

Etwas Theorie

HEIDELBERG

Hell Verein / www.hell-kiel.de

Color Management

Einleitung

In diesem kleinen Extra-Büchlein möchten wir diejenigen, die sich neben der praktischen Umsetzung des Color Management auch für die theoretischen Zusammenhänge der Farbproduktion interessieren, gern noch ein paar zusätzliche Hintergrundinformationen geben.

Wir werden in diesem Zusammenhang etwas näher auf die physikalischen Farbgrundlagen, auf Themen wie additive Farbmischung, auf unterschiedliche Farbräume und die mathematischen Zusammenhänge bezüglich der Farbraumtransformation eingehen.

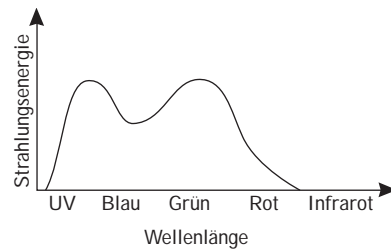
Sie können wunderbar mit Ihrem Color Management-System arbeiten, ohne jemals die zweite Seite dieses Buches aufgeschlagen zu haben. Sollte Sie allerdings auch die Theorie reizen, auf der dieses System basiert, sollten Sie sich dies nicht entgehen lassen.

Auch hierfür wünschen wir Ihnen wieder:

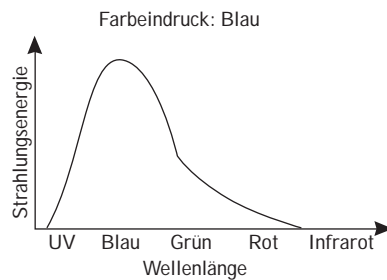
Viel Spaß!!!

Farbe als physikalische Größe

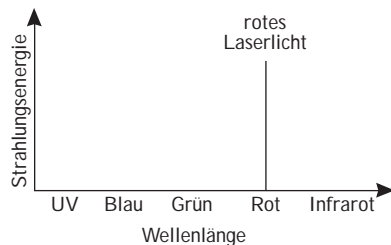
Der physikalische Aspekt von Farbe wird durch Licht von jeweils unterschiedlicher spektraler Zusammensetzung repräsentiert. Mißt man das Spektrogramm der farbigen Strahlung mittels eines Spektralfotometers, erhält man als Ergebnis die Farbreizfunktion. Sie zeigt bei einer Farbprobe, wie sich die Strahlungsenergie des Lichts in Abhängigkeit von seiner Wellenlänge über das gesamte sichtbare Spektrum verteilt:



Der höchste Funktionswert der Farbreizfunktion gibt Aufschluß über den Farbton. In der folgenden Abbildung läßt dieser auf den Farbton Blau schließen:



Je steiler der Anstieg und Abfall der Kurve in der Umgebung ihres Maximalwertes, desto reiner (bunter) ist die Farbe. Eine extrem reine Farbe etwa ist das Laserlicht. Es stellt die Farbreizfunktion einer Spektrallinie dar:



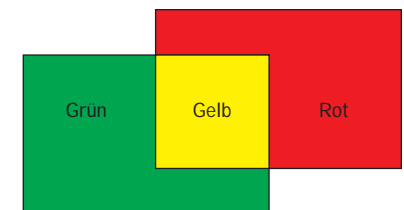
Farbe als Sinneswahrnehmung

Das menschliche Farbsehen besteht in der Analyse, Bewertung und Kodierung der Information, welche das Auge aus solchen Farbreizen gewinnt. Erst durch eine weitere Reizverarbeitung wird diese Information zur Farbempfindung. Das Auge kann in diesem Zusammenhang wie ein Reproduktionssystem betrachtet werden. Die Netzhaut bewertet das von den Gegenständen reflektierte Licht auf drei spektrale Anteile hin: eine Rot-, eine Grün- und eine Blaukomponente (RGB-Basis). Die so gewonnene Information wird - neuesten Forschungsergebnissen zufolge - in einer Helligkeits- und zwei Buntheitsinformationen kodiert. Hierauf soll jedoch später noch genauer eingegangen werden.

Zunächst soll nun aber erst die additive Farbmischung beschrieben werden.

Die additive Farbmischung

Mischt man durch additive Farbmischung rotes und grünes Licht (z. B. durch Projektion von rot- und grüngefiltertem Licht zweier Diaprojektoren), erhält man Gelb:

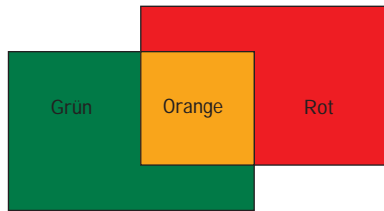


Um diese Mischung farbmetrisch darzustellen, zeichnen wir eine kleine Grafik:

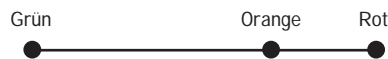


Rot und Grün sind zwei Grundfarben, Gelb dagegen ist eine Mischfarbe. In der Grafik liegt die Mischfarbe aus gleichen Anteilen in der Mitte auf der Verbindungsgeraden. Durch Abblenden des einen Projektors (und damit Ändern der Intensität einer Grundfarbe) kann der Farbton der Mischfarbe beeinflusst werden.

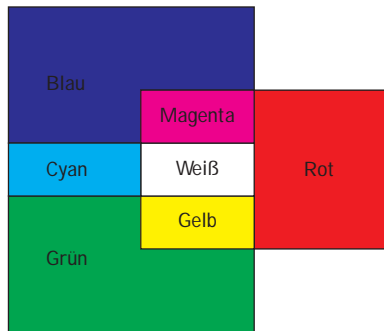
Eine Reduktion von Grün unter Beibehalten der Rotintensität verursacht z. B. das Entstehen von Orange:



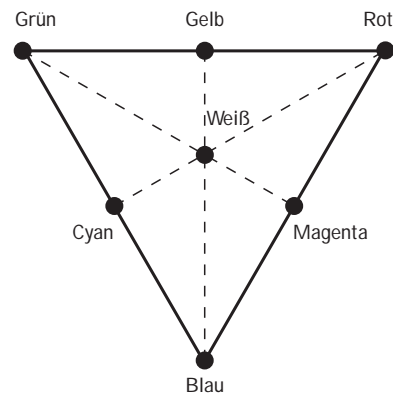
Der Farbort für die Mischfarbe wandert jetzt auf der Verbindungsgeraden in Richtung der Grundfarbe Rot. Der ursprüngliche Farbton der Farbe Gelb ist somit in Richtung Orange verändert worden.



Um eine Farbe wie Cyan zu mischen, bedarf es einer dritten Grundfarbe (Blau), denn aus einer Mischung der Grundfarben Rot und Grün ist Cyan nicht zu erstellen. Aus mindestens drei Grundfarben können dann die meisten Farben gemischt werden:



Die Grafik ist nun nicht mehr durch eine Verbindungsgerade darzustellen, sondern erhält die Form eines Farbdreiecks:



Im Farbdreieck liegen die Mischfarben Cyan, Magenta und Gelb in der Mitte der geraden Verbindungslinien zwischen den Grundfarben Rot, Grün und Blau. Farbmetrisch bedeuten Farbtonänderungen nach dem Gesetz der additiven Farbmischung also das Wandern von Farborten auf den Dreieckseiten.

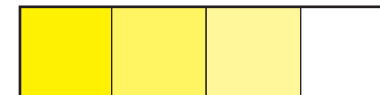
Farbräume

Beim Betrachten von Farbe fallen uns drei wichtige Merkmale auf:

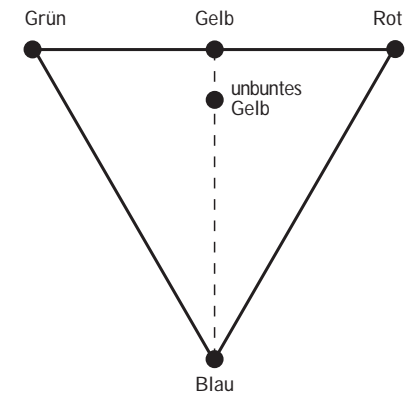
- Buntton
- Buntheit
- Helligkeit

Der Begriff Buntton bezeichnet die grundsätzliche Farbe eines Objektes, wie z. B. Grün oder Rot. Er ist unser erstes farbliches Unterscheidungskriterium, wenn wir etwas betrachten. Oft wird dieser auch als Farbton bezeichnet, was genau genommen falsch ist, sich aber umgangssprachlich durchgesetzt hat.

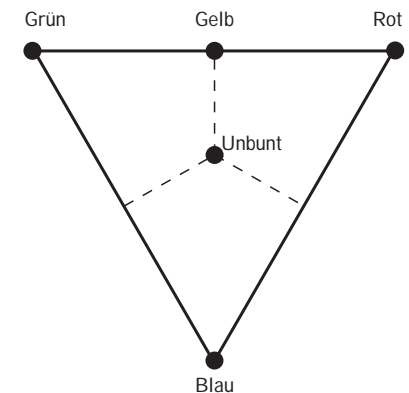
Der Begriff Buntheit bezieht sich auf die spektrale Reinheit von Farben. Wenn zu einem aus Rot und Grün gemischten Gelb sukzessive Blau hinzugegeben wird, entstehen Gelbabstufungen von geringer Reinheit. Diese sind dann weniger bunt:



Farben unterschiedlicher Buntheit haben den ursprünglichen Buntton, da das Verhältnis der Farbwerte von Rot und Grün nicht verändert worden ist. Im Farbdreieck wandern sie z. B. auf der Verbindungsgeraden vom Farbort Gelb in Richtung Blau:



Weitere Zugabe der dritten Grundfarbe bis zu dem Punkt, an dem alle drei Grundfarben gleiche Anteile aufweisen, ergibt Weiß. Die Buntheit ist dann gleich Null. Im Farbdreieck liegt dieser unbunte Bereich in der Mitte:



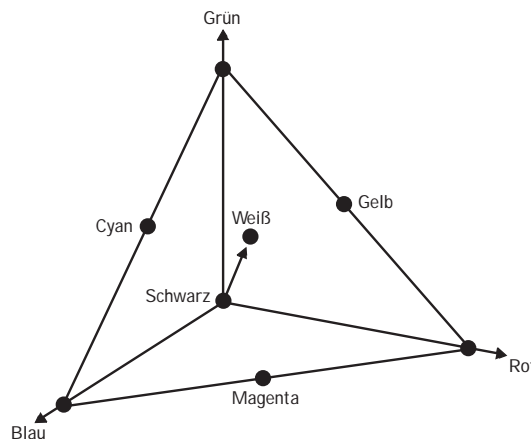
Alle übrigen aus den drei Grundfarben additiv mischbaren Farben liegen innerhalb der Fläche dieses Farbdreiecks. Je weiter sie zum Rand des Dreiecks hin gelagert sind, desto höher ist ihre Buntheit. Eine Mischfarbe hat eine hohe Buntheit, wenn sie einen geringen oder keinen Anteil ihrer dritten Komponente aufweist. So haben alle Farben, die aus nur zwei Grundfarben gemischt sind, maximale Buntheit.

Reduziert man in einer Kombination aus drei Grundfarben alle drei Farbanteile gleichzeitig unter Beibehaltung des Mischungsverhältnisses, bleibt der Buntton unverändert, die Farbe verliert jedoch an Helligkeit. Würden alle drei Grundfarben auf den Wert Null absinken, ist die resultierende Farbe Schwarz. Es hat, wie Weiß, die Buntheit Null.

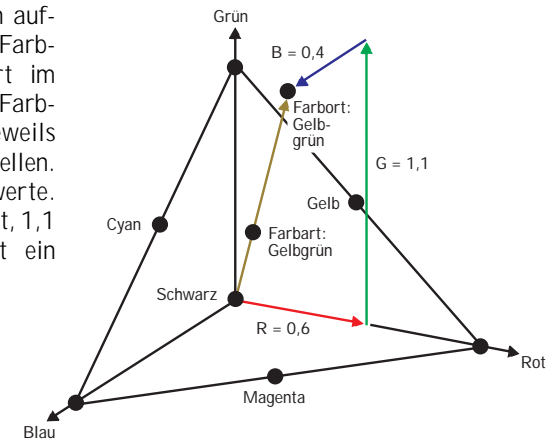


Im Farbdreieck konnten wir sowohl den Buntton als auch die Buntheit definieren. Somit sind die Farben in ihrer Farbart bestimmt und bilden dann ein sogenanntes Farbarten-dreieck. Alle Farben im Farbarten-dreieck sind nur durch ihren Buntton und ihre Buntheit, nicht jedoch durch ihre Helligkeit definiert; diese kann beliebig sein. Um die Helligkeit in unsere grafische Darstellung zu integrieren, müssen wir aus dem zweidimensionalen Farbarten-dreieck in eine räumliche Darstellung – einen Farbraum – übergehen.

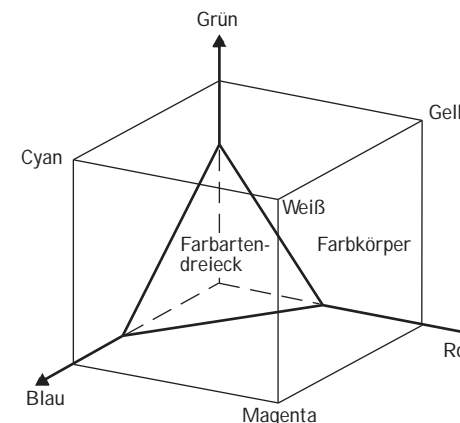
So entsteht ein dreidimensionales Koordinatensystem mit den Koordinaten für Rot, Grün und Blau:



Das zwischen den Koordinaten aufgespannte Dreieck stellt das Farbarten-dreieck dar. Ein Farbort im Farbraum ist durch die drei Farbvektoren bestimmt, die jeweils Anteile der Grundfarben darstellen. Hierzu ein Beispiel: aus 0,6 Rot, 1,1 Grün und 0,4 Blau entsteht ein wenig buntes Gelbgrün:



Der Durchstoßpunkt des resultierenden Vektors stellt die Farbart Gelbgrün, der Endpunkt des Vektors die Farbe Gelbgrün unter Einschluß ihres Helligkeitswertes dar.



Je weiter die Farborte der Grundfarben vom Nullpunkt entfernt liegen, desto größer ist das Volumen des so gebildeten quaderförmigen Farbkörpers und damit die Qualität des auf ihm basierenden Farbeprosystems.

Alle Farben, die innerhalb dieses Farbkörpers liegen, sind von einem Reproduktionssystem, das auf diesen Grundfarben basiert (z. B. ein Farbmonitor), reproduzierbar. Farben außerhalb des Farbraums können von diesem System nicht dargestellt werden. Die Grundfarben eines Farbraums sind im wesentlichen durch das Gerät, in dem sie erzeugt werden, bestimmt.

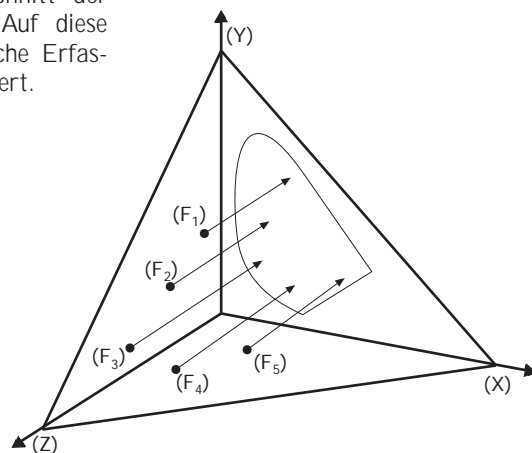
Das CIE-Normfarbsystem

Die Schaffung eines gemeinsamen Farbstandards, der die wichtigsten Farbkörper umfaßt und eine Verständigung über Farben möglich macht, ist für die Entwicklung eines Farbproduktionssystems von großer Bedeutung. Einen solchen Standard stellt das Normfarbsystem der CIE dar.

Die CIE-Farbnormung geht von imaginären Grundfarben mit der Bezeichnung XYZ aus, welche physikalisch nicht realisierbar sind. Sie wurden rein rechnerisch erzeugt und sind daher unabhängig von einem gerätebezogenen Farbkörper wie z. B. RGB oder CMYK. Diese virtuellen Grundfarben wurden jedoch so ausgewählt, daß die Gesamtheit aller vom menschlichen Auge erfäßbaren Farben innerhalb dieses Farbraums liegt.

Das XYZ-System basiert auf den Empfindlichkeitskurven der drei Farbzeptoren im Auge. Da diese bei jedem Menschen leicht unterschiedlich sind, hat die CIE einen sogenannten Normalbeobachter definiert, dessen Augenempfindlichkeit etwa dem Durchschnitt der Bevölkerung entspricht. Auf diese Weise ist die farbmimetrische Erfassung von Farben objektiviert.

Die drei Grundfarben des CIE-XYZ-Bezugssystems bedingen zunächst eine räumliche Darstellung mit den Koordinaten (X), (Y) und (Z). Auch hier läßt sich ein Farbarendreieck zeichnen. Um zu einer zweidimensionalen Grafik (der Schuhsole) zu gelangen, wird dieses Farbarendreieck in die Ebene der Rotgrünfläche projiziert:



Das hat jedoch nur Sinn, wenn gleichzeitig eine entsprechende Normierung vorgenommen wird, die es gestattet, den verlorengegangenen Wert (Z) aus der neuen flächigen Darstellung herauszulesen. Diese Normierung geschieht durch die Einführung der sogenannten Normfarbwertanteile x, y und z. Man setzt

$$x = X / (X + Y + Z)$$

$$y = Y / (X + Y + Z)$$

$$z = Z / (X + Y + Z)$$

für sie gilt:

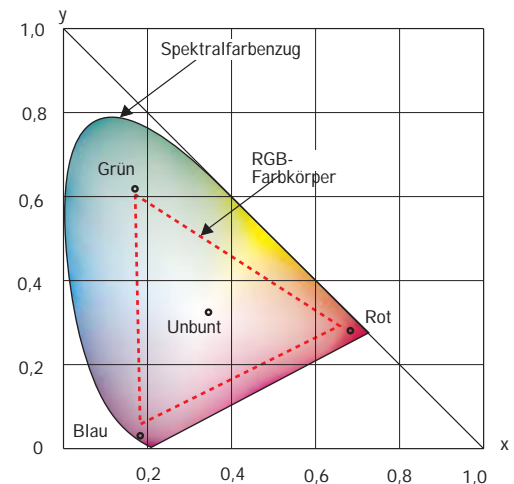
$$x + y + z = 1$$

So kann der Wert z zu einer beliebigen Farbe durch die Subtraktion der Normfarbwertanteile x und y von 1 gewonnen werden:

$$1 - x - y = z$$

Eine Farbe ist durch die Angabe ihrer Farbart (mit x und y) noch nicht eindeutig definiert. Es muß zusätzlich ein sogenannter Helligkeitsbeiwert angegeben werden. Die Augenempfindlichkeitskurve für das Grünempfinden ist im XYZ-System so normiert, daß sie gleichzeitig die Hellempfindung widerspiegelt. Sie ist somit identisch mit der sogenannten V(1)-Kurve. Eine Farbe ist dann vollkommen beschrieben, wenn sie neben den Werten x und y auch den Helligkeitsbeiwert Y enthält.

Im Normfarbendreieck zeigt das zwischen Nullpunkt, x = 1 und y = 1, aufgespannte rechtwinklige Farbarendreieck die Grenzen dieses Bezugssystems. Farbarten außerhalb des Dreiecks sind nicht denkbar. Der geschlossene Kurvenzug stellt die Lage der Spektralfarben dar:



Farben zwischen Dreieck und dem Spektralfarbenzug sind zwar definierbar, jedoch virtuell, d. h. physikalisch nicht zu realisieren. Die Grundfarben RGB eines Reproduktionsgerätes bilden ein Dreieck innerhalb der Schuhsole. Solch ein Dreieck repräsentiert dann einen relativ kleineren Farbkörper mit dem Unbunt-punkt etwa in der Mitte.

Mit der Einführung der CIE-Normfarbtafel ist die Farbbestimmung aus einer qualitativ beschreibenden („Knallrot“) in eine quantitativ, zahlenmäßig erfaßbare Darstellung überführt worden.

Neben der gewonnenen Meßbarkeit verfügt das CIE-Normfarbsystem auch über den Vorteil einer einfachen Darstellung von Ergebnissen der additiven Farbmischung: Die Resultate liegen immer auf geraden Linien zwischen den Ausgangsfarben: außerdem gestattet die CIE-Normung beliebige Farbtransformationen von einem Farbkörper in einen anderen, so z. B. die Umsetzung einer ganz bestimmten Farbe aus dem RGB-Farbkörper des Monitors in den CMYK-Farbkörper eines Druckverfahrens.

Diesen Vorteilen stehen jedoch die Nachteile des Normfarbsystems gegenüber:

- die schwierige Einbeziehung der Helligkeit in die Darstellung
- die Diskrepanz zwischen empfundenen Farbunterschieden und den Farbabständen im System

Damit kommen wir zum Lab-Farbraum.

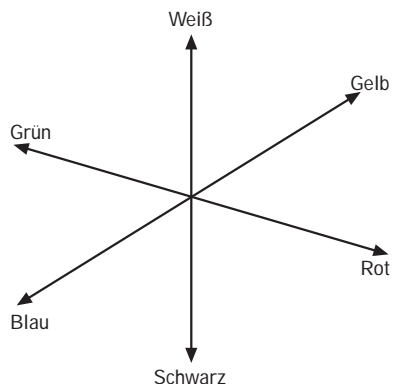
Der Lab-Farbraum der CIE

Das Farbsehen besteht nicht allein in einem Zusammenfügen von Farbwerten im Auge.

Die Netzhaut registriert zwar zunächst drei Farbreize, die sich im wesentlichen auf rote, grüne und blaue Lichtstrahlen beziehen, jedoch entstehen im Verlauf einer weiteren Verarbeitungsstufe drei Empfindungen:

- eine Rotgrünempfindung
- eine Gelblauempfindung
- eine Helligkeitsempfindung

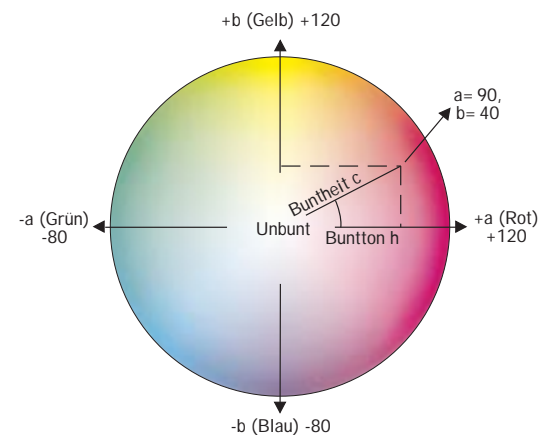
Daraus läßt sich ein sogenanntes Gegenfarbensystem entwickeln, das vom Gegensatz dreier Urfarbenpaare ausgeht:



Wir wissen aus eigener Erfahrung, daß Rot empfindungsgemäß nie Anteile von Grün, Blau nicht Anteile von Gelb und Weiß kein Schwarz enthalten kann. Gefragt nach den Grundfarben, geben Menschen, die mit Wissen aus der Druckindustrie oder dem Farbmonitorbereich unbelastet sind, nicht drei Grundfarben Rot, Grün und Blau, sondern deren vier, nämlich Rot, Grün, Blau und Gelb an.

Betrachtet man Farben wie Schwarz, Grau oder Weiß, so werden diese überhaupt nur widerstrebend als Farben anerkannt: sie scheinen von gänzlich anderer Empfindungsqualität zu sein. Die fehlende Farbigkeit in einem Schwarzweißfilm etwa auf dem Bildschirm wird von uns nach kurzer Umstellung vollkommen akzeptiert. Daraus läßt sich folgern, daß in einem empfindungsgemäß korrekt entworfenen Bezugssystem die unbunte Helligkeitsinformation und die Farbinformation nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ deutlich getrennt sein sollten.

Genau dies leistet das 1976 von der CIE entwickelte Lab-Farbsystem, das zwar auf den XYZ-Grundfarben basiert, aber gleichermaßen das oben beschriebene Gegenfarbenmodell einbezieht. Der Buntton und die Buntheit werden durch die Koordinaten a und b definiert, die positive oder auch negative Werte annehmen können:



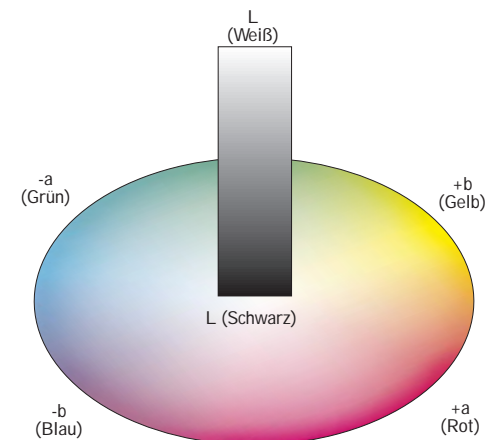
Wie das Normfarbendreieck stellt dieses Farbsystem alle denkbaren Farben dar.

Aus a und b lassen sich Zahlenwerte für den Buntton und die Buntheit ableiten:

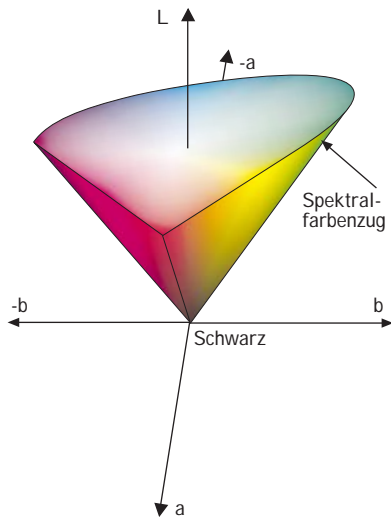
Bunnton (Hue): $h = \arctan(b/a)$
Dies entspricht dem Winkel zwischen Farbvektor und der a+-Achse

Buntheit (Chroma): $c = (a^2 + b^2)^{1/2}$
Dies entspricht der Entfernung des Farbortes vom Mittelpunkt des Körpers.

Die dritte Eigenschaft, die Helligkeit, wird durch eine Helligkeitsskala mit der Bezeichnung L mit Skalenwerten von 0 (Schwarz) bis 100 (Weiß) senkrecht dargestellt.

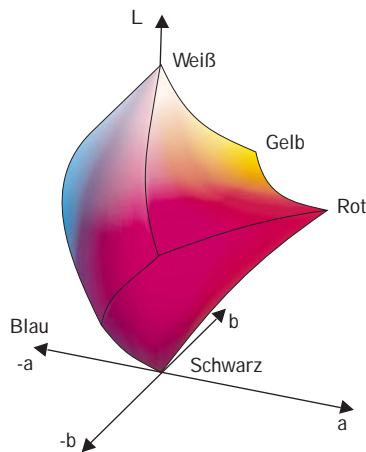


Ein Farbkörper im Lab-Bezugssystem könnte in idealisierter Form etwa folgendermaßen aussehen:



Aus Gründen der Erkennbarkeit wurde auf die vollständige Darstellung der unterschiedlichen Helligkeiten des Spektralfarbenzugs verzichtet: Das Modell ist nach oben hin durch einen horizontalen Schnitt begrenzt worden. Auf dem äußeren Mantel dieses idealen Farbkörpers liegen alle Farben höchster Buntheit, wobei deutlich sichtbar wird, daß in dem Maße, wie Farben dunkler werden, diese auch an Buntheit verlieren. Das erscheint logisch, bedenkt man, daß bei Erreichen des minimalen Helligkeitswertes jede Farbe zu Schwarz wird und damit der Buntheitswert Null vorliegt.

Ein Farbkörper, der auf realen Farben basiert, könnte dann etwa folgende Form haben:



Man sieht hier zweierlei:

- die Buntheit der Farben nimmt mit zunehmender und abnehmender Helligkeit ab, bis hin zu Null bei Erreichen von Weiß bzw. Schwarz.
- Im Gegensatz zum CIE-Farbdreieck sind hier die Verbindungslinien zwischen den Eckfarben nicht geradlinig. Der Grund liegt in der empfindungsgemäßen Gleichabständigkeit der Farben in diesem Farbraum. Diese ist durch eine nichtlineare Transformation der XYZ-Werte in Lab-Werte erreicht worden.

Die prinzipiellen Formeln für die Transformation von XYZ nach Lab lauten (für nicht zu kleine x, y, z):

$$L = 116 Y^{1/3} - 16$$

$$a = 500 (X^{1/3} - Y^{1/3})$$

$$b = 200 (Y^{1/3} - Z^{1/3}),$$

wobei x, y und z auf 1 normiert sind.

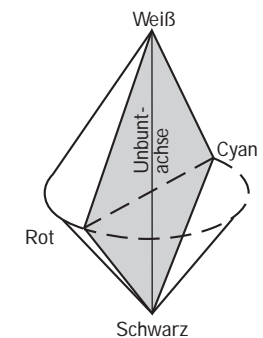
Vorteile des Lab-Farbraums in der Farbproduktion

Der Lab-Farbraum bringt zahlreiche Vorteile mit sich. Näher eingehen möchten wir in diesem Zusammenhang auf die Geräteunabhängigkeit in der Farbdarstellung und die mögliche empfindungsgemäße Farbeinstellung bei der Bedienung eines Reprosystems.

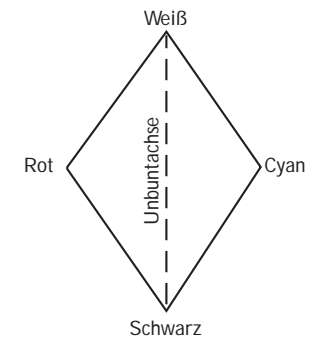
Die Geräteunabhängigkeit

Der Lab-Farbraum ist, ebenso wie der XYZ-Farbraum, imstande, alle realen Farbkörper als Untermengen darzustellen. Angenommen, ein Reprogerät basiert auf dem RGB-Farbraum. Für den Druck müssen die RGB-Farbwerte in CMYK-Farbwerte umgerechnet werden. Beide Farbräume sind weder in ihrer Größe noch in ihrer Lage gleich. Aus der Tatsache, daß das Reprosystem RGB zum Bezugssystem hat, folgt nun, daß Farben des CMYK-Farbraums, die in RGB nicht darstellbar sind, auch in CMYK nicht gedruckt werden können, obwohl der CMYK-Farbraum dies nicht verbietet. RGB wird also zur Beschränkung für CMYK. Dies gilt z. B. für ein dunkles und buntes Cyan, das am RGB-Monitor nicht darstellbar ist, und unter diesen Umständen zur nichtreproduzierbaren Farbe wird.

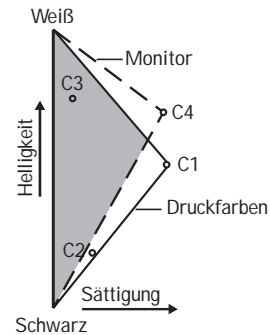
Um dies grafisch zu veranschaulichen, kann ein Schnitt durch einen stilisierten Farbkörper gemacht werden:



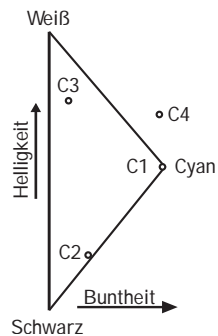
Jetzt kann z. B. die Cyan-Rot-Fläche betrachtet werden:



Bezieht man die druckbaren Farben in diese Grafik mit ein, sieht man, daß die beiden Farbräume nicht deckungsgleich sind:



Die Problematik ist einfacher darstellbar, wenn nur eine Fläche betrachtet wird: in diesem Fall die Cyan-Fläche:



Die eingezeichneten Farben zeigen hierbei:

- C1 das maximal bunte Cyan.
- C2 ein Cyan, das bezogen auf diesen Helligkeitswert die höchstmögliche Buntheit hat.
- C3 ein helles, unbuntes Cyan.
- C4 ein Cyan, das außerhalb des Farbraums liegt.

In der Abbildung haben alle Farben den gleichen Buntton, nämlich Cyan. Außerdem sind alle Farben, bis auf das außerhalb liegende C4, reproduzierbar.

Die Tatsache, daß sich beide Farbkörper durchdringen, bedeutet, daß nur die Farben innerhalb der farblich markierten gemeinsamen Schnittmenge sowohl auf dem Monitor wie auch im Druck identisch wiedergegeben werden.

In einem gerätebezogenen Bezugssystem wie RGB oder CMYK können zwangsläufig Farben, die außerhalb ihres Bezugssystems liegen, nicht reproduziert werden, auch dann nicht, wenn sie im Zielfarbkörper vorhanden sind. Hier zeigt sich der Vorteil übergreifender Bezugssysteme wie zum Beispiel der XYZ- oder der Lab-Farbraum, die keine Einschränkungen dieser Art kennen.

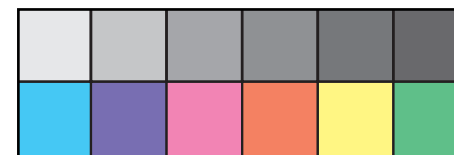
Mit Hilfe des Gamut Mapping können hier die Farbkörper aneinander angepaßt werden, so daß der gesamte Farbumfang des Zielfarbkörpers ausgenutzt werden kann.

Die empfindungsgemäße Bedienung

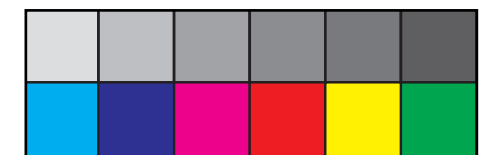
Man stelle sich vor, ein Farbdia, das neben sehr dunklen, unbunten Tonwertbereichen auch leuchtende Farben beinhaltet, ist zu reproduzieren. In diesem Fall möchte man sicher, unter gleichzeitiger Beibehaltung der bunten Farben, die dunklen Bildstellen aufhellen. Um zu veranschaulichen, was dann passiert, betrachten wir zunächst eine Kombination bestehend aus einigen stark bunten Farben und einem Graukeil. Sie soll eine Vorlage repräsentieren:



Die Tonwerte des Graukeils sind so dunkel, daß eine Aufhellung notwendig erscheint. In einem konventionellen CMYK- oder RGB-Reprosystem wird man hierfür die Gradationsfunktion verwenden. Dadurch werden alle Farbkanäle gleichermaßen beeinflusst:

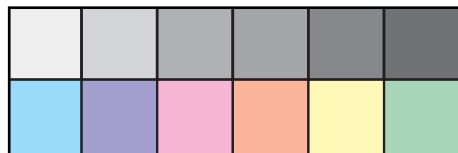


Durch die korrigierte Gradation sind die Tonwerte des Graukeils jetzt besser zu unterscheiden, die bunten Farben jedoch hell und unbunter. Um die Buntheit der ursprünglichen Farben zu erhalten, müßte man jede einzelne Farbe aufwendig nachkorrigieren. Mit einem Lab-Editor läßt sich dieser Nachteil vermeiden. Hier werden die unbunten Farben unabhängig von den bunten behandelt. Eine Nachkorrektur wird dadurch überflüssig. Größere Sicherheit und ein reduzierter Zeitaufwand beim Editieren sind das Ergebnis:

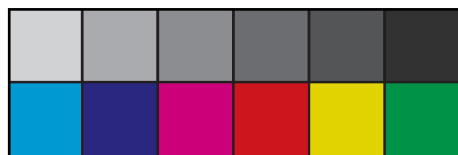


Ein ähnlicher Vorteil zeigt sich bei überbelichteten Vorlagen: Die Farben sind dann in der Regel zu blaß und müssen in ihrem Buntheitsgrad verbessert werden. Hierfür reicht eine bloße Gradationsveränderung nicht aus, denn die zu blassen Farben werden nur dunkler und verlieren dadurch an Buntheit. Auf konventionellem Wege ist dann jede einzelne Farbe nachzuarbeiten: Helligkeit und Buntheit müssen angepaßt werden, was zeitraubend und qualitativ nicht optimal ist.

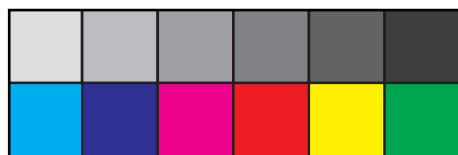
Beim Arbeiten im Lab-Farbraum kann nun aufgrund der Trennung von Helligkeit und Buntheit die Buntheit aller Farben in einer einzigen Bearbeitungsstufe angehoben werden. Ein Lab-Editor verfügt zu diesem Zweck über die Bearbeitungsfunktion des Buntheitsverlaufs.



Überbelichtete Vorlage
(Farbsättigung fehlt)



Konventionelle Reproduktion
(Farben verschmutzt, Tonwerte zu dunkel)



In einem LAB-Editor korrigierter
Buntheitsverlauf

Schon diese kurzen Erklärungen zeigen, welche Vorteile sich durch ein Arbeiten im Lab-Farbraum ergeben. Weitere Vorteile des Lab-Farbraums zeigen sich im Rahmen der Bildbearbeitung: So wird durch die Trennung von Helligkeit und Buntheit auch die Qualität der Schärfefilter stark verbessert, und es lassen sich weitaus bessere Farbkorrekturen durchführen, was eine deutliche Qualitätssteigerung der Bilddaten zur Folge hat.

Diese Möglichkeiten sollten Sie auf alle Fälle nutzen !!!

Impressum

Dieser Anhang ist Teil der Broschüre „Color Management“ aus der Reihe „Die kreative Welt der digitalen Daten“.

Herausgegeben von
Heidelberger Druckmaschinen AG
Siemenswall
D-24107 Kiel