

Robbert Dijkgraaf

Een diepfluweelpaarse echtgenote

Over synesthesie en de oorsprong van kleur

De Academische Boekengids 41, oktober 2003, pp. 3-4.

Wat zijn kleuren precies? Uiteindelijk gooit de natuurkundige de handdoek in de ring. En ook de verfmaker is als een dorstige drenkeling op een vlot in de oceaan. Over de betekenisvolle kleur van vleermuispoep, verpulverd slachthuisafval, drakenbloedboom, saffraankrokus, arsenicum en de cochenilleluis.

Maandag is bruin. Frankrijk zacht korenblauw. Mozart is zacht Venetiaans groen. De 2 is rood, de 3 en 8 zijn beide geel - de eerste zacht citroengeel, als het glazuur op een taartje, de tweede een oranjegouden patina. Telefoonnummers onthoud ik als bonte zuurstokken: roze-donkergroen-roze-blauw-rood-wit-zwart. Mijn vrouw is diep fluweelpaars, mijn kinderen lichtblauw, roestbruin en zachtroze, en - voer voor psychologen - mijn moeder en vader zijn gebroken wit en roetzwart. Mijn ego is okergeel. In mijn Caran d'Ache potlodenset was die kleur tot een narcistisch stompje afgesleten.

Het alfabet is een bonte stoet, met een aantal stevige primaire kleuren (een oranje E, paarse F, blauwe K en rode R springen naar voren), maar het bevat ook opvallend veel gewassen tinten. Als penseelstreken in een aquarel van een waterlandschap liggen de U, V en W naast elkaar in hun parelgrijze, melkblauwe en zeegroene wazen. De grote uitzondering in dit alles is de A. Deze bestaat uit een nieuwe kleur, niet van deze wereld (een 'kleur uit Mars') die nog het best beschreven kan worden als tegelijkertijd primair blauw en primair rood, waarbij de twee kleuren elkaar geen meter geven en met precies dezelfde intensiteit tegen elkaar aanliggen. Op een zwartwitfoto zouden de verschillen volledig wegvallen en mijn A een saaie, uniform grijze tint aannemen. Maar in volle kleuren roept de A de duizelingwekkende illusie op van een popart schilderij, of een VVD verkiezingsposter.

Deze kleine confessie van zintuiglijke verwarring of 'synesthesie', om met de wetenschappelijke term te spreken, is niet ongebruikelijk. Ruwweg één op de tweeduizend mensen is hiermee behept. Onder kunstenaars komt het aanzienlijk vaker voor. Toen de Finse componist Jean Sibelius werd gevraagd welke kleur de kachel geschilderd moest worden, antwoordde hij 'f-groot'. De kachel werd dus groen. Synesthesie schijnt sterk te correleren met de vaardigheid om metaforen te vinden (u bent dus gewaarschuwd). Er is ook een grote erfelijke component. Mijn vader had het, en toen ik kortgeleden mijn zesjarige zoon langs de neus weg vroeg welke kleur vijf was, zei hij zonder te knippen 'rood'. Vladimir Nabokov - de best gedocumenteerde synestheet - klaagde als kleuter tegen zijn moeder dat de cijferblokken waarmee hij speelde de verkeerde kleuren hadden. Zijn moeder wist direct wat er aan de hand was. Gesprekken tussen deze kleurfantasten zijn echter de ultieme Babylonische spraakverwarringen. '4 is groen. Nee, blauw! Ben je helemaal gek, blauw is 5. Et cetera.' Er is meer overeenstemming te vinden in een Japans-Fins woordenboek.

Synesthesie is al meer dan driehonderd jaar bekend en sinds 1880 een wetenschappelijk gedocumenteerd verschijnsel. In een artikel uit het meinumner van de *Scientific American*, van Ramachandran en Hubbard, blijkt dat sinds kort definitief duidelijk is geworden dat synestheten niet simpelweg goed onthouden hebben dat, zeg, rood bij 2 hoort, bijvoorbeeld als een ezelsbruggetje bij de eerste rekenles, maar dat ze een 2 werkelijk als rood 'zien'. Het is bijvoorbeeld met deze kleurensensatie aanzienlijk gemakkelijker een aantal 'rode' 2-en te vinden in een veld bedrukt met 'blauwe' 5-en. Er is dus hier en daar een klein cognitief voordeel te boeken.

'Synestheten onthouden niet simpelweg dat rood bij 2 hoort, als ezelsbruggetje, maar ze zien een 2 werkelijk als rood.'

Wat is de magische eigenschap van kleuren dat ze zulke sterke associaties kunnen oproepen en ons leven 'kleur' kunnen geven? Hier hebben zich de grootste geesten over gebogen, van het koele wiskundige fileermes van Newtons *Opticks* tot de kleurpsychologische benadering in Goethes *Zur Farbenlehr*.

Voor een natuurkundige lijkt het begrip 'kleur' in eerste instantie een volkomen trivialiteit, te vangen in een enkel getal. Allereerst is het zichtbare licht slechts een heel klein stukje van het onmetelijk brede spectrum van elektromagnetische straling. Deze straling bestaat uit golven in het elektromagnetische veld, die zich allemaal met de lichtsnelheid voortplanten. Net als watergolven worden ook de stralinggolven gekenmerkt door hun golflengte, de grootte van de golf. De zware jongens, de straling met de grootste golflengten, liggen aan het ene uiteinde, zoals de kilometersgrote lange-afstandsradiogolven die gemakkelijk om de aarde buigen van Hilversum naar Jakarta. Aan de andere kant vinden we straling van zulke kleine golflengten dat de kwantummechanica ons vertelt dat we zo'n golf beter kunnen beschouwen als een elementair deeltje - een foton. De röntgenstralen van de tandarts en helemaal de hoogenergetische gammastralen die ons vanuit de kosmos bombarderen, zijn dan ook levensgevaarlijk, omdat ze gemakkelijk een atoomkern stuk kunnen breken.

Ergens in het midden van deze oneindig dikke catalogus, tussen de 0,00075 en 0,000038 millimeter, liggen keurig op volgorde de zeven zichtbare kleuren van de regenboog. Van rood via oranje, geel en groen naar blauw, indigo en ten slotte violet. De twijfelgevallen oranje en indigo hebben we trouwens te danken aan de mysticus (en synestheet) Isaac Newton, die vond dat zeven een veel natuurlijker eenheid was en daarom twee nieuwe kleuren toevoegde aan de toen bekende vijf kleuren van de regenboog. Er waren per slot ook zeven dagen in een week en, in Newtons dagen, zeven planeten in het zonnestelsel. Vanuit een natuurkundig perspectief is de straling van het zichtbare licht niet echt bijzonder, behalve dat het goed wordt doorgelaten door onze dampkring en een aangenaam gematigde golflengte heeft. Fijn genoeg om zeer kleine details te kunnen zien en groot genoeg om niet gevaarlijk te zijn voor de fragiele moleculen waaruit organismen op aarde zijn samengesteld.

Het feit dat voor een fysicus de regenboog niet stopt bij rood en violet, dat er infrarood is aan de ene kant en ultraviolet aan de andere kant, is trouwens een geweldige metafoor voor het horizonverleggende karakter van de natuurwetenschap. Sir Frederick William Herschel was de eerste die doorhad dat de temperatuur van het licht afhangt van de kleur. In het jaar 1800 splitste hij het zonlicht met een prisma in de primaire kleuren en hield een thermometer eerst in het violette deel van het spectrum en toen in het rode licht, dat aanzienlijk warmer bleek te zijn. Dat was al een geweldige ontdekking. Maar je moet toch echt een absoluut genie zijn (of een kluns met veel geluk) om de thermometer vervolgens *naast* de lichtbundel te houden en te ontdekken dat de temperatuur in dat onzichtbare infrarode licht *nog* hoger is!

Dit simplistische ééndimensionale beeld van kleur, slechts gekarakteriseerd door de golflengte, heeft weinig tot niets te maken met de manier waarop wij kleur ervaren. Omdat biologisch gesproken de kleur van het licht in ons oog wordt gecodeerd in termen van de respons van drie soorten kegeltjes - hooggespecialiseerde cellen in het netvlies die ruwweg gevoelig zijn in het rood, groen en blauw - is de wereld van de kleuren eerder driedimensionaal, waarbij de rol van lengte, breedte en hoogte wordt waargenomen door rood, groen en blauw.

Maar ook dat beeld is naïef, want uiteindelijk wordt dit allemaal verwerkt, gecorreleerd, uitgemiddeld, onthouden, vergeten, en - bij mij althans - hopeloos met van alles en nog wat verward in het brein. Wat betekent het dan uiteindelijk nog dat we een rode trui zien? Het licht dat op ons netvlies valt, is zo afhankelijk van de omstandigheden waaronder we kijken. De trui ziet er feitelijk in de volle zon compleet anders uit dan bij kaarslicht. Leg de foto's van een stranddag en een kerstdiner maar eens naast elkaar. Toch ervaren we de kleuren als constant en herkennen we dezelfde trui. Kleur is daarmee een eigenschap die onverbrekkelijk verbonden is met de omgeving en andere secundaire aspecten. Uiteindelijk moet de fysicus de handdoek in de ring gooien. De informatie dat licht van een bepaalde golflengte ons oog treft, zegt in wezen niets over de kleurervaring die dit oproept. Newton - Goethe, 0 - 1.

'Voor een natuurkundige is het begrip 'kleur' in eerste instantie een volkomen trivialiteit, te vangen in een enkel getal.'

We zijn omringd door kleuren. Je hebt niet méér nodig dan een stukje glas en een zonnestraal om de regenboogkleuren in al hun schittering en puurheid op je hand te toveren. Toch is het is voor verfmengers, textielververs en schilders een eeuwenlange worsteling geweest deze kleuren te vangen en permanent vast te leggen. De verfmaker is als een dorstige drenkeling op een vlot in de oceaan. Om de nodige pigmenten te vinden, moet naar de verste uithoeken van de wereld gereisd worden en moeten de krankzinnigste en onwaarschijnlijkste mineralen, planten, insecten en recepten gebruikt worden. De creatieve worsteling met het medium begon al vroeg. Sommige van de eerste grotschilderingen uit de ijstijd werden gemaakt met vleermuispoep.

De odyssee naar de oorsprong van de regenboog wordt prachtig beschreven in het boek *Kleur* van Victoria Finlay, die zelf een jarenlange zoektocht naar alle historische vindplaatsen van zeldzame pigmenten heeft ondernomen en daar uiterst beeldend over verhaalt. Haar boek staat vol van de merkwaardigste feiten en schetst een overtuigend beeld van de wilskracht en obsessie waarmee men door de eeuwen heen het geheim van de perfecte kleurstof heeft nagejaagd.

Na lezing van Finlays boek zou men uit wanhoop alchemist worden. Neem de kleur blauw. Blauw is overal om ons heen. De lucht, de zee. Vanuit de verre ruimte is de Aarde een kleine, blauwe stip. Maar waar vind je op die stip blauwe verf? Dit is het beste recept: ga naar de Saresang-mijn, gelegen in het meest ongestuvrijde stukje Afghanistan, ergens in het onherbergzame noordoosten, waarschijnlijk direct naast de grot waarin zich nu Osama bin Laden en Mullah Omar schuilhouden. Daar vind je op meer dan 250 meter diepte het magische lapis lazuli, diepblauwe stenen bezaaid met kleine gouden stipjes, miniatuur sterrenhemeltjes, waaruit het goddelijke ultramarijn gemaakt wordt. Eerst moet je wel met een eindeloos procédé het *fool's gold* uit de blauwe kiezels wassen.

En zo gaat het verder. Zwart maak je uit galnoten geproduceerd door wespeneieren. Bruin uit verpulverd slachthuisafval. Zwart maak je ook uit ivoor. Wit uit lood. Oranje maak je van de drakenbloedboom. Voor geel ga je naar Tibet en pluk je bij de eerste dageraad de draadjes uit de saffraankrokus. Groen maak je met gevaar voor eigen leven uit arsenicum. En dan rood. Daarvoor kan je de wortel van meekrapplant uitgraven of naar de afschuwelijke Spaanse kwikmijnen van Almadén gaan, nog stammend uit de Romeinse tijd. Maar het mooiste robijnrood, het karmijn of Spaans rood van de mantels van kardinalen en koningen (en nu de kleurstof E120), vindt zijn oorsprong in het bloederige binnenste van de

cochenilleluis.

Als sneeuw bedekken deze kleine witte beestjes de dikke platte bladeren van de schijfcactussen die in kilometerslange velden geplant staan in de woestijnen van Mexico. Het zijn de vrouwtjesluizen die kunnen worden open gepetst als kleine besjes en dan hun donkerrode kleurstof afgeven. (De spookachtige mannetjes leven slechts een paar dagen en vervullen niet meer dan hun echtelijke plicht.) Op de cochenilleplantages wacht men een aantal maanden totdat de luizenplaag de cactussen volledig overwoekert. Dan, vlak voordat de cactussen er definitief aan onderdoor gaan, komen monsterlijk grote stofzuigers deze levende woestijnsneeuw opzuigen. In een tafereel waar onze Veluwe legbatterijen en Brabantse varkensfokkerijen diervriendelijk bij afsteken, worden vervolgens de luisjes geplet tot een Chanel lippenstift. Honderdvijftigduizend cochenilleluisjes geven één kilo ruwe karmijn.

Hoewel karmijn al in de Oudheid bestond, gemaakt van een Oost-Indisch zelig broertje van de Mexicaanse luis, kwam deze industrie pas goed op gang na de ontdekking van de Nieuwe Wereld. Al in 1575 vervoerde de Spaanse vloot 80 ton luizenextract. Uiteindelijk werden er meer dan een biljoen luizen per jaar in Mexico verwerkt. Iedereen wilde het *grana* of karmozijnrood. Maar niemand smeert graag luizenluisjes op de blos en de industrie probeerde de werkelijke afkomst van het karmijn dan ook angstvallig geheim te houden. 'Geloof me, je wilt het niet weten.' Men ging er meestal van uit dat cochenille een bijzondere tropische plant was met kleine rode besjes.

'De informatie dat licht van een bepaalde golflengte ons oog treft, zegt in wezen niets over de kleurervaring die dit oproept. Newton - Goethe: 0-1.'

Finlay vertelt het geweldige verhaal van de Fransman Nicolas Thierry de Menonville, die pas in het midden van de achttiende eeuw na een groot avontuur het geheim van de cochenille aan de Spanjaarden wist te ontfutselen. Na vier jaar voorbereiding reist De Menonville vermomd als botanist uit Frankrijk via de haven van Havana naar het Spaanse Mexico. Na een lange reis door een uiterst ongestuurd woestijn- en berglandschap arriveert hij uiteindelijk in het bergstadje Oaxaca, het centrum van de cochenille-industrie. Na een gouden tip ziet hij daar voor het eerst de bestofte *napal*-cactussen. Omdat nergens iets roods te bekennen is, denkt hij dat zijn reis mislukt is. Totdat hij een wit luisje kapot knijpt en in de vlek het koninklijke rood herkent. Uiteindelijk weet hij wat cactusbladeren met luizen het land uit te smokkelen en zo de basis voor de Franse verfindustrie te leggen. De Menonville sterft nog voor zijn dertigste, zwaar teleurgesteld in het leven. Ook al was hij door de Franse koning als koninklijke botanist benoemd, hij was niet de held geworden, noch had hij de onmetelijke rijkdom vergaard, die hij zich had voorgesteld.

Finlays boek laat zien hoe groot het belang van kleuren in de geschiedenis geweest is en hoe men geen middel onbepaald heeft gelaten om geschikte kleurpigmenten te vinden. De drijvende kracht achter dit alles, de magische, emotionele maar ook sterk ambivalente verhouding van de mens met kleur, komt voortreffelijk naar voren in het nieuwste boek van Herman Pleij. In *Van karmijn, purper en blauw* beschrijft Pleij, hoogleraar historische Nederlandse letterkunde aan de Universiteit van Amsterdam, fascinerend over de betekenis, de opkomst en het verval van kleurgebruik in de Middeleeuwen. Wat vooral opvalt, is de enorme, voornamelijk religieuze lading die kleuren in die tijd met zich meedroegen.

De vele betekenissen die een Middeleeuwer van kleurgebruik kon aflezen zijn duizelingwekkend vanuit ons modern perspectief. Bijvoorbeeld, als geliefde kon de kleur van je kleding vele signalen geven: groen drukte hoop uit, wit vertrouwen, blauw standvastigheid, bruin deemoed, grijs dienstbaarheid et cetera. Kleuren werden ook allerlei bovennatuurlijke gaven toegedicht. Als een zwangere vrouw te veel dacht aan een uithangbord waar een zwart hoofd op was geschilderd, kon zij per ongeluk een donker kind baren. (Althans, dat was het verhaal dat zij haar argwanende echtgenoot met succes kon vertellen.)

'Al in 1575 werd door de Spaanse vloot 80 ton luizenextract vervoerd.'

In de Middeleeuwen nam het aantal kleuren enorm toe door het ontdekken van nieuwe pigmenten en verfprocédés. Maar hoe rijk de kleurenpracht en de associaties die daarmee gepaard gingen ook waren, uiteindelijk waren kleuren zozeer met het aardse verweven dat de negatieve connotaties gingen overheersen. In feite waren kleuren van de duivel. Ze drukten tijdelijkheid en verval uit. Een stuk fruit dat van groen, via geel en rood, naar paars en uiteindelijk bruin en zwart verkleurt, doorloopt als het ware het hele kleurenspectrum. De ergste kleurschakeringen zijn contrasterende strepen of blokken. Gevlekte of gestreepte dieren zijn dan ook van het allerlaagste alloo. Uiteindelijk krijgen alle kleuren, zelfs het hemelse blauw, in de middeleeuwse beleving hun eigen plaats in de hellekring, een technicolor versie van Dantes *Inferno*. Alleen de non-kleur wit was in staat de onbevleetheid en eeuwigheid van de hemel uit te drukken.

Deze ambivalente gevoelens van de Middeleeuwers bij felle, schreeuwerige kleuren, leidden uiteindelijk rond de vijftiende eeuw tot een duidelijke trend van ontkleuring. Deze afkering van bonte kleuren was al ingezet in de dertiende eeuw met de terugkomst van Lodewijk IX de Heilige uit de Zevende Kruistocht. In grote vroomheid besloot hij toen uitsluitend nog donkerblauwe en zwarte kleding te dragen. Vooral in hoofse kringen werden de bonte kleuren meer en meer afgezworen. Men ging zich kleden in sobere bruine, zwarte en donkerblauwe tinten. Pleij trekt dit verschijnsel boeiend door, langs de zeventiende-eeuwse portretten tot aan de huidige directiekamers. De middeleeuwse strijd tussen het

vrome zwart en carnavaleske bont kunnen we iedere dag op Schiphol waarnemen. Contrasteer maar het donkergrijs en -blauw van een zakenvlucht met de pimpelpaarse en lichtgevend oranje campingsmokings van een zonvakantievvlucht. En let op de zondige tijgerprintjes!

Pleij geeft interessant commentaar op dit spanningsveld tussen zwart-wit en kleur. Zwart-wit kan een prettige emotionele afstand geven, een subtiele 'chique' artistieke abstractie, die ons in staat stelt een esthetisch gevoel te ontwikkelen. Aan de andere kant zijn kleuren als geen ander in staat ons bij de strot te pakken en met de neus op de feiten te duwen. Neem de zeldzame vroege kleurenfoto's van de gebroeders Lumière uit de Eerste Wereldoorlog (ik zie onder andere de kleurrijke tulbanden van een Marokkaans regiment voor me) die, anders dan de korrelige zwart-wit foto's van de bekende loopgraven en pokdalige slachtvelden, mij onmiddellijk met die historische gebeurtenis weten te verbinden. Het is alsof een scherpe geschiedenis door de tijd heen naar het hier en nu gebracht wordt. Laatst zag ik op het web (via www.loc.gov/exhibits/empire/) een fascinerende tentoonstelling van reconstructies van kleurenfoto's uit tsaristisch Rusland. Die brachten voor mij die tijd dichterbij dan duizend pagina's *Oorlog en vrede*.

De overgang van zwart-wit naar kleur wordt mooi gevangen in een van de absurdistische vader-zoon-dialogen uit de geweldige strip *Calvin and Hobbes* van Bill Watterson (maar het had net zo goed van Ionescu kunnen zijn):

- *Dad, how come old photographs are always black and white? Didn't they have color film back then?*
- *Sure they did. In fact, those old photographs are in color. It's just the world was black and white then.*
- *Really?*
- *Yep. The world didn't turn color until sometime in the 1930s, and it was pretty grainy color for a while, too.*
- *That's really weird.*
- *Well, truth is stranger than fiction.*
- *But then why are old paintings in color?! If the world was black and white, wouldn't artists have painted it that way?*
- *Not necessarily. A lot of great artists were insane.*
- *But... but how could they have painted in color anyway? Wouldn't their paints have been shades of gray back then?*
- *Of course, but they turned colors like everything else in the '30s.*
- *So why didn't old black and white photos turn color too?*
- *Because they were color pictures of black and white, remember?*

Robbert Dijkgraaf is hoogleraar Mathematische Fysica aan de Universiteit van Amsterdam. Hij krijgt in februari 2004 de NWO Spinozaprijs uitgereikt.

Besproken boeken:

Colour - Travels Through The Paintbox
door **Victoria Finlay**
Vertaald als *Kleur*. Een reis door de geschiedenis
Ambo | Anthos Uitgevers. Amsterdam 2003.
412 pag. € 24,90, € 14,95

Hearing Colors, Tasting Shapes - Vol. 288 (5). Mei 2003
door **V.S. Ramachandran en E.M. Hubbard**
Scientific American

Van karmijn, purper en blauw. Over kleuren van de Middeleeuwen en daarna
door **Herman Pleij**
Prometheus Groep. Amsterdam 2002.
171 pag., € 17,95