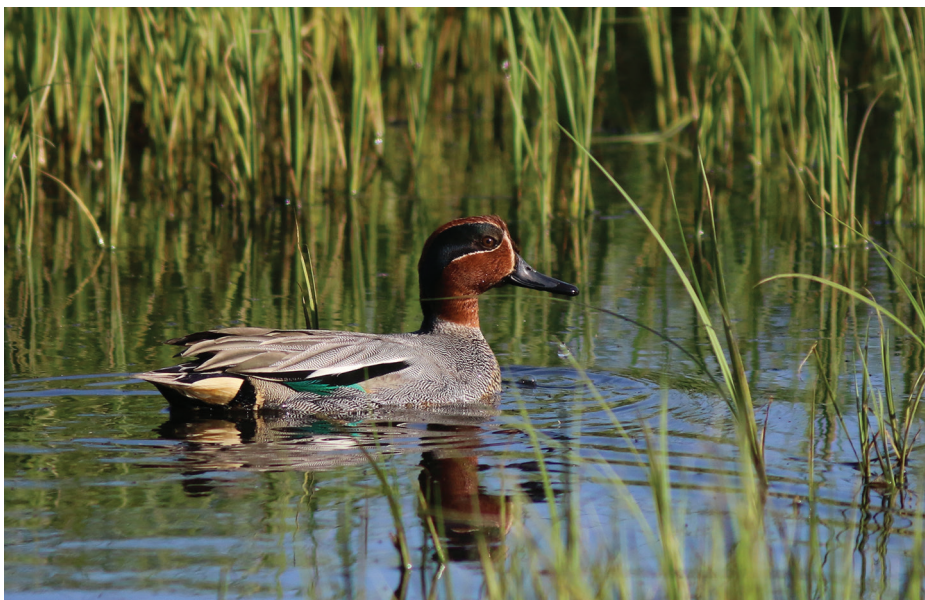
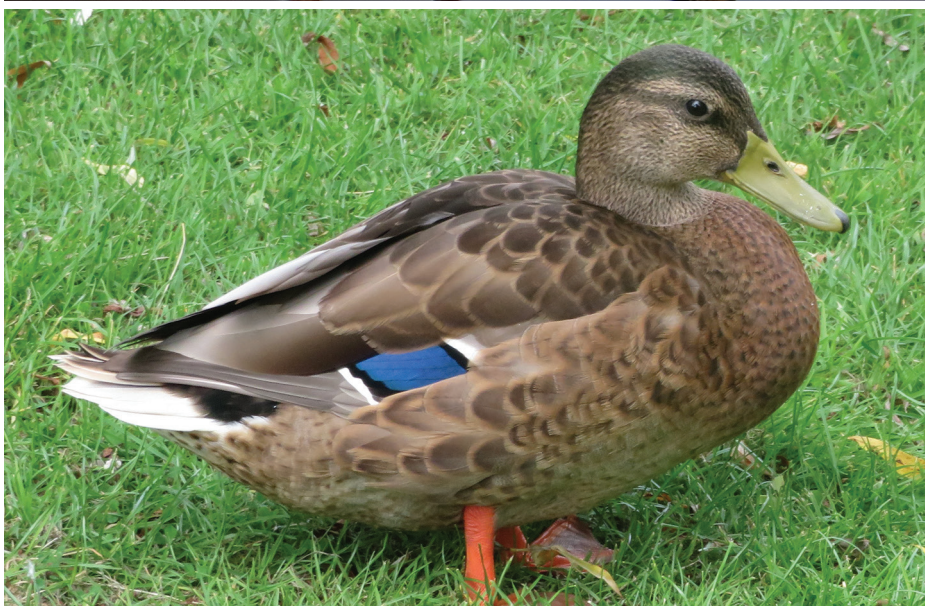




Afbeelding1abc. Huisemus met schutkleuren (a), spiegel van een wilde eend (b), spiegel van een wintertaling (c)
Foto's Ruben Houwertjes, Jasper Houwertjes, Hans op den Dries

Het is vroeg in de ochtend, de zon komt net op en toch is het al een grote bedrijvigheid in de tuin. Bruine huismussen vliegen de heg in en uit terwijl een koolmees als een zwart-gele acrobaat aan de voerdersilo hangt om een stukje pinda te pakken. Schitterend om te zien natuurlijk maar waarom hebben vogels eigenlijk zoveel verschillende kleuren? En hoe krijgen ze die dan? Tijd om het geheim hierachter eens te ontrafelen.

Het nut van het hebben van een kleur.

Het spreekt natuurlijk voor zich dat vogels niet graag door roofdieren gezien willen worden. Ze hebben dan ook niet voor niets een schutkleur waardoor ze wegvallen in hun omgeving. Een zwarte toekan in een donker oerwoud is hier een goed voorbeeld van. De meest voorkomende schutkleur is een bruine, vlekkerige kleur. We vinden deze schutkleuren vooral bij jonge vogels en bij vogels die op de grond broeden, zoals het vrouwtje van de wilde eend (*Anas platyrhynchos*). Maar zoals bij elk onderwerp bestaan er altijd uitzonderingen, want waarom hebben bijvoorbeeld meeuwen, sterns en flamingo's als grondbroeders dan wel een opvallende kleur? Dat heeft dan weer te maken met het feit dat deze vogels minder gevaar lopen, ook op de grond, doordat ze zelden alleen voorkomen en in kolonies broeden.

Verder spelen kleuren een rol bij de soortherkenning. Het is net zo belangrijk om door vijanden niet opgemerkt te worden als juist herkend te kunnen worden door soortgenoten. Een mooi voorbeeld is de vleugelspiegel van eenden. Meerdere eendensoorten hebben midden op de vleugel een aantal gekleurde armpennen die gezamenlijk een gekleurd vlak vormen. Zo is deze spiegel bij de wintertaling (*Anas crecca*) glanzend groen, bij de krakeend (*Mareca strepera*) wit en bij de wilde eend glanzend donkerblauw van kleur. Daarnaast hebben de woerden een andere kleur verenkleed dan de vrouwtjes eenden. Het is dus niet alleen te zien tot welke soort het dier behoort (spiegelkleur) maar ook of het een mannetje of vrouwtje betreft. Wel zo handig want tijdens de paartijd zoeken de dieren van dezelfde soort onderling contact.

Bij de balts zijn gekleurde veren belangrijk om bepaalde stemmingen uit te drukken. Kleuren worden ook ingezet als signalering, bijvoorbeeld om te waarschuwen bij het opvliegen of om voor verwarring te zorgen, de zogenaamde schrikkleuren. Denk hierbij aan groene vogels die zolang ze stil zitten niet opvallen. Maar als ze opvliegen juist aandacht trekken, versterkt doordat er bijvoorbeeld rode vlekken onder de vleugels zitten. Een roofdier kan de vogel makkelijk volgen maar is hem opeens kwijt als de vogel neerstrijkt en zijn vleugels samenvouwt. De natuur heeft best slimme trucjes, is het niet?

Als mens maken wij ook dankbaar gebruik van al deze soortspecifieke kleurkenmerken. Zo kunnen vogelaars de verschillende

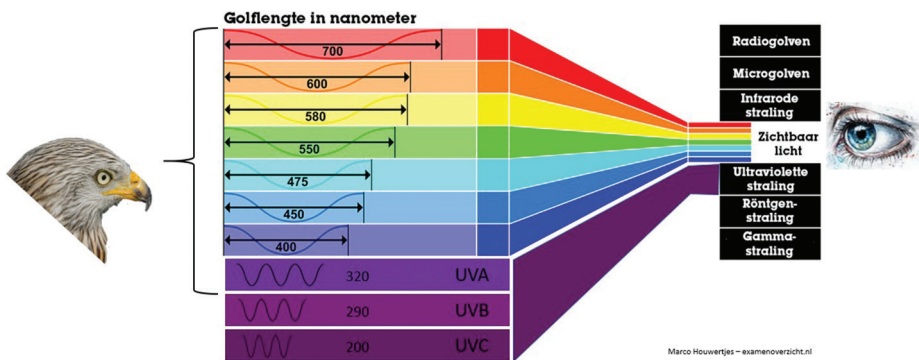
vogels al van verre in de natuur herkennen en kunnen de specialisten bij de douane controleren of er in een partij vogels niet stiekem beschermde exemplaren gesmokkeld worden.

Waardoor krijgen vogels deze prachtige kleuren?

Kleuren in de veren van een vogel worden op twee manieren gevormd, namelijk door de aan- en afwezigheid van pigmenten (1) of door de breking van het licht, veroorzaakt door de veerstructuur (2). In sommige gevallen zijn veerkleuren zelfs een combinatie van deze twee.

(1) Pigmenten

Hiervoor is er eerst enige achtergrondkennis nodig. Pigmenten zijn biologische kleurstoffen die worden aangemaakt door organismen. Bij dieren komen deze voor in weefsels en organen zoals de huid, ogen, haren en dus ook in veren. Zichtbaar licht is wit licht en bevat alle kleuren van de regenboog. Kleur is een eigenschap van licht die wordt bepaald door de verschillende golflengtes waaruit dat licht is samengesteld. De kleuren die ontstaan bij het aanstralen door zichtbaar licht zijn dus het gevolg van absorptie (opname) van bepaalde golflengtes. Wanneer een pigment alle golflengtes reflecteert (terugkaatst) zal het dus een witte kleur hebben. Indien alle kleuren worden geabsorbeerd is er geen reflectie meer en zien we dat als zwart. Een pigment dat bijvoorbeeld vooral rode, oranje en gele golflengtes absorbeert, zal dus een groenblauwe kleur (de kleuren die weerkaatst worden) vertonen.



Afbeelding 2. Balk met golflengtes en mens/vogel

In vogelveren komen drie soorten pigmenten voor:

- Carotenoïde (A)
- Melanine (B)
- Porfyrine (C)

A Carotenoïden worden gemaakt door planten (niet door dieren!) en zijn verantwoordelijk voor een geel-oranje-rode kleur. Ze zijn bij ons het meest bekend als caroteen, de oranje kleur van worteltjes. Toch hebben sommige vogels, zoals flamingo's, dit pigment in hun veren. Flamingo's eten hoofdzakelijk kreeftachtigen, weekdieren en wormen en er wordt vaak gezegd dat de roze kleur daaruit wordt opgenomen en dus afkomstig is van deze dieren. Dat is indirect het geval want ook deze dieren hebben van

nature geen carotenoïden in hun lichaam. Zij hebben dit op hun beurt weer opgenomen door het eten van algen.

B Melanine pigmenten komen voor als kleine kleurkorreltjes in de huid en met name in de veren. Afhankelijk van de concentratie kunnen deze pigmenten kleuren produceren van superzwart tot roodbruin en lichtgeel. Toch is melanine niet alleen verantwoordelijk voor de kleur. Het zorgt namelijk ook voor stevigheid; zwarte veren bevatten veel melanine en zijn daardoor beter bestand tegen slijtage dan witte veren zonder deze pigmentatie. Dit is goed te zien wanneer we kijken naar witte vogels zoals de ooievaar (*Ciconia ciconia*), die zwarte handpennen heeft en de zilvermeeuw (*Larus argentatus*) waarvan de vleugelpunten zwart van kleur zijn. Best wel logisch eigenlijk, als je beseft dat de punten van handpennen het meest onderhevig zijn aan slijtage. Het zijn immers lange veren die zeer belangrijk zijn voor het gecontroleerd kunnen vliegen. Door hun lengte worden ze veel blootgesteld aan de elementen. Ook als de vogel niet vliegt en de vleugel gevouwen is, steken ze vaak uit. Wanneer je eens op het strand loopt en geruide meeuwenveren bekijkt zal je zien dat bij veren van volwassen dieren het witte gedeelte er versleten uitziet terwijl de zwarte punt nog best gaaf is. Naast kleur geeft melanine ook bescherming van het lichaam tegen schadelijke UV-straling, een niet geheel onbelangrijk weetje.

dig voedingspatroon. Leucistische vogels kunnen dus een paar witte veren hebben, maar ook geheel witte vogels komen voor, denk aan de witte pauw (het betreft gewoon de *Pavo cristatus*). Al gauw wordt gezegd dat deze witte vogels albino vogels zijn maar dat verschil is duidelijk te zien aan de kleur van de ogen. Albino's hebben o.a. rode ogen en een compleet pigmentloze huid (door het ontbreken van melanine), terwijl leucistische vogels hun normale kleur ogen, snavels, huid en poten hebben. Het spreekt natuurlijk voor zich dat deze witte vogels veel meer moeite hebben om zich te handhaven in de natuur. Het tegenovergestelde van leucisme komt ook voor, dit heet melanisme. In het woord melanisme zit het Griekse woord melanos, wat "donkergekleurd" betekent. Welcome to the dark side.... Melanistische dieren zijn geheel zwart van kleur of vele malen donkerder dan gewoonlijk. Dit komt doordat er juist meer van het donkere pigment melanine tot uiting komt.



Afbeelding 3 abc. Pigmentvarianten albino/leucisme/normaal/melanisme
Albino kraai. Foto: Bjørn Christian Tørrissen
Leucistische glanstroepiaal. Foto: Floyd M Rogers
Donkere en lichte Kerkuil. All the birds of the world

Wat zien we daar nou?
Soms zien we vogels met afwijkende kleuren. Twee bekende afwijkingen zijn leucisme en melanisme. Leucisme is een afwijking die leidt tot een verminderde pigmentatie. Melanine is dan wel aanwezig in de veren maar komt niet tot uiting doordat er bepaalde eiwitten ontbreken. Het woord leucisme is afgeleid van het Griekse woord leukós, wat wit betekent. Door deze erfelijke mutatie in het DNA zien we dus wel eens bij van nature donkere vogels, zoals merels of kauwtjes, witte veren. Deze veren zelf zijn dan altijd geheel wit. Bij afwijkende veren die voor de helft wit zijn heeft dit dus een andere oorzaak, zoals een slechte conditie van de vogel tijdens de veergroei of een eenzijdig

C Porfyrines zijn biologische pigmenten die worden gevormd door gemodificeerde aminozuren. Deze vorm is vrij complex maar waar het grotendeels op neerkomt is dat ze een gemeenschappelijk kenmerk hebben, ze absorberen licht rond een golflengte van 410 nanometer waardoor er een fluores-

cerend helderrode kleur ontstaat, wat we wel kennen van gesteenten en mineralen. Naast deze mooie rode kleur kunnen er ook nog andere kleuren zichtbaar worden; roze, bruin en zelfs groen (brilliant green) zijn mogelijk. Dit pigment komt wel voor in de veren van bijvoorbeeld uilen, duiven en toerako's (*Musophagidae*).

(2) **Structuur kleuren**

A Iriserende kleuren

Naast pigmenten zijn er ook kleuren die ontstaan doordat licht reflecteert op de microscopische structuur van de veren. Het opvallende licht wordt door deze structuur (als door een prisma) gesplitst in rijkere kleuren, ook wel iriserende kleuren genoemd. Het woord iriserend bevat het Griekse woord iris, wat regenboog betekent. Een kenmerk van deze kleuren is dat wanneer

je de kijkhoek verandert, je een andere kleur te zien krijgt. Om een beeld van deze fascinerende kleuren te krijgen moeten we teug naar onze kindertijd. Iedereen heeft als kind wel eens bellen geblazen met zeepsop. Door het zonlicht kregen de bellen de mooiste kleuren en door de beweging van de bel werden er steeds andere kleuren zichtbaar, een fascinerend schouwspel. Andere bekende voorbeelden zijn parelmoer en drijvende olie op water. Bij vogelveren zien we soms ook iriserende kleuren. Denk maar eens aan de prachtige kleuren van de blauwe pauw (*Pavo cristatus*), de spreeuw (*Sturnus vulgaris*) en de wat verder van ons afstaande kolibries (*Trochilidae*). Ook een bekende is de zwart-witte ekster (*Pica pica*) waarbij de gewoonlijk zwarte staartveren soms een groene kleur hebben en de vleugelveren soms blauw zijn (afbeelding 4).



Voorbeelden van iriserende veren van een pauw (a) en de kop van een woerd wilde eend (b) en een ekster (c)
Alle foto's van Marco Houwertjes

B niet-iriserende kleuren

Niet alle structuurkleuren zijn iriserend. Kleine luchtzakken in de baarden van de veren kunnen het licht verstrooien waardoor er maar één niet-iriserende kleur ontstaat. De blauwe kleur bij vogels wordt bijna altijd hierdoor verkregen. De prachtige scharrelaar (*Coracias garrulus*), maar ook het blauwe petje van de pimpelmees (*Cyanistes caeruleus*) en het borstje van onze blauwborst (*Luscinia svecica*) zijn hiervan enkele voorbeelden.

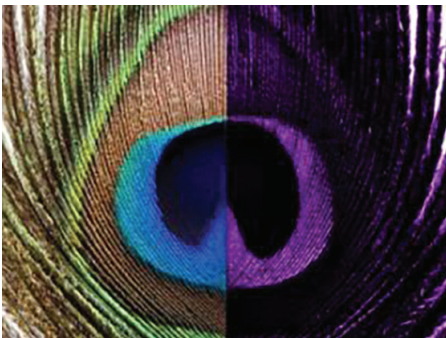
Citizen science (burgerwetenschap)

Wanneer je een niet-iriserende blauwe veer in je handen hebt zou je er als echte onderzoeker zelf een kleurenonderzoekje op kunnen uitvoeren, we zijn toch allemaal wel eens nieuwsgierig of de theorie klopt? Bekijk de blauwe veer in het licht. Het licht wordt door luchtzakjes in de veerstructuur verstrooit en de blauwe kleur is duidelijk zichtbaar. Vervolgens bekijk je de veer opnieuw, maar dan met het licht vanaf de achterkant van de veer. Wanneer het licht door de veer schijnt zal de kleur van de veer bruin zijn. De blauwe kleur is verdwenen omdat het licht niet wordt gereflecteerd. De bruine kleur is de kleur die afkomstig is van het pigment melanine uit de onderliggende laag van de veer.

Als laatste is het leuk om te weten dat veerstructuren van vele vogels licht reflecteren in het ultraviolet (UV) gebied. Als mens hebben we daar bar weinig aan, wij kunnen UV licht namelijk helemaal niet zien. Vogels daarentegen kunnen een groter spectrum aan kleuren zien, omdat zij wel UV licht kunnen waarnemen (zie afbeelding 2). Dat betekent dat vogels elkaar veel kleurrijker zien dan wij als mens.

Nu de achtergrond van de kleuren is besproken is één ding duidelijk geworden: de natuur zit best ingewikkeld in elkaar. Ondanks dat het zo simpel mogelijk is uitgeschreven blijft het een lastige materie en is enige kennis van natuurkunde en biologie geen overbodige luxe.

Hoe de koolmees aan zijn gele veren komt is, na het lezen van dit artikel, nu wel te verklaren en het is duidelijk dat we vanaf nu toch nét even anders naar de vogels kijken dan voorheen. De vogelwereld was al fascinerend maar met de opgedane kennis kunnen we nog meer genieten van al de vogels met hun kleurenexplosies. Heel veel kijkplezier!



Afbeelding 5. Pauwenveer in zichtbaar licht (links) en onder UV (rechts) Foto: www.dailymail.co.uk