

# Kleurbeheer

## Blad 2 : Wat is kleur?

- Kleur is een moeilijke materie. Als we in de natuur rondwandelen zien we de mooiste kleuren, maar erover communiceren is een probleem. Dat probleem is overigens van alle tijden. Op welke manier beschrijven we hoe het groen van een dennenboom verschilt van het groen van een eik ? Wat is 'rood' ? Is wit papier altijd even wit ? Er is nood aan een objectieve, wetenschappelijke, manier om kleuren te beschrijven. En die is er ook.
- In 1611 heeft de Zweedse monnik en astroloog Sigrid Aron Forsius een driedimensionaal kleurordeningssysteem voorgesteld, waar alle andere kleurordeningssystemen van zijn afgeleid. Dit primitieve model had een verticale as voor de helderheid, met zwart onderaan en een cirkel rond de as met de spectrale kleuren.
- De objectieve manier om kleuren te beschrijven is er gekomen dankzij de **CIE** (**C**ommission **I**nternationale de l' **É**clairage).
- De basis van het systeem is de **spectrale gevoeligheid** (of kleurgevoeligheid) van het oog. Ons oog neemt kleuren waar d.m.v. kleurgevoelige receptoren, de zogenaamde **kegeltjes**. We hebben er drie : ééntje is gevoelig voor roodachtige tinten, ééntje voor groenachtige tinten en ééntje voor blauwachtige tinten.
- Ons oog werkt dus in **RGB**.
- Aan de hand van de kleurgevoeligheid van de kegeltjes, stelde het CIE een systeem op dat de kleurgevoeligheid van het oog omschrijft en elke kleur als het ware 'in een formule kan gieten'.

- Tegelijk plaatst het alle kleuren die het menselijk oog kan waarnemen, het zogenaamde **gamut**, in een figuur of diagram.

### Blad 3 : Gamut diagram

### Blad 4 : Fout diagram?

- Het diagram in de afbeelding is natuurlijk slechts een afbeelding bij benadering, omdat we later zullen zien dat papier, beeldschermen, printers, enz... niet het hele **gamut** kunnen weergeven. Bijgevolg is *deze* afbeelding van het CIE-diagram per definitie incorrect.
- In ieder geval heeft het CIE hiermee een instrument opgesteld dat onmisbaar is voor een correcte communicatie over kleur.
- **CIE-L\*a\*b\***  
In de loop der jaren is het CIE model verder verbeterd en uitgewerkt. De verbeteringen hebben vooral te maken met de manier waarop kleuren **voorgesteld** worden. Vooral het probleem van de **luminositeit** of helderheid van een kleur heeft de wetenschappers bezig gehouden. Het oorspronkelijke diagram hield immers alleen rekening met de zuivere 'kleur' en niet de lichtere en donkerdere kleuren die langzaam naar wit of zwart evolueren.

### Blad 5 : CieL\*a\*b\*

- In 1976 werd dan het CIE L\*a\*b\* systeem voorgesteld. Het is een **ruimtelijk** model, waarbij drie assen worden gebruikt (**L** voor de luminositeit, **a** voor rood-groen en **b** voor geel-blauw). CIE L\*a\*b\* (of CIELAB) is nu de facto de standaard geworden voor het beschrijven van natuurlijke kleuren.

### Blad 6 : CieL\*a\*b\*

- In het CIE L\*a\*b\* model zitten alle, voor het menselijk oog, zichtbare kleuren opgeslagen. We

kunnen al die kleuren **zien**. Maar wat blijkt ? Wanneer we die kleuren laten weergeven door een **apparaat**, dan blijkt dat een 'apparaat' die kleuren niet allemaal kan **weergeven**. Het kleurbereik of **gamut** ervan is niet voldoende groot. Kleuren zijn **apparaat-afhankelijk**, terwijl de kleuren die we zien (en dus opgesloten zitten binnen het CIE-systeem) per definitie **apparaat-onafhankelijk** zijn.

### **Blad 7 : Apparaten**

- Een apparaat moet je zien als een ruim begrip. Het voorbeeld van een beeldscherm ligt voor hand : dat kennen we als een fysiek apparaat dat kleuren toont. Een camera ook duidelijk een 'apparaat'. Maar bij het afdrukken is de combinatie van printer, inkt en papier ook een 'apparaat'. Een printer kan alleen kleur produceren in combinatie met de twee andere. Ruim bekeken is dus zelfs een vel papier een 'apparaat'. Een printer levert in combinatie met verschillende papieren immers andere resultaten op qua kleur en maximale zwarting. Het kleurbereik van een apparaat wordt bepaald en beperkt door de **primaire kleuren** van dat apparaat.

- Wat zijn **primaire kleuren** ? We hebben al gezien dat ons oog receptoren heeft die kleuren 'opvangen'. Ze zijn gevoelig voor rood, groen en blauw. De kleuren die we kunnen zien, zijn altijd mengkleuren van die drie primaire kleuren.

### **Blad 8 : Beeldscherm**

- Een beeldscherm gebruikt kleurstoffen om beelden te tonen. Niet toevallig ook rood, groen en blauw.

Ook het beeldscherm kan alleen kleuren tonen die gemengd worden met de drie aanwezige kleurstoffen.

- Het kleurbereik of gamut, wordt dus bepaald door de aard van de gebruikte kleurstoffen.
- Als monitor 'A' kleurstoffen gebruikt die dieper zijn van kleur dan die van monitor 'B', zal het kleurbereik van monitor 'A' groter zijn dan het kleurbereik van monitor 'B'.

### **Blad 9 : Beeldscherm - laptop**

- Links zie je het kleurbereik van een moderne monitor met een groot kleurbereik. Rechts zie je het kleurbereik van een gemiddelde laptop. Het gamut wordt duidelijk bepaald door de positie van de hoekpunten van de driehoek en dus de aard van de **primaire kleuren**.
- De vergelijking van het kleurbereik van beide monitoren gebeurt hierboven in twee dimensies, volgens het eerste CIE-systeem. Er wordt dus alleen rekening gehouden met de kleur zelf, en niet met de helderheid van de kleur. Om een realistischere weergave te krijgen van het kleurbereik wordt meestal een 3D-model gebruikt.

### **Colorthink presentatie**

- De vergelijking tussen beide beeldschermen ziet er dan als volgt uit:
- Let bij de 3D-weergave vooral ook op de weergave van de drie assen (L, a en b).
- De 3D-weergave laat het deel zien van de '**bol**' die alle, voor ons zichtbare, kleuren bevat.
- Het apparaat kan dus slechts een deel van alle zichtbare kleuren laten zien.

### **Blad 10 : papier**

- Niet alle apparaten werken met dezelfde primaire kleuren. Beeldschermen, camera's, scanners

gebruiken **licht** om beelden te maken en weer te geven en werken in **RGB**.

- Apparaten die **inkten** gebruiken, zoals printers en drukpersen gebruiken een ander kleursysteem, met als primaire kleuren Cyaan, Magenta, Geel en Zwart (**CMYK**). Die primaire kleuren hebben per definitie een andere positie in het CIE-systeem en een weergave van het kleurbereik heeft dan ook een andere vorm.
- Links zie je het kleurbereik van typisch krantenpapier, rechts dat van beter, gecoat papier. Let vooral op het verschil in vorm met de apparaten die in RGB werken ! ( RGB = driehoek )

**Colorthink presentatie**

- **Probleem... ?**

Het feit dat we apparaten gebruiken die kleuren niet op dezelfde manier weergeven kan erop wijzen dat die verschillen op termijn problemen veroorzaken. De apparaten moeten immers vroeg of laat met elkaar gaan 'samenwerken'.

Ik illustreer even een dergelijk probleem...

**Blad 11 : papier + scherm**

- Links zie je het kleurbereik van de gemiddelde laptop **gecombineerd** met het kleurbereik van duurder, gecoat papier. Rechts zie je het kleurbereik van de moderne monitor **gecombineerd** met het kleurbereik van gemiddeld krantenpapier. Aan de vorm van het afgebeelde kleurbereik kun je zien welk het gamut van het beeldscherm en welk van het papier is.

**Colorthink presentatie**

- Het papier wordt weergegeven met een volle vorm, de beeldschermen met een draadmodel.
- In beide weergaven kun je duidelijk zien dat de laptop bepaalde kleuren niet kan weergeven, maar

wel gedrukt kunnen worden op het betere papier, terwijl het krantenpapier maar een fractie van de kleuren kan hebben die kunnen weergegeven worden op de betere monitor.

- Iedereen die een verschil opgemerkt heeft tussen foto's op zijn of haar beeldscherm en de afdruk ervan op de printer, kent het fenomeen.
- De moeilijkheden die we hebben met kleuren gaan nog verder dan alleen problemen met incompatibel kleurbereik. Apparaten kunnen bepaalde kleuren fout weergeven binnen hun kleurbereik. Zo kunnen twee, voor het overige identieke, schermen een foto duidelijk anders weergeven.

**Blad 12 : Pauze**

**Blad 13 : Kleurbeheer**

- Om alle problemen die kunnen ontstaan met kleurweergave hebben we een systeem nodig dat alle apparaten goed met elkaar laat samenwerken. Dat systeem bestaat : het wordt **kleurbeheer** genoemd.
- Kleurbeheer zorgt ervoor dat apparaten op een zodanige manier met elkaar kunnen samenwerken dat we **voorspelbare** en **zo optimaal mogelijke** kleuren krijgen op alle apparaten die we gebruiken. Het systeem kan er niet voor zorgen dat alle apparaten die we gebruiken de kleuren **exact** weergeven, dat is nu eenmaal onmogelijk.
- De vergelijking tussen de betere monitor en het krantenpapier illustreert dat. Waar het systeem wel voor zorgt is dat we eerst en vooral zelf beseffen welke problemen zich kunnen voordoen en dat we de mogelijkheid hebben om de kleuren te kunnen voorspellen.
- Kleurbeheer zorgt ervoor dat we gedurende het hele verwerkingsproces van digitale beelden een

voorspelbare kleurweergave hebben met elk van de gebruikte apparaten.

- Het hele systeem van kleurbeheer steunt op twee begrippen : de **kleurruimte** en het **kleurprofiel**.
- Een **kleurruimte** wordt theoretisch bepaald, met een bepaalde bedoeling in het achterhoofd. De belangrijkste eigenschap van een kleurruimte is het **gamut**.
- Je kunt je het opstellen van een kleurruimte rustig zó voorstellen : een groepje wijze mannen komt bij elkaar om te onderzoeken aan welke eisen de kleurruimte moet voldoen. Hoe dat ongeveer in elkaar zit, kan ik het illustreren met het bekendste voorbeeld : de kleurruimte **sRGB**.
- Rond 1966 werd al duidelijk dat het weergeven van beelden op een beeldscherm in de toekomst belangrijk ging worden. De correcte weergave van de kleuren dus ook.
- De eerste voorwaarde voor een correcte weergave van kleuren op een beeldscherm is dat het scherm geen kleuren te verwerken krijgt die buiten zijn kleurbereik vallen.
- Om daarvoor te zorgen moeten er twee dingen gebeuren : het kleurbereik van de gemiddelde monitor moet onderzocht en de kleuren van de afbeelding moeten **beperkt** worden tot de kleuren die het scherm kan weergeven.
- Het kleurbereik van een monitor kan, met behulp van het CIE-systeem en nauwkeurige meetapparatuur onderzocht worden. Het gemiddelde kleurbereik van (hoogwaardige) beeldschermen werd de basis voor het **gamut** van de kleurruimte **sRGB**.
- Het beperken van de kleuren van de weer te geven afbeeldingen wordt bereikt door de afbeeldingen in de kleurruimte sRGB te 'plaatsen', m.a.w. door ervoor te zorgen dat alle kleuren van de afbeelding

kunnen weergegeven worden door het mengen van de primaire kleuren van sRGB.

- Samengevat kunnen we zeggen dat de kleuruimte sRGB bedoeld is om de kleuren in een afbeelding zó te beperken dat een beeldscherm de overgebleven kleuren correct kan weergegeven.

### **Blad 14 : Kleuruimte**

- sRGB is nog steeds de belangrijkste kleuruimte. Elke digitale camera voert zijn foto's standaard uit in sRGB. Alles op internet is sRGB.
- Maar wat als we onze afbeeldingen niet bedoeld zijn om weer te geven op een beeldscherm, maar ze vooral bedoeld zijn om te drukken of af te drukken ?
- Toen digitale beeldbewerking ook in de drukkerswereld begon door te dringen liep men al snel tegen de beperkingen van sRGB aan. Het is namelijk zó dat drukpersen en printers kleuren kunnen (af)drukken die niet binnen sRGB vallen.
- In de afbeelding zie je het gamut van hoogwaardig papier, gebruikt met een moderne inktjetprinter, vergeleken met sRGB.  
In de afbeelding rechts is sRGB weergegeven door het draadmodel.

### **Blad 15 : sRGB & AdobeRGB**

#### **Colorthink presentatie**

- In 1998 is Adobe gekomen met haar eigen kleuruimte : **Adobe RGB**, die beter afgestemd is op druk.
- In een vergelijking met het hoogwaardig papier op de inktjetprinter valt het verschil met sRGB direct op.
- Er is duidelijk meer overlapping tussen de nieuwe kleuruimte en het kleurbereik van de drukpers of printer. Dat de twee niet helemaal compatibel zijn (vooral zichtbaar in de 3D-weergave) ligt vooral



aan het feit dat de kleurreimte per definitie in RGB werkt, terwijl de drukpers en de printer een CMYK systeem gebruiken.

- Voor de grafische industrie en de fotograaf die zijn foto's afdrukt met de printer, biedt Adobe RGB voordelen : de kleuren in de afdruk worden nu niet meer beperkt door de tekortkomingen van het beeldscherm, zodat de kleurweergave aanmerkelijk beter wordt.
- Er is natuurlijk ook een nadeel : de afbeelding kan nu kleuren bevatten die we niet meer op een beeldscherm kunnen zien ! Ook voor dat probleem moet kleurbeheer een oplossing zien te vinden.

### **Blad 16 : kleurprofiel**

- Een **kleurprofiel** gaat verder dan de kleurreimte. Een kleurprofiel is een bestand dat het **individuele gedrag** van een apparaat beschrijft.
- In principe is een monitor in staat de kleurreimte sRGB weer te geven. Elke afbeelding die in sRGB staat zou dus correct moeten weergegeven worden. Maar wanneer je de weergave van een foto op verschillende beeldschermen van hetzelfde merk en type bekijkt, zie je al vlug dat er iets niet klopt. Er zijn kleine verschillen merkbaar die niet altijd te wijten zijn aan een andere afstelling van het scherm.
- Ook al wordt een apparaat gemaakt volgens strenge toleranties, verschillen zijn nooit uit te sluiten.
- Om een foto correct weer te geven op alle beeldschermen tegelijk moeten deze individueel gecorrigeerd worden. Om dat te kunnen doen moet het gedrag van elke monitor apart gemeten worden, zodat de afwijkingen in het kleurgedrag bekend zijn en moet er vervolgens een systeem gebruikt worden dat rekening houdt met het

gedrag van het scherm en het corrigeert met de meetgegevens.

- Tijdens de meting wordt zowel het kleurbereik (gamut) van het apparaat gemeten als de afwijking die het apparaat vertoont bij het weergeven of afdrukken van een aantal welbepaalde kleuren.

**Blad 17 : xRite i1 Display Pro**

**Blad 18 : Informatie**

- Zowel kleurruimte als kleurprofiel kun je op de computer terugvinden als bestanden. In een Windowssysteem zitten ze in de map **c:\windows\system32\spool\drivers\color**.
- Wanneer je de inhoud van die map bekijkt kun je zien welk bestand een kleurruimte en welk een kleurprofiel is. Ze verschillen nogal sterk van grootte.
- De kleinere bestanden zijn kleurruimten, de grote zijn kleurprofielen. dat komt omdat een kleurprofiel per definitie meer informatie bevat dan een kleurruimte.
- Elk apparaat dat je gebruikt heeft een **kleurprofiel** dat de specifieke kenmerken van dat apparaat beschrijft. De software waar je mee werkt (zoals bijvoorbeeld **Photoshop**) moet die profielen naar elkaar 'vertalen' en zorgen voor het best mogelijke resultaat.

### **CMM**

- Het hart van elke kleurbeheersysteem wordt gevormd door de **CMM** of **Color Matching Module**. Die **Color Engine** is verantwoordelijk voor het converteren van kleuren van het ene profiel of kleurruimte naar de andere.
- Photoshop maakt hiervoor gebruik van het eigen **ACE (Adobe Color Engine)**, maar Windows-gebruikers kunnen eventueel ook Microsoft's **ICM (Image Color Management)** gebruiken.

- De CMM converteert een profiel naar een ander profiel door ze te vergelijken met de CIE-kleuren. Het gebruikt hiervoor een kleurruimte die **PCS** wordt genoemd : **P**rofile **C**onnection **S**pace. Die PCS is feitelijk CIE L\*a\*b\*.
- Om het eenvoudig, met een voorbeeld, uit te drukken : de kleuren van een scan worden door middel van het scanprofiel omgezet naar de PCS, waarna ze, door middel van het monitorprofiel, omgezet worden naar de monitorkleuren.
- Door middel van de profielen zorgt de CMM ervoor dat kleuren van het ene apparaat keurig vertaald worden naar het andere apparaat. Het hele systeem staat of valt met het juiste gebruik van profielen.

Daarom hoor je vaak de opmerking dat **geen** kleurbeheer beter is dan **onjuist** kleurbeheer, en in zekere zin klopt dat ook. Maar wil je voorspelbare kleuren, dan is **correct** kleurbeheer onontbeerlijk.

EINDE.