gebied met veel gemene stekende en bijtende mieren loont het de moeite om in vorm, gedrag én kleur een mier na te doen. Iedereen zal ze ontwijken.

Veel spinnen kunnen hun kleur enigszins aanpassen, niet à la minute maar wel in de loop van dagen. Kruisspinnen bij een witte schutting zijn bijvoorbeeld aanzienlijk lichter dan exemplaren uit donkere bosjes. Dat is lastig bij het op naam brengen van spinnen: de kleur is lang niet altijd betrouwbaar. Sommige krabspinnen maken het helemaal bont. Ze wachten in bloemen op insecten die daar nectar of stuifmeel komen halen. Het is daarbij essentieel dat ze dezelfde kleur hebben als de bloem, zodat de hinderlaag niet opvalt. Afhankelijk van de kleur van beschikbare bloemen veranderen ze hun kleur in geel, roze of wit. De flronia (*Floronia bucculenta* (Clerck)) staat er om bekend heel snel van kleur te kunnen veranderen. Wanneer ze in haar hangmatwebje tussen de bramen hangt is haar achterlijf wit. Bij verstoring laat ze zich op de grond vallen en is dan plotseling bruin geworden. Ze trekt gewoon haar darmblindzakken met witte guaninekristallen samen. Daardoor krijgt de bruinige kleur van de lichaamsvloeistof de overhand (Bristowe 1958).

Ik ben er wél. Let op!

Andere spinnen vragen erom gezien te worden. Soms is dat bedoeld bij wijze van waarschuwing. Tropische wielwebspinnen van de geslachten *Gasteracantha* en *Micrathena* hebben akelige harde punten op hun achterlijf (figuur 8), waardoor het voor een vogel praktisch onmogelijk is ze door te slikken. De vogels worden daarvoor gewaarschuwd met de kleurencombinaties die overal in de natuur gevaar (vies, gif, angels, stekels) aanduiden: geel-zwart (zoals bij stekende wespen) of rood-zwart (zoals bij vies smakende lieveheersbeestjes) of geel-rood-zwart (voor alle zekerheid). Bij stekeleke spinnen is het duidelijk waar de waarschuwing voor be-



Figuur 9. Een kleurige tropische springspin (*Siler semiglaucus* (Simon)) uit Borneo. Foto: Peter Koomen

A colourful jumping spider (Siler semiglaucus (Simon)) from Borneo.

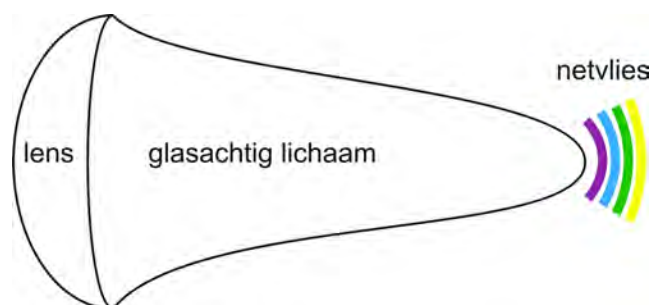
doeld is. Bij tijgerspinnen (figuur 2d) is het niet zo duidelijk waar ze precies voor waarschuwen. Misschien doen die spinnen hetzelfde als zweefvliegen: er uitzien als iets gevaarlijks zonder het echt te zijn, in de hoop toch met rust gelaten te worden.

Ook springspinnen zijn vaak buitengewoon opvallend gekleurd. Een springspin vangt een prooi door deze van een afstand te detecteren, via een omtrekkende beweging te besluipen en ten slotte te overrompelen door er bovenop te springen. Om dit alles tot een goed einde te brengen beschikt een springspin over grote ogen (figuur 2o) en een goed gezichtsvermogen. Dit wordt ook gebruikt om soortgenoten van prooien te onderscheiden en om eventuele partners op waarde te schatten (Forster 1985). Daarom doen vooral de mannetjes hun best om er op zijn voordeligst uit te zien. Hierbij wordt niet op een kleurtje meer of minder gekeken (figuur 9).

Spinnen zien kleur

Wat zien spinnen nu zelf van al die kleuren? Daar is eigenlijk niet zoveel over bekend. Alleen springspinnen zijn redelijk onderzocht (Forster 1982, Foelix 1992, Land 1985). Zij beschikken over een zeer geavanceerd optisch apparaat, wat echter niet direct uit de ooglenzen blijkt. De grote middelste ogen hebben slechts een eenvoudige lens, die niet geacht kan worden te corrigeren voor 'chromatische aberratie'. Dat betekent dat de blauwe lichtstralen een scherp beeld vormen vlak voor de plek waar het groene beeld scherp is, dat op zijn beurt weer juist voor de plek ligt waar het gele beeld scherp is, enzovoort. Als het netvlies zich bevindt op de plek waar het gele beeld scherp is, zijn het groene en het blauwe beeld een beetje wazig, waardoor gekleurde randjes rondom objecten ontstaan. Dit effect is goed te zien bij goedkope loepen, verrekijkers en camera's.

In duurdere camera's wordt voor chromatische aberratie gecorrigeerd door een aantal lenzen op elkaar te plakken die elkaars kleurschifting opheffen. In het menselijke oog gebeurt iets soortgelijks doordat de lens gelaagd is. Een springspin heeft een totaal andere oplossing om een scherp meerkleurenbeeld te krijgen: hij heeft een gelaagd netvlies (figuur 10). De buitenste laag, die het verst van de lens ligt, blijkt het gevoeligst voor geel licht. Daarvóór ligt een laag die groengevoelig is, dáárvoor een blauwgevoelige laag, en de binnenste laag blijkt ultraviolet licht te kunnen waarnemen. Elke netvlieslaag 'ontvangt' een scherp beeld in de



Figuur 10. Schematische bouw van een springspinnen oog met een netvlies in vier lagen. Illustratie: Peter Koomen.

Diagram of a jumping spider's eye with a four-layered retina.

kleur waarvoor de laag gevoelig is. Blijkbaar is de spin in staat die beelden in zijn hersenmassa te combineren tot één kleurenbeeld.

Uit de opbouw van het netvlies blijkt dat springspinnen ongeveer dezelfde kleurgevoeligheid hebben als veel insecten: rood wordt niet of nauwelijks waargenomen; geel, groen, blauw en paars wel, en ultraviolet is extra. Als mens is het moeilijk je een voorstelling te maken van de kleurenwereld van een spin, maar die bestaat duidelijk uit veel meer kleuren dan bruin en zwart!

Literatuur

- Bristowe WS 1958. The world of spiders. Collins.
 Foelix RF 1992. Biologie der Spinnen (2. Aufl). Thieme.
 Forster L 1982. Visual communication in jumping spiders (Salticidae). In: Spider communication. Mechanisms and ecological significance (Witt P & Rovner JS eds): 161-247. Princeton.
 Forster L 1985. Target discrimination in jumping spiders (Araneae: Salticidae). In: Neurobiology of arachnids (Barth FG ed): 249-274. Springer.
 Land MF 1985. The morphology and optics of the spider eye. In: Neurobiology of arachnids (Barth FG ed): 53-78. Springer.
 Holl A 1987. Coloration and chromes. In: Ecophysiology of spiders (Nentwig W ed): 16-25. Springer.
 Oxford GS 1998. Guanine as a colorant in spiders: development, genetics, phylogenetics and ecology. In: Proceedings of the 17th European Colloquium of Arachnology, Edinburgh 1997 (Selden PA ed): 121-131. British Arachnological Society.
 Pearse V, Pearse J, Buchsbaum M & Buchsbaum R 1987. Living invertebrates. Blackwell & Boxwood.
 Schweppe H 1993. Handbuch der Naturfarbstoffe. Vorkommen, Verwendung, Nachweis. Nikol.
 Simon H 1971. The splendor of iridescence. Structural colours in the animal world. Dodd, Mead & Co.

Geaccepteerd 9 maart 2004.

Summary

Colourful spiders

Spiders are usually supposed to be all of a drab brown colour. They can on the contrary show all colours of the rainbow. In fact, the basic colour of many species is white, caused by guanine crystals stored in gut pouches just underneath the skin. The crystals can reflect light through pigments in a subcutaneous layer. Yellow, orange, red, brown and black colours are usually caused by ommochrome pigments, derived from phenoxazine. Green and blue colours have often to do with bilins, organic compounds similar to degradation products of porphyrin. Bluish and purplish colours are often structural, caused by interference of light rays reflecting from thin hairs or scales. Many pigments found in insects (carotenoids, melanins, pterines) have never been detected in spiders, underlining that spiders are in a class of their own.

Spiders often use colours to resemble their environment, but sometimes to warn predators for unpleasant defence mechanisms, or to advertise themselves as an attractive mate. Jumping spiders have been proven to actually see colours, although not in the same way as humans do. Jumping spiders lack red vision, but are able to see ultraviolet colours, invisible to the human eye.