color

Teil 1

Grundlagen und Anwendung

management

basICColor®

Karl Koch, Hanspeter Harpf • basICColor GmbH

übersicht

Index

Grundlagen

Farbe • Grundlegendes

Vorwort

1.0. Farbeindruck - Lichtquelle
1.1. Farbeindruck - Objekt
1.2. Farbeindruck - Beobachter
1.3. Folgerungen

Definitionen • Begriffsbestimmungen

2.0. Was ist Colormanagement?
2.1. Farbrechner
2.2. Profil
2.3. Anwendungssoftware

Grundwissen • Grundlagen Colormanagement

3.0. Warum Colormanagement?
3.1. Geräteabhängige Farben
3.2. CIE-Farbräume
3.3. Gerätefarbräume
3.4. Farbraumtransformationen

Workflow • Colormanage

4.0. Workflowvarianten
4.1. Medienneutraler RGB-Workflow
4.2. Arbeitsfarbraumüberlegungen
4.3. CMYK-Workflow
4.4. Vorteile Colormanagement

Abspann

leitfaden

Vorwort

Grundlagen

Die erste Frage müßte eigentlich lauten: Was ist Farbe?

Wenn man diese Frage tatsächlich stellt, erhält man die erstaunlichsten Antworten. Nur die richtige ist selten dabei: Farbe ist ein Sinneseindruck, eine Empfindung, ein Gefühl. Somit ist Farbe nicht das Auftreffen elektromagnetischer Strahlung verschiedener Wellenlängen und Intensitäten auf das Auge, sondern Farbe ist die Folgerung auf diesen äußeren Farbreiz, der im Gehirn die Farbempfindung hervorruft. Farbe ist demnach als ein Komplex physikalischer, physiologischer und psychologischer Vorgänge zu erklären.

Unglücklicherweise wird im deutschen Sprachgebrauch der Begriff "Farbe" zweideutig verwendet - zum einen bezeichnet man damit die Druckfarbe und zum anderen wird dadurch auch die hervorgerufene Farbempfindung ausgedrückt. Die Unterscheidung der Begriffe ist im Englischen dagegen wesentlich deutlicher durch die Verwendung zweier unterschiedliche Worte: "color" (engl.: Farbe) und "ink" (engl.: Druckfarbe).

Erschwert wird das Ganze dadurch, daß Farbe höchst individuell wahrgenommen wird: kein Mensch sieht Farbe so wie ein anderer. Nur einer hat das absolute Farbsehen: Der Kunde! Dies zeigt, daß Colormanagement keine exakte Wissenschaft sein kann, sondern lediglich Erfahrungswerte in mathematische Algorithmen und Software umsetzt, um dem reproduzierenden Menschen Werkzeuge in die Hand zu geben, mit denen er schneller und sicherer arbeiten kann.

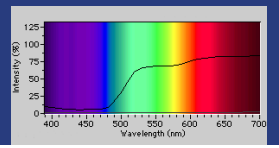
leitfaden

Vorwort

Grundlagen

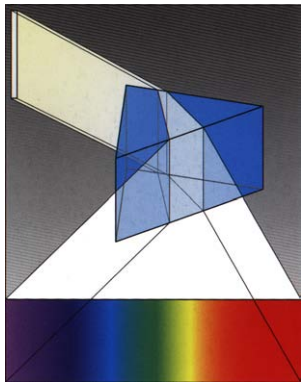
Die erfolgreiche Einführung eines Colormanagementsystems erfordert eine eingehende Beschäftigung mit der Materie und das Überdenken und Umstellen gewohnter Arbeitsweisen. Dabei bringt Colormanagement keine zusätzlichen Komplikationen in die Farbreproduktion, sondern macht solche, die ohnehin vorhanden waren, aber mit einer Mischung aus Erfahrung und Verdrängung „gelöst" wurden, deutlich sichtbar.

farbe

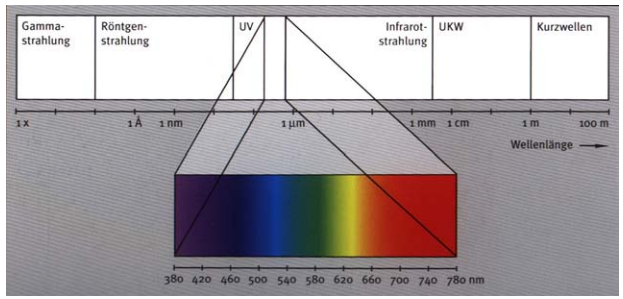


1.0. Farbeindruck - Lichtquelle

Das Wesen der Farbe



Aufsplittung von "weißem" Licht durch die Brechung am Prisma



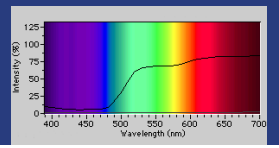
Der Bereich des sichtbaren Lichts als Teil des elektromagnetischen Spektrums

Wie kommt nun der Farbeindruck zustande?

Dazu sind stets drei Komponenten erforderlich: zunächst einmal die *Lichtquelle*, welche elektromagnetische Strahlung aussendet, desweiteren das zu betrachtende *Objekt* und schließlich der *Beobachter*. Fehlt einer dieser drei Faktoren, dann entsteht auch kein Farbeindruck.

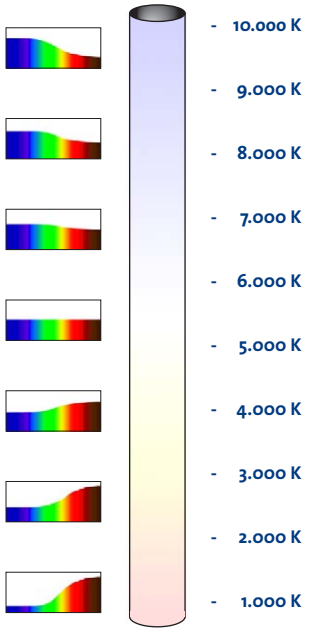
Die beiden nebenstehenden Grafiken wurden dem Buch "Digitales Colormanagement" von J.-P. Homann entnommen.

Lichtquellen bezeichnet man auch als Selbstleuchter, da diese in der Lage sind von sich aus elektromagnetische Strahlung auszusenden, im Gegensatz zu den meisten Gegenständen unserer Umgebung, welche Licht nur remittieren, sofern diese mit Licht angestrahlt werden. Fällt kein Licht auf den Gegenstand, so besitzt dieser nicht die Möglichkeit Licht zurückzuwerfen, weshalb dieser auch schwarz erscheint. Licht und Farbe sind somit nicht voneinander trennbar - ohne Licht keine Farbe. Der Grund hierfür liegt in der spektralen Zusammensetzung des "weißen" Lichtes. Bereits Newton gelang es den Nachweis zu erbringen, daß in "weißem" Licht alle wahrnehmbaren Farben enthalten sind. Dazu ließ er "weißes" Licht durch ein Prisma fallen, welches dadurch in seine einzelnen Farben zerlegt wurde. Da es sich bei Licht um elektromagnetische Strahlung unterschiedlicher Wellenlängen handelt, ist die Begründung dieses Phänomens hierin zu suchen. Die vom Menschen wahrgenommene Strahlung befindet sich in einem Wellenlängenbereich von 380 Nanometer (ultraviolettes Licht) bis 780 Nanometer (Infrarotlicht). Diese unterschiedlichen Wellenlängen sind nun der Grund für die unterschiedlich starke Brechung, wodurch die verschiedenen Farben zum Vorschein kommen - jeder Wellenlänge wird somit eine bestimmte Farbe zugeordnet. "Weißes" Licht besitzt keine Eindeutigkeit, weshalb eine Klassifikation erfolgen muß. Aus diesem Grund wird der Farbeindruck einer Lichtquelle



1.0. Farbeindruck - Lichtquelle

Das Wesen der Farbe



Farbtemperaturen mit den zugehörigen relativen spektralen Strahldichteverteilungen

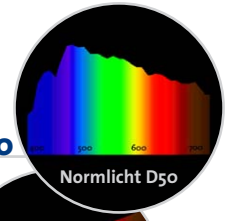
durch eine Farbtemperatur (= Temperatur des Körpers) beschrieben. Erhitzt man nämlich einen Gegenstand (schwarzer Strahler) auf immer höhere Temperaturen (Kelvin), so sendet dieser Strahlungsenergie in Form von Licht aus, beginnend mit einem stumpfen Rot über Orange, Gelb und Weiß bis schließlich hin zu blauem Licht. Dadurch kann die optische Wirkung der Strahlung der Lichtquellen, bestimmt durch die relative spektrale Strahldichteverteilung, durch Angabe der Farbtemperatur in Kelvin eindeutig bestimmt werden. So kann dem Glühlampenlicht eine Farbtemperatur von 2.000 - 3.000 Kelvin zugeordnet werden, während Tageslicht Farbtemperaturen im Bereich von 4.000 - 9.000 K besitzt.
Durch die relative spektrale Strahldichteverteilung wird jede beliebige Lichtquelle charakterisiert, denn dadurch wird der funktionale Zusammenhang zwischen der abgestrahlten Energie und der dazugehörigen Wellenlänge beschrieben.
Da aus diesem Grund die Lichtquelle, deren Licht, den Farbeindruck gravierend beeinflußt, wird für eine korrekte Beurteilung von Farben ein standardisiertes Licht benötigt. Die internationale Beleuchtungskommission (ISO - International Standardization Organization) hat deshalb D50 als offizielle Standardbeleuchtung vorgeschrieben, wobei "D" für daylight und "50" für 5000 Kelvin steht - festgehalten in der Norm ISO 3654.
Nebenstehend die relative spektrale Strahldichteverteilung des Normlichtes D50, wobei hier angemerkt sei, daß es ein von einer Lichtquelle im gesamten sichtbaren Bereich in gleicher Energie abgestrahltes Licht nicht gibt. Im Unterschied dazu die relative spektrale Strahldichteverteilung einer Glühlampe, an der man deutlich erkennen kann, daß der blaue Spektralbereich kaum vorhanden ist und diese Lichtquelle hauptsächlich im Rotbereich Strahlung aussendet, weshalb eine Glühlampe ein rot-gelbliches Farbempfinden hervorruft.
In diesem Zusammenhang soll auf einen nicht zu unterschätzenden Effekt aufmerksam

Kelvin

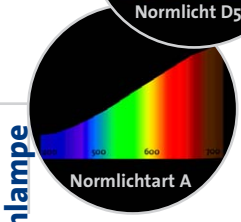
Die Temperaturangabe in Kelvin "K" darf *nicht* mit Grad Celsius "°C" gleichgesetzt werden, denn:

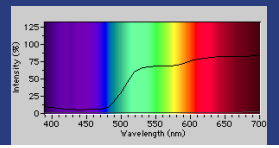
0 K = -273°C

D50



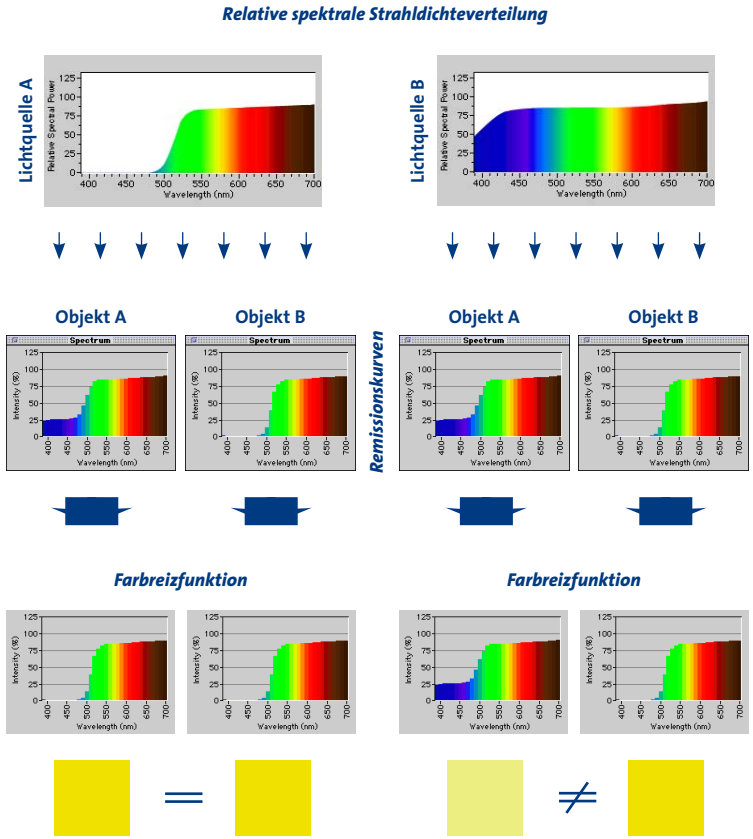
Glühlampe



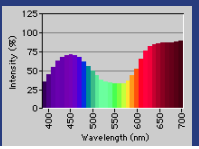


1.0. Farbeindruck - Lichtquelle

Das Wesen der Farbe

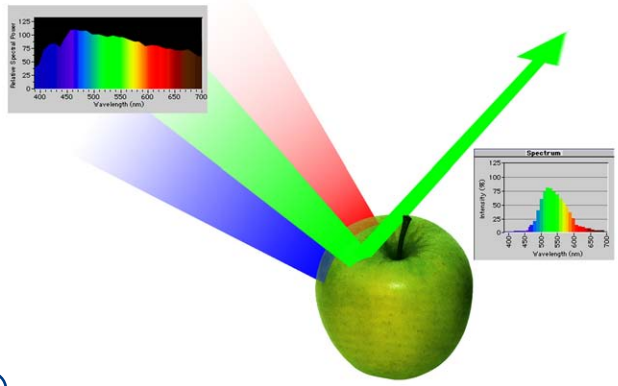


gemacht werden: *Metamerie*. Werden zwei bedruckte Bögen (Druckbogen und Proofbogen) unter einer bestimmten Lichtquelle als farblich gleich erachtet, so ist nicht gewährleistet, daß beide unter einer anderen Lichtquelle beleuchtet, als gleich erscheinen. Ursache dieser Bedingtgleichheit (Metamerie) ist im spektralen Reflexionsgrad der Druckbögen zu suchen. Betrachtet man beide Bögen unter Glühlampenlicht, welches hauptsächlich den roten und grünen Spektralbereich des Lichtes enthält, kaum aber den Blaubereich, so erscheinen Druck- und Proofbogen farblich gleich, wenn diese im Rot- und Grünbereich dasselbe Reflexionsvermögen besitzen, egal wie deren spektraler Reflexionsgrad im Blaubereich aussieht. Betrachtet man nun beide aber unter Tageslicht, das auch den spektralen Blaubereich des Lichtes enthält, so kommt dieser spektrale Reflexionsgrad von Druck- und Proofbogen im Blaubereich zur Geltung, weshalb beide ein farblich unterschiedliches Aussehen aufweisen. Die Farbpigmente von Offsetdruckfarben, die Farbtoner von Farblaserdruckern oder Farbtinten von Inkjetdruckern weisen alle unterschiedliche spektrale Charakteristika auf, weshalb diese untereinander ein stark metameres Verhalten besitzen.



1.1. Farbeindruck - Objekt

Das Wesen der Farbe



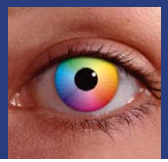
Emmissionsspektrum einer Lichtquelle auf ein bestrahltes Objekt, das eine charakteristische Remmissionskurve besitzt

Nach dem Licht, das den Ausgangspunkt des visuellen Ergebnisses darstellt, soll nun das bestrahlte Objekt betrachtet werden, welches wie bereits erwähnt ohne Beleuchtung keine Farbe besitzt. Fällt polychromatisches Licht auf ein Objekt, z.B. grüner Apfel, so werden die im grünen Apfel enthaltenen Farbpigmente lediglich den grünen Spektralbereich reflektieren, weshalb der Apfel sein grünes Aussehen besitzt. Der Rest der elektromagnetischen Strahlung wird absorbiert.

Wenn weißes Licht auf einen Gegenstand trifft, tritt einer der folgenden Fälle ein:

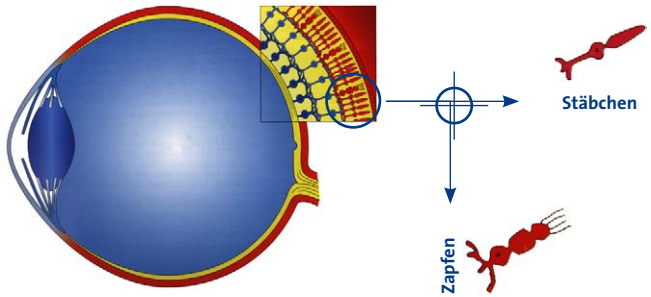
- Alles Licht wird absorbiert - der Gegenstand erscheint schwarz (farblos).
- Alles Licht wird reflektiert - der Gegenstand erscheint weiß (abhängig von der relativen spektralen Strahldichteverteilung der Lichtquelle).
- Alles Licht wird durch den Körper hindurchgelassen - die Farbe des Lichtes ändert sich dabei nicht.
- Ein Teil des Lichtes wird absorbiert, der Rest reflektiert - der empfundene Farbton hängt davon ab, welche Wellenlänge des Lichtes reflektiert und welche absorbiert wird.
- Ein Teil des Lichtes wird absorbiert, der Rest hindurchgelassen - der empfundene Farbton hängt davon ab, welche Wellenlänge des Lichtes absorbiert und welche hindurchgelassen wird.
- Ein Teil des Lichts wird reflektiert, der Rest hindurchgelassen - dabei ändert sich die Farbe des reflektierten als auch des hindurchgelassenen Lichtes.

Welcher dieser Fälle jeweils eintritt hängt von den Eigenschaften des bestrahlten Objektes ab.

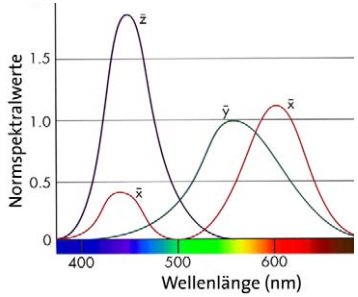


1.2. Farbeindruck - Beobachter

Das Wesen der Farbe



Querschnitt durch das menschliche Auge



Normspektralwertkurven des 1931 festgelegten 2° Normalbeobachters

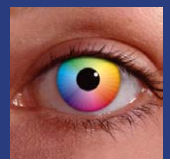
Mit einer Lichtquelle und dem beleuchteten Objekt entsteht noch kein Farbeindruck, sondern dieser wird erst im Gehirn des Beobachters hervorgerufen. Beim Betrachten eines Gegenstandes gelangt ein Farbreiz auf die Netzhaut des Auges wodurch eine visuelle Wahrnehmung ausgelöst wird, welche als Farbvalenz bezeichnet wird. Auf der Netzhaut befinden sich Zapfen, welche lichtempfindliche Chemikalien (die sog. Photopigmente) enthalten, die in drei Spektralbereichen empfindlich sind und deshalb als Rot-, Grün- und Blaurezeptoren des Auges genannt werden - jeder Rezeptor besitzt nun eine ihm spezifische Normspektralwertkurve. Wird nun ein Zapfen mit Licht der richtigen Wellenlänge stimuliert, so sendet er ein Signal in Form eines Nervenimpulses an das Gehirn, das die Signale aller Zapfen verarbeitet und den eigentlichen Sinneseindruck hervorruft - die Farbempfindung.

Neben den Zapfen, welche für das Farbsehen verantwortlich sind, befinden sich auf der Netzhaut des Auges noch eine zweite Art lichtempfindlicher Zellen: die Stäbchen. Diese sind für das Hell-Dunkel-Sehen verantwortlich, wobei diese nur im halbdunklen Licht aktiviert werden und unter normalen Sichtbedingungen praktisch keinen Einfluß haben. Der sehr komplexe Apparat Auge besitzt einige Unzulänglichkeiten, deren man sich unbedingt bewußt werden sollte. So entsteht eine unterschiedliche Farbwahrnehmung durch die Trägheit des Auges, durch das Umfeld, das Farbgedächtnis, Farbenfehlsichtigkeit oder Alter.

Auf der Netzhaut des menschlichen Auges befinden sich etwa 120 Millionen stabförmige und 6 bis 7 Millionen zapfenförmige Rezeptoren.

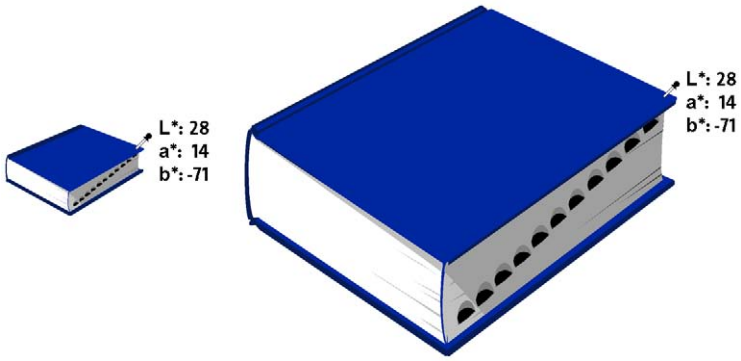
lichtempf. Zellen

Wie bereits erwähnt besitzt jeder Mensch drei spezifische Normspektralwertkurven zur Bewertung von Rot, Grün und Blau, wobei diese bei farbnormalsichtigen Personen nicht exakt gleich sind. Für die Farbmetrik mußte deshalb ein durchschnittlich empfindender Mensch definiert werden, der „Normalbeobachter“. Dazu wurde 1931 eine umfangreiche



1.2. Farbeindruck - Beobachter

Das Wesen der Farbe



Trotz eines identischen L*a*b*-Farbwertes (Erläuterung unter Kapitel 3.2) wird ein unterschiedlicher Farbeindruck im Auge hervorgerufen.

Die Farbwahrnehmung hängt vom Beobachtungswinkel ab!

Testreihe mit zahlreichen farbnormalsichtigen Personen durchgeführt. Daraus wurden die Normspektralwertfunktionen abgeleitet, die von der CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) festgelegt und durch Normen verbindlich wurden. Dadurch konnte jede vom Auge unterscheidbare Farbe durch Kombination der drei Normspektralwertkurven beschrieben werden. Farben können nun durch drei Größen gekennzeichnet werden. Für die Bestimmung der Normspektralkurven wählte man bestimmte Beobachtungsbedingungen: so wurden dem Beobachter die Farben in einem neutralgrauen Umfeld dargeboten, um Umfeldeinflüsse auszuschließen und die Farbfläche wurde in einem Sehwinkel von 2° betrachtet. Da große Farbflächen auf Menschen anders wirken als kleine, d.h. es werden unterschiedliche Farben gesehen, selbst wenn Beleuchtung und Oberfläche identisch sind, hat man sich auf einen Beobachtungswinkel festgelegt. Deshalb gibt es heute die Unterscheidung zwischen 2°- und 10°- Normalbeobachter. Der 10°- Normalbeobachter wird in der Industrie und bei der Farbrezeptierung, bei der große homogene Flächen vorliegen, bevorzugt. Für die Erfassung von Farbdaten in der Druckindustrie gilt nach internationaler Festlegung der 2°- Normalbeobachter.

1.3. Folgerungen

Das Wesen der Farbe

Schlußfolgernd kann gesagt werden, daß es zahlreiche verschiedene Ansichten über die „RICHTIGE“ Farbe gibt, letztendlich hat aber jedoch immer der Kunde recht, wodurch digitale Farbe ein anderes Herangehen voraussetzt, als alle anderen digitalen Themen. Die Aufgabe besteht letztendlich „nur“ darin, das analoge und nichtlineare Farbempfinden des Auges digital nachzubilden.

definitionen

2.0. Was ist Colormanagement?

Begriffsbestimmungen

Nun stellt man sich sicherlich die Frage, was denn Colormanagement denn eigentlich sei.

"Colormanagement ist eine Werkzeugsammlung um eine *möglichst* originalgetreue Reproduktion von farbigen Vorlagen auf den verschiedensten Ein- und Ausgabegeräten zu ermöglichen."

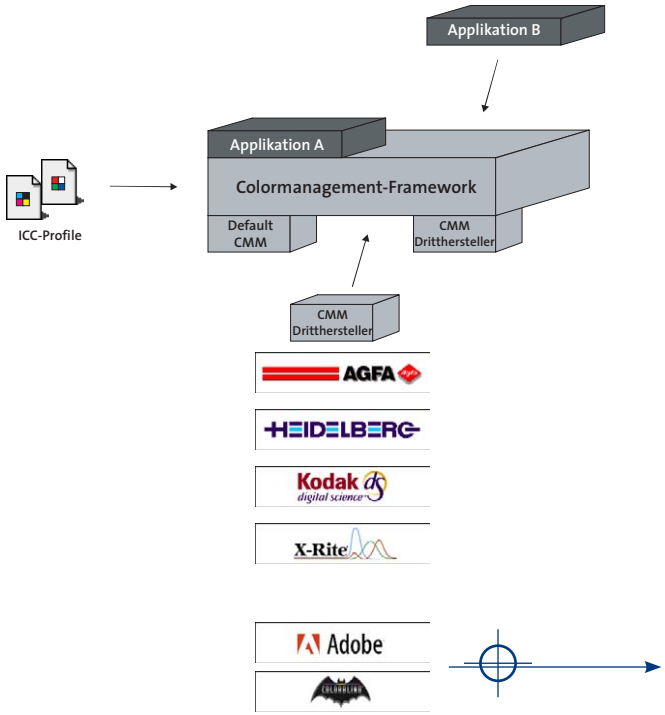
Dabei benötigt man im Grunde nur drei Werkzeuge:

- CMM - Farbrechner
- Profile für die einzelnen Eingabe-, Verarbeitungs- und Ausgabegeräte
- Anwendungssoftware, welche die Farbraumtransformation mit Hilfe von Profilen und einer CMM durchführt

definitionen

2.1. Farbrechner

Begriffsbestimmungen



Die CMM, häufig auch als „Color Matching Module“ oder „Color Matching Method“ oder „Color Transformation Engine“ bezeichnet, ist der Farbrechner, welcher die mathematischen Funktionen bzw. Algorithmen für die Farbraumtransformationen mittels Profilen enthält. Der Zugriff auf diese Funktionen erfolgt über das auf Betriebssystemebene befindliche Colormanagement-Framework, damit alle Programme die Möglichkeit besitzen darauf zuzugreifen, mit dem Ziel daß Farbumrechnungen in der gleichen Weise mit demselben Ergebnis erzielt werden können. CMM und Colormanagement-Framework bilden eine Einheit, welche auf Mac-Computern als Apple ColorSync bezeichnet wird und auf Windows-Rechnern mit ICM, jedoch diese nicht so leistungsfähig ist wie erstgenannte. Nur unter Windows 98 und 2000 besitzt man die Möglichkeit über die ICM (aktuellste Version 2.0) auf Betriebssystemebene Farbraumtransformationen durchzuführen. Bei Windows 95 und NT ist man leider auf die proprietäre Colormanagementunterstützung der einzelnen Applikationen angewiesen. Die aktuellste Version von Apple ColorSync liegt in der Version 3.0.1 vor, wobei in dieser Version als "Default CMM" die Apple CMM eingebaut wurde. Daneben besteht auch die Möglichkeit CMM's von Drittanbietern einzubinden. Nun gibt es zahlreiche ICC-kompatible CMM's, wodurch ein und derselbe Datensatz bei Verwendung identischer Profile, aber unterschiedlicher CMM's nicht dieselben Ergebnisse liefert, da jeder Hersteller solcher CMM's andere Rechenalgorithmen verwendet. Außerdem gibt es noch proprietäre CMM's, welche auch Farbtransformationen vornehmen, jedoch entweder nicht ICC-kompatibel sind oder zwar ICC-kompatibel, aber nicht in das Colormanagement-Framework integrierbar sind. So ist die Adobe CMM z.B. nur in Adobe-Produkten nutzbar.

Default CMM

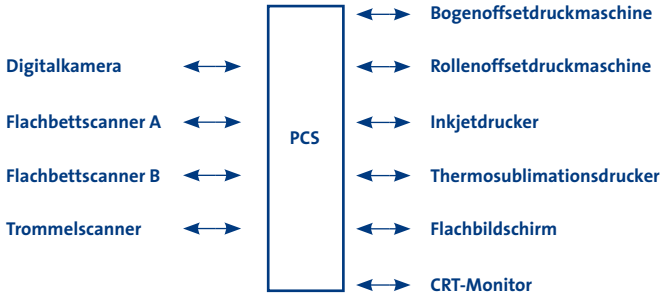
Mit der Weiterentwicklung von ColorSync änderte sich auch stets die "Default CMM", so:

Vers. 2.5.1 - *LinoColor CMM*
Vers. 2.6.1 - *Heidelberg CMM*
Vers. 3.0.1 - *Apple CMM*

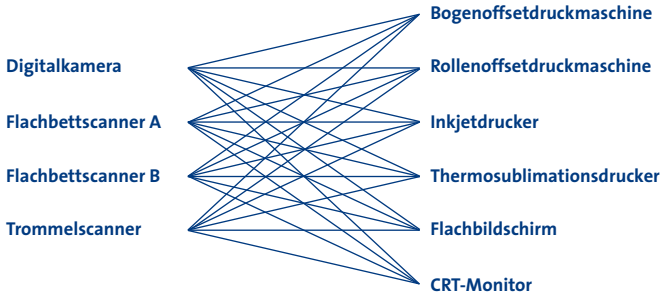
definitionen

2.2. Profil

Begriffsbestimmungen



Arbeiten mit einem geräteunabhängigen Farbraum (10 Transformationstabellen)



Arbeiten mit geräteabhängigen Farbräumen (24 Transformationstabellen)

Ein Profil beschreibt wie ein Gerät Farbe sieht, darstellt oder druckt, wobei die Beschreibung im geräteunabhängigem CIE-Farbraum geschieht (Lab oder XYZ), der somit das Verbindungsglied zwischen den Geräten darstellt - daneben gibt es die geräteabhängigen Farbräume (RGB, CMYK), die es zu beschreiben gilt. Nun benötigte man ein einheitliches Profilformat, damit die Erstellung der Profile standardisiert und genormt ist - hierfür entwickelte sich der Industriestandard ICC (International Color Consortium). Im ICC-Profil befinden sich die sogenannten „Public Data“, welche für alle CMM's zugänglich sind und die herstellereigenen „Private Tags“, die auch nur von den jeweiligen Herstellern - deren CMM's - ausgelesen werden können. Die Gerätebeschreibung erfolgt im CIE-Farbraum, da somit pro Gerät lediglich eine Transformation notwendig ist, nämlich in den sogenannten „Profile Connection Space“. Dies ist heute in einer offenen, modularen Systemwelt, in der unzählige Gerätekombinationen denkbar sind, die einzige Möglichkeit wirtschaftlich zu arbeiten. Würde man nämlich direkt eine Transformationstabelle für das jeweilige Ausgabegerät anlegen, so würde die Zahl der Transformationsalgorithmen unweigerlich steigen. Am deutlichsten wird dies, wenn in eine bestehende Systemumgebung ein neues Gerät integriert wird, das nun auf jedes vorhandene Gerät abgestimmt werden muß - und dies bedeutet einen enormen Aufwand.

Ein Profil alleine tut nichts, es ist passiv. Erst in Verbindung mit einem anderen Profil beginnt es zu arbeiten, denn man braucht immer einen Ursprung woher man kommt und ein Ziel wohin man möchte. Ein Profil kann nur entweder den Ursprung oder das Ziel beschreiben, deshalb benötigt man immer **zwei** Profile.

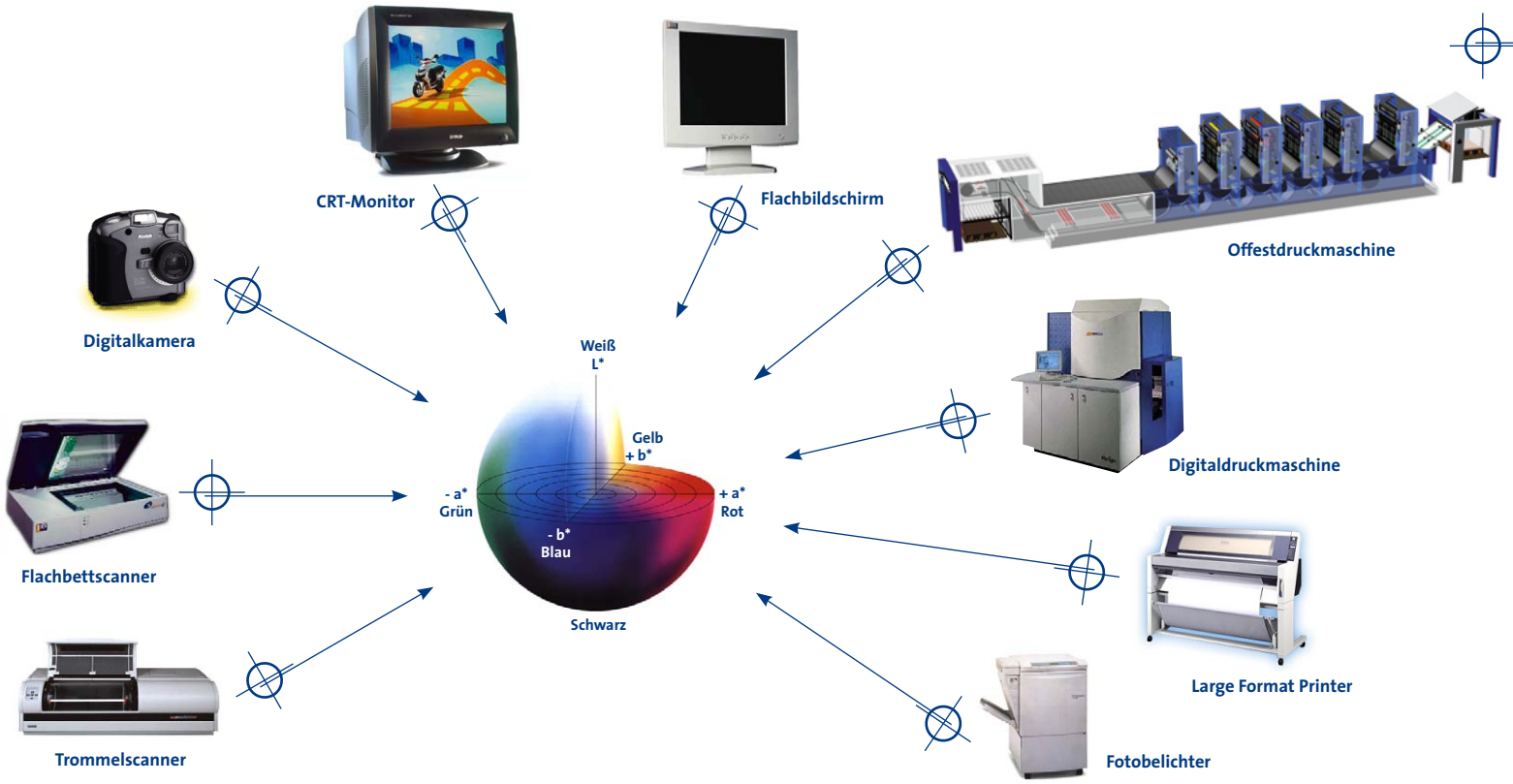
Verbindungsglied

Laut ICC-Spezification wird dieser Verbindungsfarbraum als "Profile Connection Space" kurz PCS bezeichnet.

definitionen

2.2. Profil

Begriffsbestimmungen



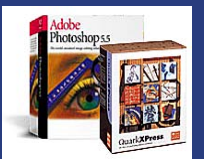
Beschreibung des geräteabhängigen Farbraumes eines jeden in der Produktion beteiligten Gerätes im geräteunabhängigen Farbraum

Ergebnis: *ICC-Profil*

L*	a*	b*	C	M	Y	K
50	0	0	60	54	53	9
46.9	-8	-8	73	52	48	6
43.8	-16	-16	82	42	37	17
40.6	-24	-24	97	35	28	23
37.5	-32	-32	100	34	27	21
34.4	-40	-40	100	34	29	31

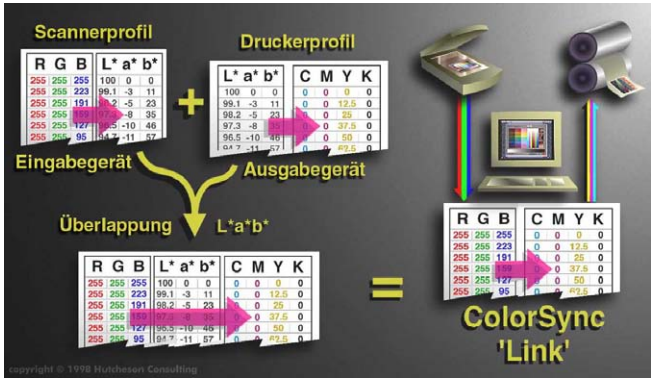
In einem ICC-Profil befinden sich sogenannte LookUp-Tabellen (LUTs), die jedem geräteunabhängigem CIE L*a*b*-Wert den entsprechenden CMYK-Wert zuweisen.

definitionen



2.3. Anwendungssoftware

Begriffsbestimmungen



Erzeugung eines ColorSync-„Link“ aus einem Quell- und Zielprofil

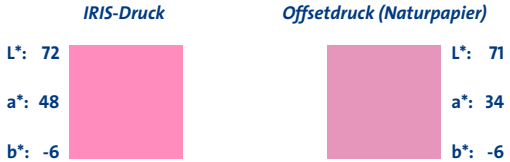
Schließlich benötigt man noch eine ICC-kompatible Anwendungssoftware, welche in der Lage ist, die zu verrechnenden ICC-Profile der CMM unter ColorSync zu übergeben, woraus der Farbrechner anschließend einen sogenannten ColorSync-„Link“ erzeugt, über welchen die Farbdaten daraufhin umgerechnet werden.
Werden zwei Profile miteinander verrechnet, z.B. ein Scannerprofil und ein Druckerprofil, dann werden die L*a*b*-Werte des Scannerprofils auf jene L*a*b*-Werte des Druckerprofils abgebildet. Im nächsten Schritt werden diese L*a*b*-Werte, die eine korrekte Zuweisung der gerätespezifischen Farbwerte (RGB bzw. CMYK) sicherstellten, nicht mehr berücksichtigt und als Ergebnis erhält man eine einzige „LookUp-Table“, welche die Werte des Eingabegerätes direkt in Werte für das Ausgabegerät übersetzt. Somit werden die Bilddaten niemals wirklich in den L*a*b*-Farbraum transformiert. Diese neue, schnelle „LookUp-Table“ wird als ColorSync-„Link“ bezeichnet.

Viele Applikationen nennen sich ICC-kompatibel, obwohl diese den kompletten ICC-Standard nicht unterstützen - so muß stets die Auswahl der 4 Rendering Intents gewährleistet sein, so auch die Wahl von Quell-, Simulations-, Ziel- und Monitorprofil. Das Einbetten von ICC-Profilen in die Datei muß zudem gewährleistet sein, sowie das Auslesen von eingebetteten Profilen.

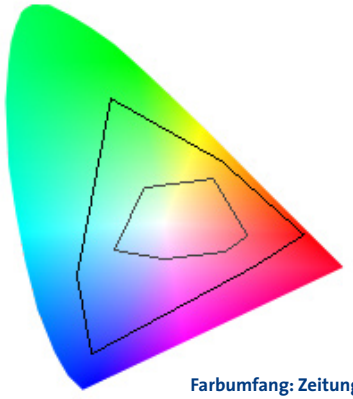
grundwissen

3.0. Warum Colormanagement?

Grundlagen Colormanagement

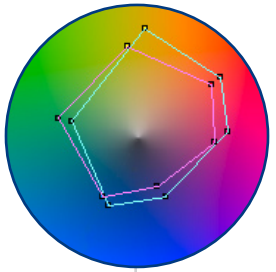


Ein 50%iger Magentaton auf 2 verschiedenen Druckverfahren ausgegeben, ruft jeweils eine unterschiedliche Farbwahrnehmung hervor.



Farbumfang: Zeitungsdruck - IRIS-Druck

Colormanagement ist im Grunde gar nichts Neues, es gab es eigentlich schon immer. Früher bei den proprietären High-End Systemen wurde die Farbabstimmungen zwischen den Geräten vom Lieferanten durchgeführt (geschlossene Systemwelt). Heute bei den offenen Systemen liegt es nun in der Hand des Anwenders sein System farblich aufeinander abzustimmen. Durch das unberechenbare Verarbeiten von Farbinformation in den einzelnen Prozessstufen ist es umso wichtiger, diese vorhersehbar und konstant zu halten. Der Grund für die Unvergleichbarkeit von Farben zwischen den einzelnen Geräten läßt sich auf zwei Merkmale spezifizieren. Zum einen besitzen die verschiedenen Gerätetypen *geräteabhängige Farbwerte* um Farbe zu beschreiben, d.h. die verwendeten Primärfarben sind nicht festgelegt. So sieht ein 50% Magenta auf einem IRIS-Drucker ganz anderes aus, als auf einem im Offsetdruck auf Naturpapier gedruckter 50%iger Magentaton. Auf der einen Seite arbeiten Scanner, Digitalkameras und Bildschirme mit RGB-Werten, während die meisten Drucker mit CMY- oder CMYK-Werten operieren. Jedoch darf man nicht erwarten, daß ein RGB- oder CMYK-Wert eines Gerätes dieselbe Farbe auch auf einem anderen Gerät erzeugen kann. Dies erklärt sich durch die unterschiedliche Lage der Gerätefarbräume im CIE-Farbraum. Der andere Grund liegt in der *Größe des darstellbaren bzw. aufnehmbaren Farbumfanges*, auch als "color gamut" bekannt. So besitzt ein Offsetdruck auf Zeitungspapier einen viel kleineren Farbumfang als beispielsweise der Ausdruck auf einem IRIS-Drucker. Dies bedeutet, daß man auf dem IRIS-Drucker Farben darstellen kann, welche im Druck auf Zeitungspapier niemals reproduzierbar sind.

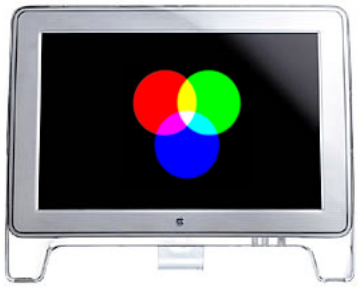


Gerätefarbraumlage

grundwissen

3.1. Geräteabhängige Farben

Grundlagen Colormanagement



Additive Farbmischung basierend auf den Primärfarben Rot - Grün - Blau

Subtraktive Farbmischung basierend auf den Primärfarben Cyan - Magenta - Yellow

Die verschiedenen im Produktionsprozeß integrierten Geräte besitzen unterschiedliche Methoden zur Erzielung einer bestimmten Farbe. Die eine Methode basiert auf Licht - als additive Farbmischung bezeichnet -, die andere auf Druckfarben - subtraktive Farbmischung. Die additive Farbmischung wird beispielsweise bei Monitoren angewandt; durch das Aussenden von rotem, grünem und blauen Licht in unterschiedlichen Anteilen und Intensitäten können die Monitore alle anderen Farben darstellen. Wird reines rotes, grünes und blaues Licht gleichzeitig mit gleicher Intensität ausgesendet, so erhält man einen neutralen weißen Sinneseindruck. Bei der additiven Farbmischung gelangt das Licht ohne vorherige Absorption in das Auge, im Unterschied zu der subtraktiven Farbmischung, bei der das Licht zunächst auf einen Gegenstand trifft, bevor es vom Auge wahrgenommen werden kann. Im Bereich der Drucktechnik kommt die subtraktive Farbmischung zum Einsatz. So wird lasierende bzw. transparente Druckfarbe als Volltonfläche auf weißes Papier gedruckt, wodurch die Druckfarbenschicht als Filter fungiert. Fällt nun Licht auf diese Druckfarbenschicht, so wird ein Teil auf das Papier auftreffen, dort reflektiert und diese Schicht erneut durchdringen und schließlich ins Auge gelangen. Durch die Absorption bestimmter spektraler Anteile vom einfallenden Licht durch die Druckfarbenschicht wird der farbige Sinneseindruck im Gehirn entstehen. Die drei Primärfarben in der Drucktechnik sind Cyan, Magenta und Yellow, wobei eine Druckfarbe das Licht aller Farben absorbiert bzw. subtrahiert, mit Ausnahme der eigenen Farbe. So absorbiert Cyan das Licht aller Farben bis auf Cyan - und Cyan setzt sich aus grünem und blauen Licht zusammen, weshalb der rote Spektralbereich des Lichtes absorbiert wird. Werden alle drei Farben übereinandergedruckt, so wird das gesamte Licht absorbiert und der Zusammendruck erscheint Schwarz.

grundwissen

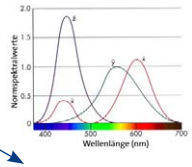
3.2. CIE-Farbräume

Grundlagen Colormanagement

$$X = k\int S(\lambda) \bullet ß(\lambda) \bullet \bar{x}(\lambda)\, d\lambda$$

$$Y = k\int S(\lambda) \bullet ß(\lambda) \bullet \bar{y}(\lambda)\, d\lambda$$

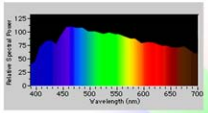
$$Z = k\int S(\lambda) \bullet ß(\lambda) \bullet \bar{z}(\lambda)\, d\lambda$$



$\bar{x}(\lambda)$
$\bar{y}(\lambda)$
$\bar{z}(\lambda)$

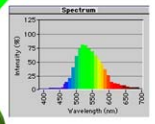
Normspektralwertkurven

spektrale Strahldichteverteilung



$S(\lambda)$

Remissionsfunktion



$ß(\lambda)$

Für eine naturgetreue Farbreproduktion ist es unabdingbar, Farben exakt definieren zu können, weshalb Farben in Farbsystemen systematisch geordnet wurden. Grundlage der Definition des dreidimensionalen XYZ-Farbraum waren die von der CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) 1931 ermittelten Normspektralwertkurven. (siehe Kapitel 1.2) Dabei bildet dieses CIE XYZ-Normvalenzsystem die Grundlage für alle anderen üblichen Farbsysteme, so auch CIE Lab oder CIE LCh. Grund für die Herleitung neuer Farbsysteme waren Unzulänglichkeiten des CIE XYZ-Farbraumes - Farben sind in diesem System nicht visuell gleichabständig angeordnet, d.h. ein gleicher Abstand zweier Punkte ergibt *nicht* überall in diesem CIE XYZ-Farbraum eine gleiche Farbempfindung für den Farbunterschied dieser beiden Farben. Diese visuelle Gleichabständigkeit von Farben wird durch mathematische Umformung des CIE XYZ-Farbraumes erreicht, wodurch eine neues Farbsystem entstand, nämlich das CIE Lab-Farbsystem bzw. das CIE LCh-Farbsystem, wobei erstgenanntes den Farbraum mittels karthesischer Koordinaten beschreibt und das andere mittels Polarkoordinaten. Die drei senkrecht aufeinanderstehenden Achsen des CIE Lab-Farbsystems beschreiben folgende Eigenschaften einer Farbe:

Durch die Integration über die einzelnen Parameter (Strahldichteverteilung, Remissionsfunktion, Normspektralwertkurven) und die Multiplikation mit einem Normierungsfaktor *„k“* lassen sich die Normfarbwerte X, Y und Z berechnen.

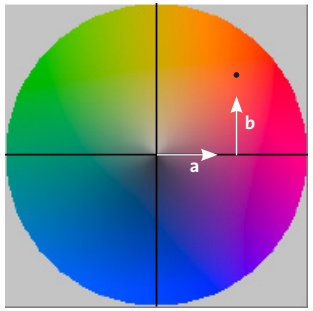
- L*-Achse: Helligkeit
- a*-Achse: Buntheit/Buntton
  - negativ = grünlich
  - positiv = rötlich
- b*-Achse: Buntheit/Buntton
  - negativ = bläulich
  - positiv = gelblich

Wird der Farbort im Farbraum mittels Polarkoordinaten ausgedrückt, so erhält man Angaben über den Farbtonwinkel, den Abstand von der Unbuntachse und die Helligkeitsebene

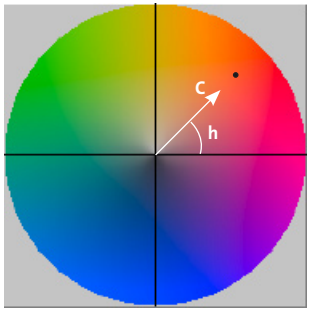
grundwissen

3.2. CIE-Farbräume

Grundlagen Colormanagement



Farbort ausgedrückt mittels der kartesischen Koordinaten a* und b*



Farbort ausgedrückt mittels der Polarkoordinaten C* und h*

Farbabstand ΔE^*_{ab}	Unterschiedsanteil
1	unsicher erkennbar
2	gerade erkennbar
4	kleine Differenz
8	noch tragbare Diff.
16	große Differenz

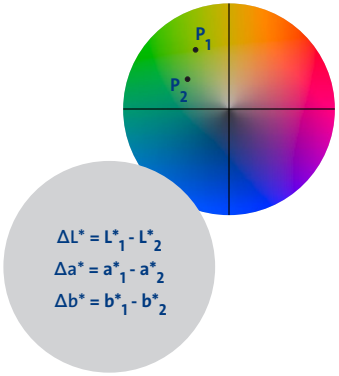
Aufgrund der Tatsache, daß das CIE L*a*b*-Farbsystem nur eine Näherung an die visuelle Gleichabständigkeit darstellt, wird ein gleicher Farbabstand bei bunten Farben häufig deutlich weniger störend empfunden als bei unbunten Farben. Deshalb gilt diese Tabelle laut Empfehlungen der FOGRA auch nur als Anhaltspunkt für die visuelle Bewertung des Farbabstandes ΔE^*_{ab}.

in der man sich gerade befindet, wobei die LCh-Werte folgende Entsprechungen besitzen:

- L*-Wert: Helligkeit
- C*-Wert: Buntheit (Sättigung)
- h*-Wert: Bunttonwinkel

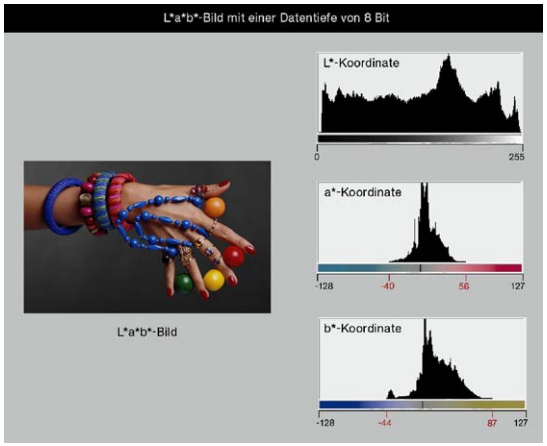
Nun benötigte man eine zahlenmäßige Bewertung von visuell empfundenen Farbunterschieden zwischen zwei Farben in diesem CIE Lab-Farbraum. Die Basis der Farbabstandsbewertung ist die Erkennbarkeitsschwelle "Delta E" (kurz: ΔE), die den unter günstigsten Bedingungen gerade vom Beobachter visuell noch erkennbaren Farbunterschied kennzeichnet und dieser beträgt **1**, d.h. daß bei einem Abstand zwischen zwei Farborten im Farbraum unter einem ΔE-Wert von 1 die Farben nicht differenziert werden können. Die Berechnung des ΔE-Wertes erfolgt aus den L*-, a*- und b*-Werten der zu vergleichenden Farben nach dem "räumlichen Pythagoras":

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$



Dabei können mittels dieses Farbabstandswertes sehr gut Farbtoleranzen zwischen Kunden und Lieferanten vereinbart werden.

Durch die Geräteunabhängigkeit und die visuelle Gleichabständigkeit der Farben ist der Lab-Farbraum auf den ersten Blick wohl der ideale Farbraum für die Abspeicherung von Bilddaten. Doch bei der Abspeicherung der Farbdaten im LAB-Format wird mit der zu Verfügung stehenden Bittiefe (und dies ist bis Photoshop 5.5 im Lab-Farbraum leider nur 8-Bit) der gesamte wahrnehmbare Farbraum beschrieben. Dies bedeutet daß mit diesen 8-Bit mehr Farben in diesem Farbraum beschrieben werden, als in einer Diavorlage je



L*a*b*-Kanäle bei einer Datentiefe von 8 Bit

vorkommen können. Bei 8-Bit pro Farbkoordinate ergeben sich jeweils 256 Stufen:

L*: 0 bis 100 (256 Stufen)
a*: -128 bis 127 (256 Stufen)
b*: -128 bis 127 (256 Stufen)

Bei den a*- und b*- Koordinaten ergibt sich bereits bei benachbarten Werten ein Abstand von 1. Dies ist äußerst ungünstig, denn ein ΔE-Wert von 1 ergibt sich somit zwangsläufig bei allen benachbarten Werten senkrecht zur L*-Achse. Mit diesen 8-Bit pro Farbkoordinate muß somit der gesamte visuell wahrnehmbare Farbraum beschrieben werden, wodurch zahlreiche Wertekombinationen möglich sind, die keiner erfassbaren Farbe entsprechen und es so zu einer ungünstigen Speicherplatznutzung kommt. Dies kann dazu führen, daß bestimmte Farben einer Vorlage in einem LAB-Bild gar nicht beschrieben werden können. Anhand des nebenstehenden Bildes wird deutlich sichtbar, wie von den insgesamt 256 theoretisch möglichen Tonwerten im a*- und b*-Kanal lediglich 100-130 Tonwertstufen für das Bild genutzt werden können. Eine Lösung dieses Problems wäre die Abspeicherung der Bilder mit einer Datentiefe von 16-Bit je Kanal, wodurch sich 65.536 Stufen je Koordinate ergeben, entgegen den 256 Tonwertstufen bei 8-Bit. Jedoch wird ein "16-Bit-Lab-Format" zur Zeit von dem am meisten genutzten Bildbearbeitungsprogramm "Adobe Photoshop" nicht unterstützt. Zudem würde sich durch das Abspeichern mit einer Datentiefe von 16-Bit je Farbkoordinate der Speicherbedarf zwangsläufig verdoppeln.

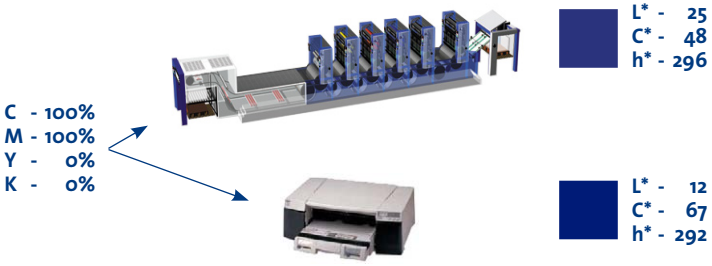
Photoshop 6.0

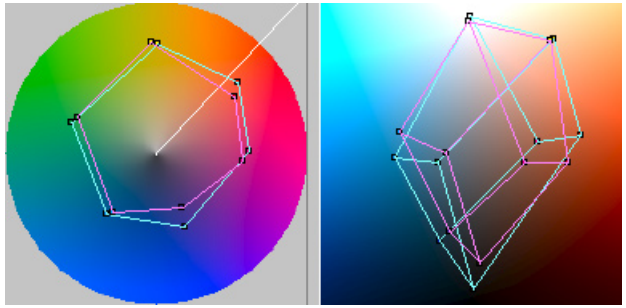
In der Beta-Version von Adobe Photoshop 6.0 ist man nun zum ersten Mal in der Lage 16-Bit-LAB-Daten abzuspeichern.

grundwissen

3.3. Gerätefarbräume

Grundlagen Colormanagement

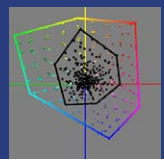




Gerätefarbraumvergleich eines Epson 5000 und einer Bogenoffsetdruckmaschine

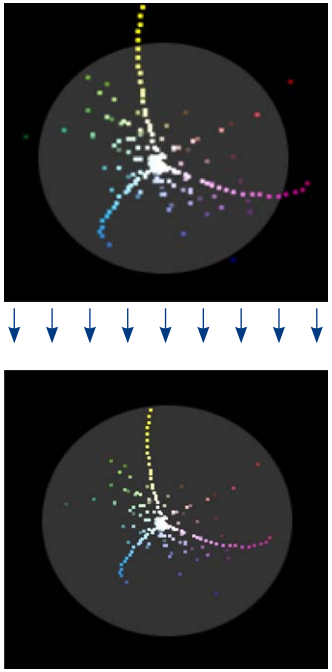
Neben den geräteunabhängigen Farbräumen die eindeutig definiert sind und mit dem Farbempfinden des Menschen eng zusammenhängen, gibt es auch die Möglichkeit Farbe nach gerätespezifischen Merkmalen zu kennzeichen, wobei dabei zu beachten ist, daß diese Farbwerte stark vom jeweiligen Gerät abhängen. So sagt ein einziger CMYK- oder RGB-Wert ***NICHTS*** über den daraus resultierenden Farbeindruck aus. So erzeugt ein CMYK-Wert von 100% Cyan und 100% Magenta beim Ausdruck auf einen Epson 5000 ein sehr schön gesättigtes dunkles Blau (L* = 12, C* = 67, h* = 292), während der Andruck auf einer Bogenoffsetdruckmaschine mit Kunstdruckpapier ein viel helleres ungesättigteres Blau (L* = 25, C* = 48, h* = 296) wiedergibt. Zudem besitzen beide Blautöne einen unterschiedlichen Farbtonwinkel (h*). Das Ausmaß der einzelnen Gerätefarbräume kann im geräteunabhängigen CIE LAB-Farbraum gegenübergestellt werden, wodurch Aussagen getroffen werden können wie z.B. ob ein Proofdrucker auch in der Lage ist sämtliche Farben des Auflagendrucks zu simulieren, oder ob der Präsentationsdrucker alle Monitorfarben wiedergeben kann. Im nebenstehenden Beispiel weist der Inkjet-Drucker grundsätzlich einen größeren Farbraum auf als der im Offsetdruck darstellbare Farbraum, wodurch der Epson-Drucker für dieses Offsetdruckverfahren als Proofdrucker geeignet ist. Jedoch sieht man, daß der Epson-Drucker in den Eckpunkten, so auch in gelben Farbtönen leichte Probleme aufweist, was bedeutet, daß der Proofdrucker nicht in der Lage ist den Farbton der gelben Druckfarbe mit seiner gelben Farbtinte zu simulieren. Der Grund dafür liegt in der pysikalischen Charakteristik der gelben Farbtinte, welche einen weniger stark gesättigten und "wärmeren" Farbton (C*: 93; h*: 89) aufweist als das gelbe Farbpigment (C*: 95; h*: 92) der Druckmaschine, das einen gesättigteren und "kälteren" Farbeindruck hervorruft. Sofern man die Einschränkungen seine Proofgerätes erkannt hat - falls vorhanden - kann man den Verwendungszweck bestimmen: In-House-Proof *oder* Kontraktproof.

grundwissen



3.4. Farbraumtransformationen

Grundlagen Colormanagement

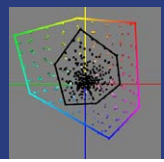


Gamut Mapping - die Farbpunkte stellen den Eingabefarbraum dar, während die graue Kreisfläche den kleineren Zielfarbraum wiederspiegelt

Aufgrund der unterschiedlichen Größe der einzelnen Gerätefarbräume und deren unterschiedliche Lage im geräteunabhängigen CIE LAB-Farbraum, benötigt man eine gewisse Strategie um die Farbwerte von einem Farbraum in einen anderen überzuführen. In der ICC-Spezifikation trifft man für diesen Sachverhalt auf den englischen Ausdruck "Rendering Intent". Dabei unterscheidet man grundsätzlich zwischen:

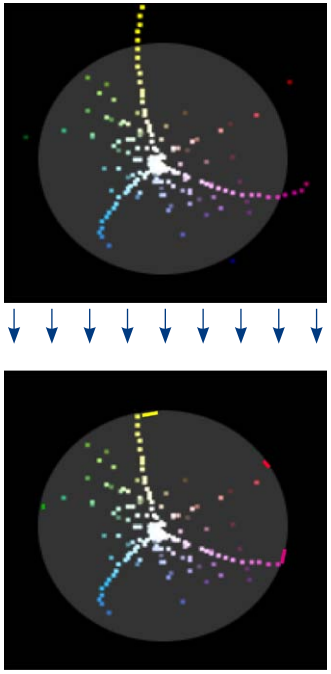
• **GAMUT MAPPING** und • **GAMUT CLIPPING**.

Gamut Mapping wird häufig in der Literatur unterschiedlich bezeichnet, was nicht selten zu Mißverständissen führt, obwohl jeweils dasselbe damit gemeint ist. So bezeichnen "Photographic", "Perceptual" oder "Wahrnehmung" jeweils denselben Rendering Intent. Dabei kommt es zu einer Farbumfangskompression, da die nichtdarstellbaren Farben einer Durchsichtsvorlage als Beispiel, in den kleineren Farbumfang eines Druckers hineinkomprimiert werden, wobei der Abstand benachbarter Farben zueinander im Verhältnis jedoch erhalten bleibt. Dabei werden die Farben des Eingabegerätes, die außerhalb des Farbumfanges des Ausgabegerätes liegen, nicht einfach beliebig hineinkomprimiert, sondern diese werden auf deren nächsten Äquivalente im Ausgabegerät abgebildet, d.h. Weiß wird zum Beispiel auf den hellsten darstellbaren Farbton umgesetzt und Schwarz auf den dunkelsten. Nun müssen aber Farben, welche innerhalb des Farbumfanges des Ausgabegerätes liegen, auch neu angeordnet werden, um den Farben, die von außerhalb kommen, Platz zu machen und um das gleichmäßige Erscheinungsbild der Reproduktion beizubehalten. Mit anderen Worten ausgedrückt: der Farbraum muß so komprimiert werden, daß alle Farben, welche vor der Transformation unterscheidbar waren, auch nachher noch unterschieden werden können. Dabei erfolgt diese Farbumfangsanpassung stets unter



3.4. Farbraumtransformationen

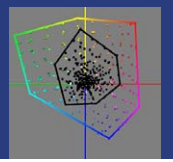
Grundlagen Colormanagement



Gamut Clipping - die Farbpunkte stellen den Eingabefarbraum dar, während die graue Kreisfläche den kleineren Zielfarbraum wiedergibt

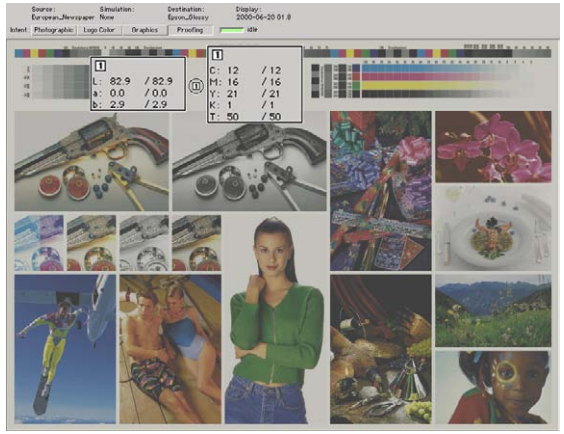
Beibehaltung der Graubalance. Falls die Farbumfangskompression richtig vollzogen wurde, wird die erzeugte Reproduktion so gut wiedergegeben, wie das Ausgabegerät überhaupt nur in der Lage ist; man holt somit das Maximum aus seinem Ausgabegerät heraus. Erfolgt in diesem Fall keine Farbumfangskompression, so kommt es bei dieser Reproduktion zwangsläufig zu Verlusten in den Bildtiefen und in den gesättigten Farbbereichen. Dieser Rendering Intent wird hauptsächlich bei der Separation von Bildern eingesetzt.

Gamut Clipping ist die zweite dem Benutzer zu Verfügung stehende Strategie, um Farbtransformationen durchzuführen, wobei wiederum unterschiedliche Bezeichnungen zu Mißverständnissen führen können, obwohl jeweils dasselbe damit gemeint ist. So bezeichnen "Colorimetric", "Farbmetrisch" oder "Proofing" jeweils denselben Rendering Intent. Dabei werden die über die Grenzen des darstellbaren Farbraumes hinausgehenden Farbtöne auf den nächsten darstellbaren Farbton im Ausgabefarbraum "geclippt", d.h. alle Farben, die nicht darstellbar sind, werden abgeschnitten und auf den nächsten darstellbaren Farbton gemeinsam verschoben. Alle Farben innerhalb des darstellbaren Farbraumes werden unverändert wiedergegeben, d.h. deren spektrale Farbwerte sind im Eingabe- und Ausgabefarbraum identisch. Dieses "Clippen" zeigt sich als problematisch sofern der Zielfarbraum kleiner ist als der Ursprungsfarbraum, denn dadurch werden Farben, die beispielsweise in einer Diavorlage vorhanden sind auf dem Ausgabesystem als eine einzige Farbe abgebildet, so kann es vorkommen, daß ein Kleid mit all seinen Falten und Tonwertabstufungen nur noch als "Brett" in einem einzigen Farbton erscheint. Diese Farbumfangsanpassung wird deshalb empfohlen, wenn die Farbräume von Ein- und Ausgabe fast identisch sind oder der Zielfarbraum größer ist als der Eingangsfarbraum. Letzteres zeigt sich bei der Abbildung des Farbumfanges einer Druckmaschine auf einem Proofge-

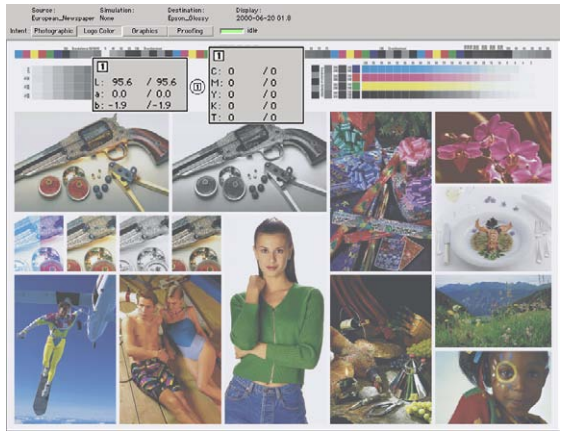


3.4. Farbraumtransformationen

Grundlagen Colormanagement



Absolut **farbmetrische Konvertierung aus einem Zeitungsfarbraum in einen Inkjetfarbraum**



Relativ **farbmetrische Konvertierung aus einem Zeitungsfarbraum in einen Inkjetfarbraum**

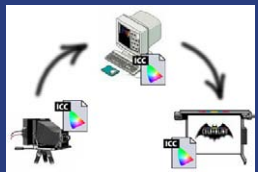
rät. Dabei besteht die Möglichkeit alle Farben identisch wiederzugeben. Nun wird noch unterschieden zwischen "*absolut* farbmetrisch" und "*relativ* farbmetrisch". Mit dem absolut farbmetrischen Rendering Intent ist man in der Lage den Papierton des Ursprungsprofils auf dem Ausgabesystem zu simulieren, so kann ein möglich vorhandener Gelbton des verwendeten Bedruckstoffes in der Druckmaschine mittels Farbauftrag auf dem helleren Proofmedium simuliert werden. Auch wenn zum Beispiel ein Bild mit neutralen Lichtern auf einem Drucker mit bläulichem Papier gedruckt wird, wird durch Auftragen von Gelb in den hellen Tönen der ursprüngliche neutrale Farbeindruck wiederhergestellt, wobei jedoch die Lichter zwangsläufig dunkler widergegeben werden. Bei dem relativen farbmetrischen Rendering Intent dagegen wird der Weißpunkt des Quellfarbraumes mit jenem des Zielfarbraumes gleichgesetzt, wodurch, um auf das vorherige Beispiel zurückzukommen, keine Papiersimulation stattfindet. Dieser Rendering Intent findet Anwendung beim Proofen auf Auflagenpapier oder bei der Reproduktion von Logofarben, bei denen jeweils der Papierton nicht berücksichtigt werden soll.

Papierton

European_Newspaper
L*: 82.9 a*: 0.0 b*: 2.9

Epson_Glossy
L*: 95.6 a*: 0.0 b*: -1.9

workflow

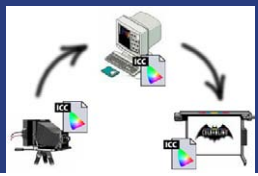


4.0. Workflowvarianten

Colormanagement

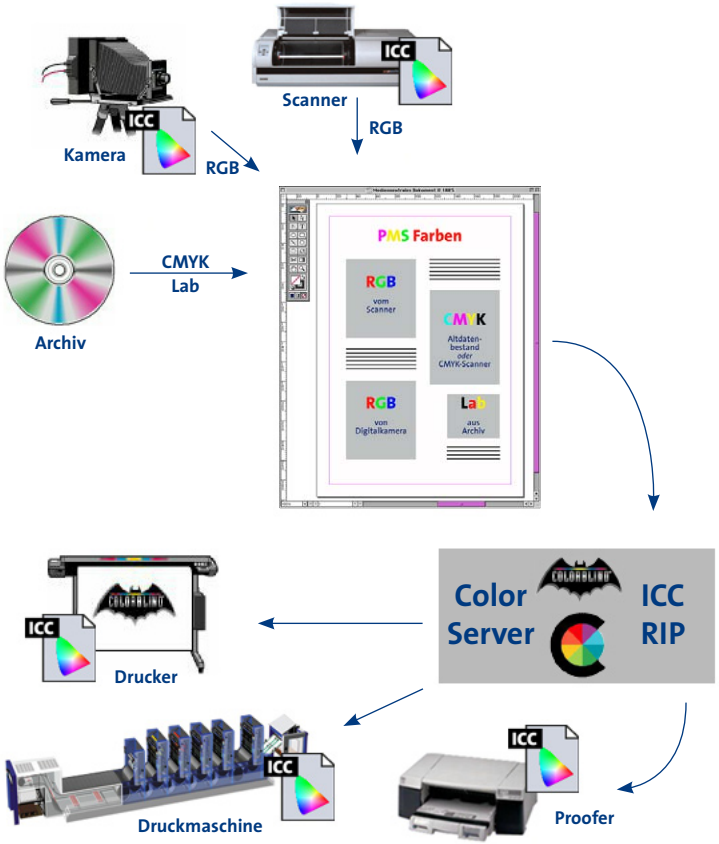
Grundsätzlich unterscheidet man zwei Arbeitsweisen, so zum einen den medienneutralen Workflow, bei welchem die RGB-Daten mit angehängtem Profil oder CIE LAB-Daten bis zur Ausgabe erhalten bleiben und kurz davor die Separation nach CMYK erfolgt. Das andere Extrem ist ein CMYK-Workflow, bei dem die Farbraumkonvertierung bereits beim Scannen erfolgt und dadurch das Ausgabesystem schon beim Scannen festgelegt werden muß. Natürlich sind zwischen diesen beiden Extremata Mischformen möglich.

workflow



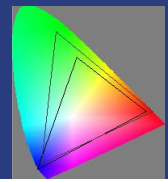
4.1. Medienneutraler RGB-Workfolw

Colormanagement



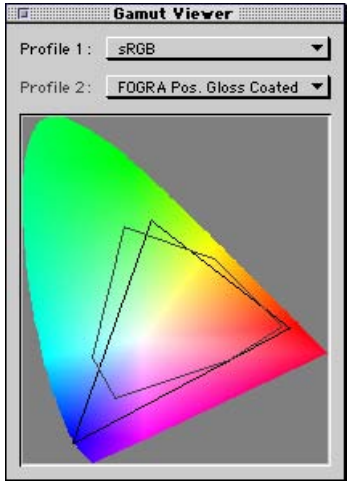
In einem medienneutralen Workflow werden die Bilder zunächst als Roh-RGB gescannt, wobei unbedingt darauf zu achten ist, daß mit denselben Scaneinstellungen die Bilder eingescannt werden, mit denen auch das Scannerprofil erstellt wurde. An die eingescannten Roh-RGB-Daten wird nun das Scannerprofil angehängt (eingebettet, getagged), wodurch aus geräteabhängigen Farbdaten geräteunabhängige Daten entstehen. Dadurch besteht auch die Möglichkeit die Daten geräteneutral zu archivieren, damit diese stets auf das entsprechende Ausgabesystem optimal aufbereitet werden können. Die Bilder können nun sogar an deren angehängten Profilen farblich editiert werden, wodurch nicht ständig die Korrekturen in die einzelnen Pixeln reingerechnet werden müssen, das bei 100 MByte großen Bildern sicherlich ins Gewicht fallen kann, während Korrekturen an lediglich 1 MByte großen Profilen kaum Verrechnungszeit benötigen. Alle möglichen Bilddaten von den unterschiedlichsten Scannern, Digitalkameras, aber auch Altdatenbestände werden nun zusammen mit Grafiken, Linien und Schrift in dem Layoutprogramm positioniert, wobei stets ein ICC-Quellprofil den Farbraum der einzelnen Objekte charakterisiert und damit eindeutig definiert. Es spricht auch nichts dagegen Altdatenbestände zu integrieren,wobei nun das ICC-Profil, welches dem Ausgabesystem entspricht, für das die Daten aufbereitet wurden, zum ICC-Quellprofil für diese Daten wird. Da nun jedes Objekt in der Layoutdatei durch ein Profil gekennzeichnet ist, besteht auch die Möglichkeit einen Softproof am Monitor darzustellen, indem lediglich ein Simulationsprofil zwischen die Darstellung am Monitor geschaltet wird. Natürlich muß dies die entsprechende Layoutsoftware unterstützen. Nun können die Layoutdaten über einen Color Server oder über einen ICC-fähigen RIP auf die jeweiligen Ausgabesysteme - optimal verrechnet - ausgegeben werden.

workflow

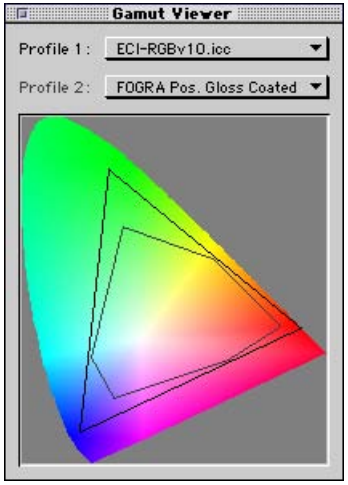


4.2. Arbeitsfarbraumüberlegungen

Colormanagement

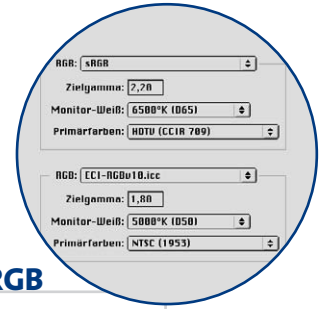


Der sRGB-Farbraum ist nicht in der Lage die gesättigten Grün- und Gelbfarbtöne eines konventionellen Offsetdruckes wiederzugeben.



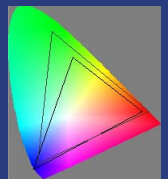
Im ECI-Farbraum können sämtliche im konventionellen Offsetdruck darstellbaren Farben wiedergegeben werden.

In einem medienneutralen Workflow sollen so wenige Transformationen wie nur möglich stattfinden, denn jede Umrechnung führt Interpolationsfehler mit sich, sodaß man ein Bild regelrecht kaputtrechnen kann. Aufgrund dieser Interpolationsfehler ist es auch nicht empfehlenswert seine Bilddaten in den geräteunabhängigen CIE LAB-Farbraum zu konvertieren, denn eine RGB-Datei mit eingebettetem Profil ist eindeutig definiert und besitzt somit auch eine Geräteunabhängigkeit und dies ohne eine physikalische Umrechnung der Farbdaten. Zudem besitzt der CIE LAB-Farbraum einige Einschränkungen, die in Kapitel 3.2 erläutert werden. Obwohl so wenig wie möglich Transfomationen durchgeführt werden sollten, erzwingt Photoshop in Version 5 eine unnötige RGB nach RGB Farbtransformation, um am Monitor eine farbrichtige Darstellung zu erhalten. Nur ein einziger Grund existiert, der diese Transfomation rechtfertigt und dies sind Composingarbeiten, bei denen alle zusammenzufügende Objekte in demselben Farbraum vorliegen müssen. Nun ist die Wahl des "richtigen" Ziel-RGB-Farbraumes in Photoshop häufig ein Ratespiel, doch mit Sicherheit kann gesagt werden, daß der sRGB-Farbraum auf alle Fälle der falsche Arbeitsfarbraum ist, denn dieser stellt den kleinsten gemeinsamen Nenner aller Monitorfarbräume der letzten Jahre dar. Dieser Farbraum wurde von Microsoft und HP begründet mit dem Ziel, daß Bilder, die über das Internet gelangen auf allen Monitoren farblich ungefähr dasselbe Aussehen besitzen. So ist dieser Farbraum auch kleiner als so mancher Offsetdruckfarbraum, weshalb bei der Konvertierung eines Scans in diesen sRGB-Farbraum Farben unwiderruflich verlorengehen, die im Druck aber reproduzierbar wären. Deshalb wird als Arbeitsfarbraum in Photoshop vom ECI (European Color Initiative) der "ECI-RGBv10.icc" vorgeschlagen, der alle möglichen Druckfarbräume umfasst und nicht so groß ist, daß bei einer Abspeicherung mit 8-Bit es zu Abrissen kommen kann, wie dies beim CIE LAB-Farbraum der Fall ist. Beim Abspeichern aus Photoshop heraus muß dann sichergestellt



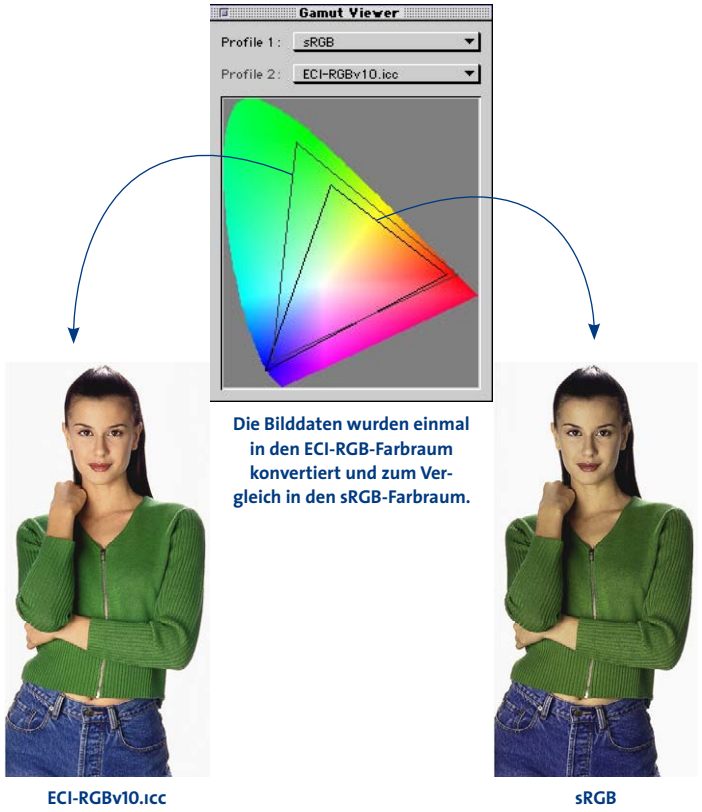
sRGB

ECI-RGBv10.icc



4.2. Arbeitsfarbraumüberlegungen

Colormanagement



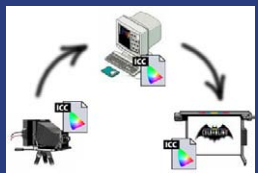
Die Bilddaten wurden einmal in den ECI-RGB-Farbraum konvertiert und zum Vergleich in den sRGB-Farbraum.

ECI-RGBv10.icc

sRGB

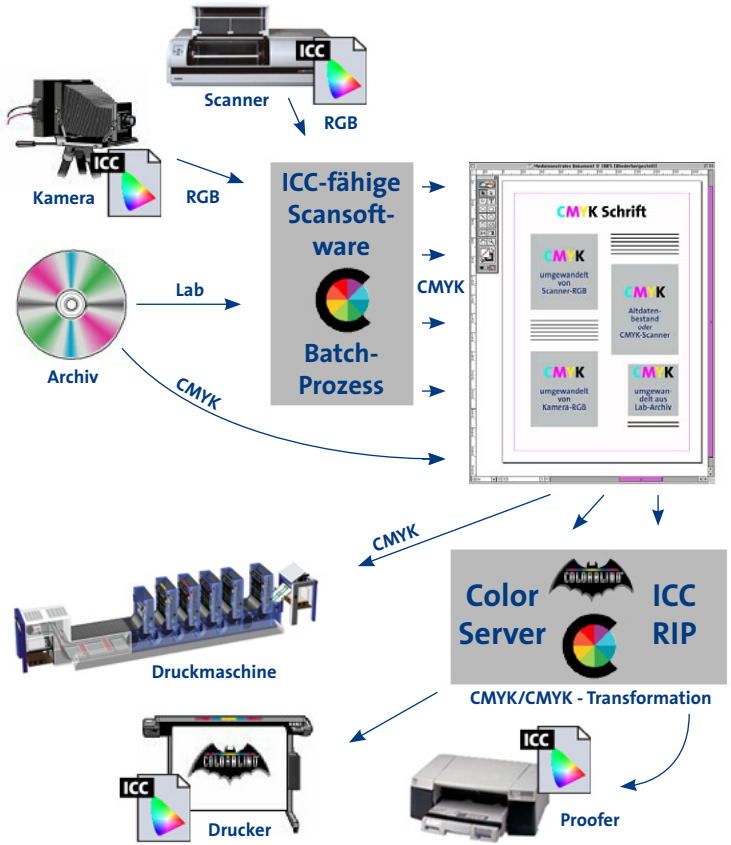
werden, daß den in den Arbeitsfarbraum konvertierten Farbdaten das Profil des Arbeitsfarbraumes angehängt wird, damit diese bei der weiteren Verarbeitung richtig interpretiert und umgerechnet werden können.

workflow



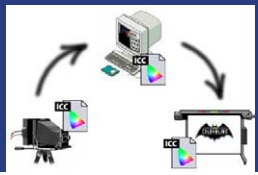
4.3. CMYK-Workflow

Colormanagement



Bei einem geräteabhängigen Workflow werden die Bilddaten bereits in der Scansoftware über ICC-Profile in den gewünschten CMYK-Farbraum transformiert, wodurch die RGB-Farben des Scans auf das Ausgabesystems begrenzt werden und nie wieder der gesamte RGB-Farbraum des Scans wiederherstellbar ist. Hat man sich als Ausgabesystem auf einen Zeitungsdruck festgelegt, so werden alle Scandaten in einen der wohl kleinsten Druckfarb-räume hineinkonvertiert. Im Zeitungsdruck sind nur gering gesättigte Farben reproduzier-bar, weshalb es auch nach der Konvertierung nicht mehr möglich ist mit diesen Daten auf einem Kunstdruckpapier farbrichtig kräftigere, sprich gesättigtere, Farben zu reproduzie-ren, sondern nur den eingeschränkten Farbraum des Zeitungsdruckes. Ist die Scansoftware nicht in der Lage ICC-Profile zu verarbeiten, so kann die Farbraumtransformation vom Scanner-RGB in das Ausgabe-CMYK auch über einen Batchprozess erfolgen. Die durch die Scansoftware oder über einen Batchprozess erzeugten geräteabhängigen CMYK-Bilder können anschließend in Photoshop bearbeitet werden, wobei dem Nutzer im Gegensatz zu einer RGB-Bilddatei nicht die gesamte Funktionspalette von Photoshop zu Verfügung steht. Die bearbeiteten Bilddaten werden anschließend im Layoutprogramm zusammen mit den restlichen Objekten, wie Grafik, Linien und Schrift, plaziert, wobei sichergestellt werden muß, daß alle Elemente in demselben Ausgabefarbraum vorliegen, der in der Scansoftware voreingestellt wurde. Dadurch kann nun das gesamte Dokument direkt, ohne irgendeine Änderung an den Farbdaten, auf den Filmbelichter geschickt werden, wobei der ausbelichtete Filmsatz nur für das in der Scansoftware eingestellte Druck-verfahren sinnvoll verwendet werden kann. Möchte man das gesamte CMYK-Dokument nun proofen, so ist eine Farbraumumwandlung in den Druckerfarbraum des Proofers notwendig, wobei dies ein vorgeschalteter Color Server oder ein ICC-kompatibler Proofer-RIP durchführen kann - die Transformation von Offset-CMYK nach Proofer-CMYK.

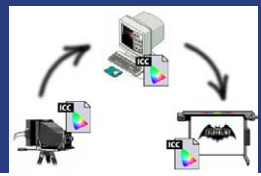
workflow



4.4. Vorteile Colormanagement

Colormanagement

Mit Hilfe von Colormanagement ist man erstmals in der Lage, Softproofdarstellungen auf dem Monitor einfach zu erzeugen. Dazu benötigt man lediglich das Quellprofil des zu simulierenden Bildes, desweiteren ein Monitorprofil und schließlich ein ICC-Profil des zu simulierenden Druckes - dadurch besitzt man die Möglichkeit sein Simulationsprofil in Sekunden zu ändern, wodurch man rasch die verschiedensten Druckverfahren am Monitor proofen kann. Zusätzlich erreicht man mit dem Einsatz eines derartigen Systems eine bessere Qualität beim digitalen Proofen, als dies beim Analogproof je der Fall war, da ein Analogproofgerät durch den Hersteller stets nur auf irgendein Standaddruckverfahren angepasst wurde, während man beim Digitalproof jeweils seine eigene Druckmaschine berücksichtigen kann. Durch den Einsatz von Softproof und verbessertem Hardproof entstehen geringere Produktionskosten, da der Anwender zum einen über einen Softproof das Druckergebnis bereits am Monitor beurteilen kann, wodurch weniger Hardproofs notwendig sind und zum anderen durch die individuelle Anpassung des Hardproofs auf die eigene Druckmaschine der Drucker weniger beim Druck der Auflage regulieren muß, um den Kontraktproof zu erreichen - dies spart Makulatur und damit Kosten. Mit Hilfe von Colormanagement ist es nun auch möglich jegliche Druckverfahren farbverbindlich in den Produktionsprozess zu integrieren, so beispielsweise auch Laserdrucker, welche ein ziemlich inkonsistentes Farbverhalten aufweisen, sobald sich die Raumtemperatur oder Luftfeuchtigkeit ändert. Aus diesem Grund müssen derartige Geräte ständig nachlinearisiert werden, um konsistente Farbe zu erzeugen. Erst durch die Verwendung von Colormanagementsystemen kann man heute Druckverfahren mit bis zu 8 Prozeßfarben recht einfach farbverbindlich steuern, wodurch derartige Druckverfahren nun zunehmend an Popularität gewinnen. "Remote Proofing" wurde mit Hilfe von Colormanagement überhaupt erst möglich, bei dem der Hardproof direkt beim Kunden auf dessen konfigurierten



4.4. Vorteile

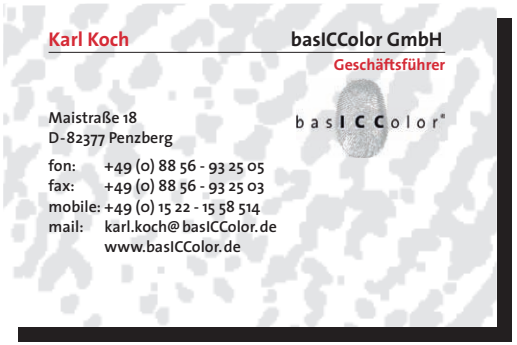
Colormanagement

ICC-fähigen Drucker hergestellt wird, wodurch lediglich die digitalen Daten an diesen übertragen werden müssen und somit die langen Transportwege umgangen werden können. Dadurch erhalten Kunde und Reprohersteller, die beide hunderte von Kilometern voneinander entfernt sind, binnen kürzester Zeit einen Hardproof über den sie sich per Telefon unterhalten können und der eine genau weiß, was der andere mit dem Gesprochenen meint. Ein anderes Beispiel verdeutlicht, wie die Farbkommunikation mit Kunden durch Colormanagement verbessert werden kann. Eine Lithoanstalt hat ihren Sitz hunderte Kilometer von der Druckerei entfernt. Nun wird man sich während des Einrichtens der Druckmaschine im Klaren, daß einige Bilder nachbearbeitet werden müssen. Normalerweise werden die mehrere hundert MByte großen Bilder in der Lithoanstalt nachbearbeitet, auf CD gebrannt und mit Express an die Druckerei geschickt, wodurch relativ lange Stillstandszeiten resultieren. Die andere Möglichkeit ist nun sämtliche Bildkorrekturen an den angehängten Profilen durchzuführen, die dann aufgrund ihrer geringen Größe (nur einige MBytes) problemlos über ISDN zur Druckerei geschickt werden können, wodurch Transportkosten und Stillstandszeiten minimiert werden. Letztendlich ist noch darauf hinzuweisen, daß mit dieser neuartigen Technologie erstmals die Möglichkeit einer geräteunabhängigen Datenhaltung und -archivierung besteht.

Abspann

Kontakte, Adressen, Information

Erstellung und Kontakt



Diese Broschüre kann den komplexen Sachverhalt nur komprimiert wiedergeben. basICColor GmbH bietet Standardtrainings und individuelle Schulungen bis hin zur Einführung von Colormanagement in Unternehmen - von Fotografen über Agenturen, Druckvorstufenbetrieben, Verlagen bis hin zu Druckereien - und Produktionsbegleitung an.

Fragen Sie uns danach!

Dieser Dokument wurde in Adobe InDesign geschrieben. Illustration und Bildbearbeitung mit Adobe Ilustrator und Photoshop.

Autor: Hanspeter Harpf

© 2008 basICColor GmbH