



Witboek 3 over kleurbeheer
Kleurruimten en kleuromzetting

In voorgaande witboeken van LaCie zagen we dat kleurweergave niet absoluut is, maar hoofdzakelijk apparaatafhankelijk. Systemen voor kleurbeheer zijn, onder andere, afhankelijk van betrouwbare kleurmodellen of -ruimten, die een nauwkeurige en voorspelbare kleurafstemming tussen apparaten mogelijk maken: over het algemeen RGB-randapparaten (beeldschermen, camera's en scanners) en CMYK-randapparaten (printers, plotters en uitvoerapparaten).

Transformatietechnologieën maken afstemming tussen verschillende kleurruimten voor randapparaten mogelijk door het gebruik van geavanceerde omzettingprocessen.

Kleurmodellen

Een kleurmodel is een abstract wiskundig model waarin de manier wordt beschreven waarop kleuren kunnen worden weergegeven als tupels van getallen, gewoonlijk als drie of vier waarden of kleurcomponenten. RGB en CMYK zijn bekende kleurmodellen. Kleurmodellen zijn abstracties en kunnen niet een specifieke kleur beschrijven zonder eerst de schaal of referentie te definiëren. Zonder een bijbehorende functie voor toewijzing van een absolute kleurruimte zijn dit meer of minder willekeurige kleursystemen waarin nauwelijks rekening is gehouden met de vereisten van een specifieke toepassing.

CIE-kleurmodellen

Teneinde een beter inzicht te bieden in kleuren, stelde de CIE (International Commission on Illumination), de internationale autoriteit met betrekking tot licht, verlichting, kleur en kleurruimten, in de jaren dertig van de vorige eeuw normen op voor verschillende kleurruimten die het zichtbare spectrum vertegenwoordigden. Hierdoor werden vergelijkingen mogelijk tussen de verschillende kleurruimten van verschillende kijkers en apparaten.

De CIE voerde een reeks testen uit op een groot aantal mensen om een hypothetische gemiddelde menselijke kijker en zijn of haar reactie op kleur te definiëren, die zij de "standaardwaarnemer" noemde. Aangezien het menselijke oog drie typen kleursensoren bevat die reageren op verschillende golflengtebereiken, is een volledige weergave van alle zichtbare kleuren een driedimensionale figuur.

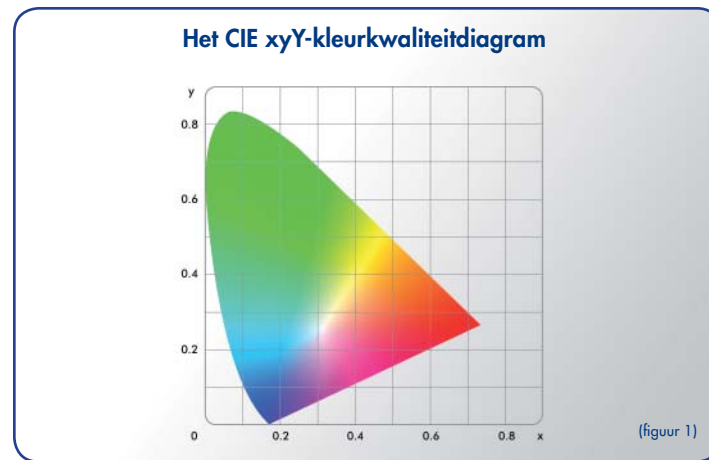
CIE-XYZ

De CIE ontwikkelde het "XYZ-kleursysteem", dat ook wel het "standaardkleursysteem" wordt genoemd. Dit wordt nog steeds gebruikt als een standaardreferentie voor het definiëren van kleuren die worden waargenomen door het menselijke oog en als referentie voor andere kleurruimten. Net als het RGB-kleurmodel met aanvullende primaire kleuren, maakt CIE-XYZ gebruik van de 3 spectraal gedefinieerde denkbeeldige primaire kleuren: X, Y en Z die de weergave vormen van kleuren (elektromagnetische golven) die kunnen worden gecombineerd om alle kleuren te beschrijven die zichtbaar zijn voor de "standaardwaarnemer".

CIE xyY

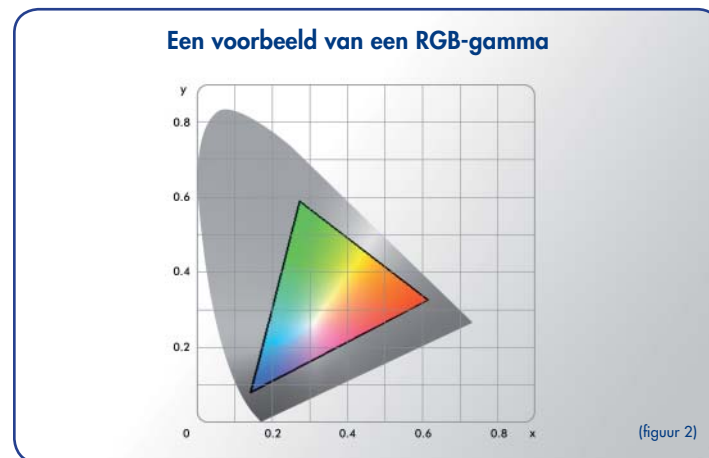
Teneinde op effectieve wijze een driedimensionale figuur te kunnen weergeven op een tweedimensionaal vel papier, transformeerde de CIE de driedimensionale kleurruimte in twee kunstmatige dimensies van kleur (samen kleurkwaliteit genoemd) en één van intensiteit. Vervolgens nam zij een tweedimensionale dwarsdoorsnede van deze ruimte op

het niveau van de maximale intensiteit. Deze dwarsdoorsnede werd het kleurendiagram, dat ook wel de "CIE xyY-kleurendriehoek" wordt genoemd (figuur 1).



De weergegeven kleuren zijn afhankelijk van de kleurruimte van het apparaat waarop u beelden bekijkt. Het gamma van alle zichtbare kleuren in het diagram van de CIE is een tongvormige figuur. De gebogen rand komt overeen met de kleuren van het zichtbare spectrum en de rechte rand (de paarse lijn) komt overeen met niet-spectrale paars tinten. Minder verzadigde kleuren worden weergegeven binnen in de figuur, met wit in het midden.

Een gamma wordt gewoonlijk weergegeven als een gebied in het kleurendiagram van de CIE uit 1931, dat hieronder wordt weergegeven (figuur 2). De gebogen rand geeft de monochromatische kleuren weer. Gammagebieden hebben gewoonlijk een driehoekige vorm omdat de meeste kleuren worden weergegeven met drie primaire kleuren.



Het kleurendiagram is een hulpmiddel om op te geven hoe het menselijke oog licht binnen een bepaald spectrum zal waarnemen. Het kan niet worden gebruikt om kleuren van objecten (of drukinkten) op te geven, omdat de kleurkwaliteit die wordt waargenomen bij het bekijken van een object tevens afhankelijk is van de lichtbron. De grenswaarden van het diagram, aan de kant met de korte golflengte en de kant met de lange golflengte, zijn ietwat willekeurig gekozen. Het menselijke oog kan immers licht waarnemen met golflengten tot ongeveer 810 nm, maar met een gevoeligheid die duizenden malen minder is dan bij groen licht.

Het CIELAB-kleurmodel (L*a*b*)

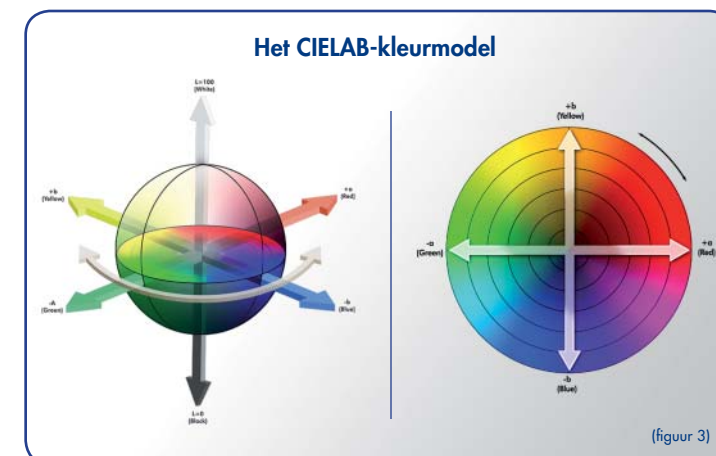
Het Lab-kleurmodel (figuur 3) werd in 1976 ontwikkeld door de CIE om de kleurweergave te verbeteren. Dit is het meest complete kleurmodel dat standaard wordt gebruikt om alle kleuren te beschrijven die zichtbaar zijn voor het menselijke oog. Het is een driedimensionale kleurruimte waarin kleuren die volgens de waarneming even veel van elkaar verschillen ook even ver uit elkaar worden weergegeven. Dit verschil kan worden uitgedrukt in delta-E (DE).

*Delta-E is een wiskundige beschrijving van de afstand tussen twee kleuren. Het biedt een meeteenheid voor veranderingen in zowel tint als dichtheid. Om de delta-E van twee kleuren te kunnen berekenen, moeten hun L*a*b*-waarden bekend zijn. Delta-E is de afstand tussen de twee punten in de L*a*b*-kleurruimte.*

Het is belangrijk op te merken dat een gemiddelde kijker alleen verschillen boven 5-6 delta-E waarneemt. Alleen een getraind oog vallen verschillen tussen 3-4 delta-E op. Het menselijke oog is echter veel gevoeliger voor wijzigingen in grijsniveaus en middentonen. Hierbij valt zelfs een verschil van 0,5 delta-E mogelijk al op.

Elke kleur kan nauwkeurig worden geïdentificeerd aan de hand van de specifieke "a"- en "b"-waarde en de helderheid - "L". De drie parameters in het model vertegenwoordigen de luminantie van de kleur - "L" (de kleinste L-waarde levert zwart op), de positie tussen rood en groen - "a" (de kleinste a-waarde resulteert in groen) en de positie tussen geel en blauw - "b" (de kleinste b-waarde levert blauw op), geschaald ten opzichte van een wit referentiepunt.

Het voordeel van deze kleurruimte is echter dat deze apparaatafhankelijk is en dus objectief. Met dezelfde combinatie van a, b en L wordt altijd exact dezelfde kleur beschreven. Daarom wordt CIELAB gewoonlijk gebruikt als referentie voor het kleuromzettingproces bij ICC-systemen.



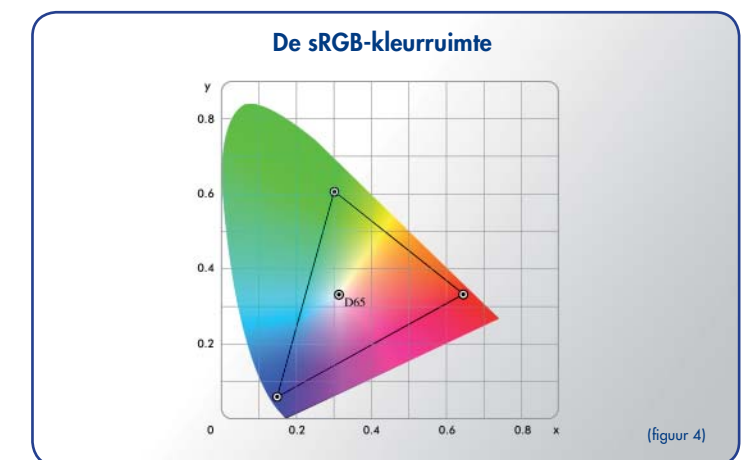
Kleurruimten

Kleurruimten zijn afgeleid van kleurmodellen en bieden aanvullende benodigde schaal- of referentiegegevens. Zo definiëren bijvoorbeeld de sRGB-kleurruimte of de Adobe RGB-kleurruimte (1998) beide een schaal die kleurweergave mogelijk maakt. Beide zijn afgeleid van het RGB-kleurmodel en bieden een kwantitatief gemeten driedimensionale geometrische weergave van de kleuren die zichtbaar zijn of kunnen worden gegenereerd met het RGB-kleurmodel.

sRGB-kleurruimte

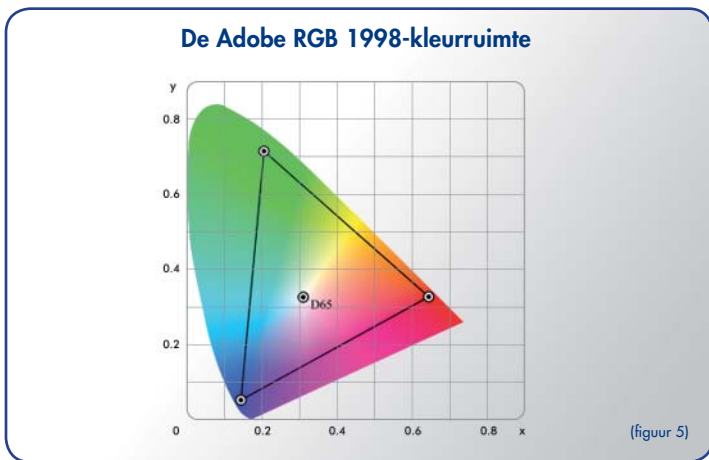
De sRGB-kleurruimte, of standaard-RGB (Rood Groen Blauw), is een RGB-kleurruimte die is ontwikkeld door Hewlett-Packard en Microsoft en die is overgenomen door tal van industrieleiders (figuur 4). sRGB definieert de primaire kleuren rood, groen en blauw als kleuren waarbij een van de drie kanalen de maximale waarde (255) en de twee andere de waarde nul hebben, bij een gammawaarde van 2,2. sRGB werd aanvankelijk ontwikkeld om CRT-beeldschermen op elkaar af te stemmen (in 1996). Het wordt algemeen gebruikt voor afbeeldingen die bedoeld zijn voor weergave op het web.

De kracht van sRGB is de wijde verspreiding ervan binnen de wereld van de grafische kunsten. Zij is uitgegroeid tot een referentie voor professionals en geldt als referentieruimte voor Windows. Toch hebben publicerende professionals regelmatig kritiek vanwege het smalle kleurengamma. Sommige kleuren die zichtbaar zijn, soms zelfs kleuren die kunnen worden gereproduceerd in CMYK, kunnen niet worden weergegeven door sRGB.



Adobe RGB-kleurruimte (RGB 1998)

De Adobe RGB-kleurruimte werd ontwikkeld door Adobe Systems in 1998 met als doel de meeste kleuren te omvatten die kunnen worden afgedrukt met CMYK-kleurenprinters. Deze kleurruimte moet echter worden gebruikt in combinatie met apparaten zoals computerschermen, die RGB-kleuren gebruiken. De Adobe RGB-kleurruimte omvat grofweg 50% van de zichtbare kleuren die worden gespecificeerd door de L*a*b*-kleurruimte, waardoor het gamma van de sRGB-kleurruimte wordt uitgebreid, met name bij cyaan-groene tinten. Kleurruimten en kleurmodellen vormen belangrijke referenties voor kleurbeheer. Zij worden gebruikt in de processen voor kleuromzetting die in detail worden weergegeven in figuur 5.



- Een rendering intent (beeldomzettingsplan), dat verwijst naar de manier waarop de CMM (module voor kleurafstemming) kleuren behandelt die buiten het gamma vallen tijdens een conversie van de ene kleurruimte naar een andere. De specificatie van het International Color Consortium bevat vier verschillende rendering intents: Perceptual (Perceptueel), Relative Colorimetric (Relatief colorimetrisch), Saturation (Verzadiging) en Absolute Colorimetric (Absoluut colorimetrisch), gebaseerd op het concept van gamut mapping (gamma-afbeelding).

In witboek 4 over kleur van LaCie wordt in detail uitgelegd hoe deze elementen werken in een workflow voor kleurbeheer.

Kleuromzetting

Een ideaal kleurbeheersysteem (CMS) moet transparant werken over alle besturingssystemen en softwarepakketten heen, ongeacht de gebruikte randapparaten. Vanwege verschillen in kleurweergave, zijn verschillende omzettingsmechanismen vereist. Apparaat- en platformafhankelijke referenties maken nauwkeurige omzettingsmechanismen mogelijk. De CIELAB- en CIE XYZ-kleurruimte vormen cruciale elementen in dit proces.

Het International Color Consortium (ICC), een industrieconsortium dat in 1993 werd opgericht door acht industrieleiders, heeft een platformafhankelijk, open systeem voor kleurbeheer gedefinieerd dat algemeen wordt gebruikt tegenwoordig. Apple ColorSync voor Mac OS X en ICM voor Windows zijn voorbeelden van een kleurbeheersysteem dat voldoet aan de ICC-normen.

Het is gebaseerd op de volgende elementen:

- Een CMM (Color Matching Module - module voor kleurafstemming). Dit is software die is geïntegreerd in de grafische toepassingssoftware, het besturingssysteem en/of het hardwarestuurprogramma. De CMM adresseert tabellen binnen de profielen waarin wordt beschreven hoe de omzetting moet plaatsvinden. Elk profiel bevat meerdere tabellen, waardoor omzettingen vanuit de apparaatruimte naar de PCS (Profile Connection Space - verbindingsruimte voor profiel) mogelijk worden.
- Een PCS, die als standaardreferentieruimte fungeert waarin en waaruit de kleurgegevens worden omgezet. Deze PCS is een $L^*a^*b^*$ - of CIE XYZ-kleurruimte.
- Kleurprofielen (ICC-profielen), die een beschrijving vormen van hoe een bepaald apparaat kleur weergeeft. Dit wordt gerealiseerd door de kleurruimte van het apparaat te beschrijven voor het kleurbeheersysteem. Profielen kunnen worden verkregen door kalibraties en profileringen uit te voeren met hulpmiddelen die ICC ondersteunen (zoals de LaCie Blue eye pro voor beeldschermen van LaCie). Deze kunnen worden geïntegreerd in een document of worden geladen in een toepassing.

“Door een combinatie van uiterst geavanceerde engineering en een rijke historie, die een aantal unieke ontwerpen heeft voortgebracht, geldt LaCie als toonaangevend in de industrie voor kleurenbeeldschermen. LaCie, dat vestigingen heeft in de Verenigde Staten, Europa en Japan, is een toonaangevende, wereldwijde producent van randapparaten voor pc en Macintosh, met inbegrip van een nieuwe generatie kleuren-LCD-schermen. Door levering van geavanceerde hulpmiddelen voor innovatie op multimediategebied anticipeert LaCie op de behoeften van creatieve professionals, zoals grafische ontwerpers, fotografen en filmmakers, die echte, praktische oplossingen voor een nauwkeurig kleurbeheer nodig hebben.”



LaCie • 22985 NW Evergreen Parkway, Hillsboro, OR 97124 USA
LaCie Group • 17 rue Ampère 91349 Massy Cedex FRANCE