

## Kapitel 3

### Grundlagen des Colormanagements

#### 3.1 Die Notwendigkeit von Colormanagement und die Gründung des International Color Consortium – ICC

Die Notwendigkeit von Colormanagement wäre nicht gegeben, gäbe es die *offenen Systeme* nicht. Zu Zeiten der *geschlossenen Systeme* (Highend-Lösungen von z.B. Linotype-Hell, Scitex) hatte die Technik des Colormanagements keine Bedeutung, da die Farbabstimmung bereits im System verankert war. Bei diesen Systemen liegt eine feststehende Gerätekonfiguration aus Scanner, Monitor und Ausgabegeräten vor, bei der die Abstimmung zueinander durch eine Kalibration ab Werk erfolgt. Es werden somit Farbräume immer gleich ineinander umgerechnet, wodurch ein einfaches reproduzierbares Abbildungsverhalten erzeugt wird.

Die *offenen Systeme* – auch DTP genannt – wurden durch die PostScript-Technologie erst möglich. PostScript ist eine Basistechnologie zur Ansteuerung von Ausgabegeräten und ein universelles Austauschformat für Text, Bild und Grafik. PostScript wurde Bestandteil des Betriebssystems für Personalcomputer und wurde schnell zu einem Standard. Danach dauerte es nicht mehr lange, bis die sogenannte Desktop-Publishing-Software vollen Gebrauch von den PostScript-Möglichkeiten machten.

Die Zahl der Geräte- und Softwarehersteller ist während der letzten Jahre ständig gestiegen. Das Computergewerbe entwickelte sich zu einem Massenmarkt und wurde für Jedermann erschwinglich. Durch die vielen, verschiedenen Ein- und Ausgabegeräte, die auf dem Markt erhältlich sind, kommt es zu der Situation, daß nicht einmal mehr Reproduktionsprofis geräteübergreifend genau reproduzieren können, ohne langwieriges Abstimmen und Austesten jeder Systemkomponente. In *geschlossenen Systemen* wurde dieser Arbeitsgang vom Hersteller übernommen.

Das Problem der *offenen Systeme* liegt darin begründet, daß die am Bildbearbeitungsprozeß beteiligten Geräte sich durch unterschiedliche Bildaufnahme- und Abbildungseigenschaften hinsichtlich ihrer Darstellung von Farbe auszeichnen. Den Grund für die unterschiedliche Farbdarstellung kann man an drei Merkmalen spezifizieren. Zum einen liegt das an der Verschiedenheit der Herstellung der Geräte jedes Herstellers. Zum zweiten besitzen die verschiedenen Gerätetypen geräteabhängige Farbwerte, um Farben zu beschreiben. Der dritte Grund liegt in der Größe des darstellbaren bzw. aufnehmbaren Farbumfangs, auch als *color gamut* bekannt. So besitzt eine Druckmaschine einen viel kleineren Farbumfang als z.B. ein Digitalproof-Gerät.

Es ist nicht zu leugnen, daß es Fachleute gibt, die mit der „manuellen“ Farbproduktion hervorragende Qualität liefern. Aber sie birgt doch zahlreiche Schwächen:

- Die Qualität der optimalen Reproduktionen hängt von einer Kombination zahlreicher Einstellungen ab, welche, z.B. vom PhotoShop-Benutzer, für jedes Bild individuell festgelegt werden muß.

[5][11][15]

„You can create an image on a Mac and output it on a SGI workstation, and there won't be any guesswork on what the colors will look like. You can change your mind and edit the image with a PC running Window '95 and you still know what the colors will be. That is what color management is all about.“  
Todd D. Newman, ehemaliger Chairman des ICC und Software-Ingenieur bei Silicon Graphics.

RGB, CMY(K)

Siehe mehr zu geräteabhängige Farben im Kapitel 1.6.1 „Gerätespezifische Farbräume“

- Der Operator kann die optimalen Einstellungen nur auf seinem Bildschirm und mit seinen gewohnten Systemkomponenten exakt erzielen.
- Das qualitative Niveau der Farbreproduktion ist an den Operator gebunden und lässt sich z.B. im Urlaubs- oder Krankheitsfall nicht auf Stellvertreter übertragen. Ebenso tragen unterschiedliche Tagesverfassungen profilierter PhotoShop-Anwender zu sogenannten „Montagsarbeiten“ bei.

Der langfristig entscheidende Nachteil aber ist die Tatsache, daß heutige Repro-techniker in PhotoShop ihren Bildern alle drucktechnischen Parameter wie GCR, Tonwertzunahme, Graubalance usw. implementieren. Sie also für ein ganz bestimmtes Ausgabemedium aufbereiten – was die erhaltenden Bilddaten für andere Ausgabeverfahren wertlos macht.

Die Notwendigkeit eines Colormanagement-Systems liegt nun darin begründet, einen standardisierten Arbeitsablauf zu gestalten, der die Farbübertragung von Teilprozeß zu Teilprozeß kontrollierbar und reproduzierbar macht, um das bestmögliche Ergebnis für die Farbverarbeitung zu erzielen.

Auf Initiative der FOGRA wurde 1993 das ICC (International Color Consortium) gegründet. Diesem Consortium schlossen sich die führenden Anbieter von Systemen für die Druckvorstufe – Adobe Systems, Agfa, Apple Computer, Eastman Kodak, Microsoft Corporation, Silicon Graphics, Sun Microsystems und Taligent Inc. – an. Ergebnis dieses Zusammenschlusses war die Herausgabe der „ICC Profile Format Specification“, die die Grundlage eines Colormanagement-Systems beschreibt. Diese ICC-Spezifikation behandelt folgende Punkte:

- Transformation zwischen Farbräumen
- Farbumfangsanpassung
- Software-Architektur
- ICC-Profilbeschreibung

Den Kern dieser Spezifikation stellt die Beschreibung des ICC-Profiles dar, wobei es sich um eine nach vorgeschriebenen Konventionen erstellte Datei handelt, welche die zur Umrechnung zwischen den Farbräumen benötigten Daten enthält.

Die Standardisierung des Colormanagements im Rahmen des ICC bewirkt, daß die im Betriebssystem implementierten Colormanagement-Systeme und die Zusatzsysteme (Applikationen) die gerätecharakterisierenden Daten problemlos übernehmen können.

### 3.2 Das Colormanagement-System

Ein Colormanagement-System ist keine Software wie z.B. Photoshop, sondern es besteht aus mehreren Komponenten. Es ist eine Symbiose aus Betriebssystem, Colormanagement-Software und -Hardware. Jedes dieser Teile arbeitet in Abhängigkeit mit dem anderen. Jede Komponente beinhaltet für sich wieder

siehe mehr zu Druckparameter im Kapitel 2.3 „Druckstandards und Kapitel 2.4 „Reprostandards“

Siehe mehr zu Farbraumtransformation im Kapitel 1.6.3 „Farbraumtransformation“

[16][11]

andere Komponenten, die unterschiedliche Aufgaben zu erfüllen haben. Einige Module sind von der ICC als Standard vorgeschrieben, andere wiederum nicht, was die Standardisierung im Sinne des Colormanagement-Systems, in gewisser Weise wieder Frage stellt, da diese Abweichungen dem ursprünglich erdachten Standard entgegen wirkt.

In der ICC-Specification ist nur das Datenformat der Profile genau definiert – wie der Farbrechner aber die Daten der Profile verwenden soll wird offen gelassen. Außerdem wird nicht angegeben, wie die Separation der Daten zu erfolgen hat. Dies bedeutet, daß verschiedene Profilerstellungsprogramme die Einstellung des Farbaufbaues, wie maximales Schwarz, Gesamtflächendeckung, UCR oder GCR, auf unterschiedliche Art und Weise interpretieren und somit nicht identische Profile erzeugen, die dadurch eine unterschiedliche Farbseparation zur Folge haben [11].

Trotz alledem ist mit dem ICC-Farbprofilstandard und den in den Betriebssystemen eingebundenen Farbanpassungsfunktionen eine universell einsetzbare Lösung gefunden worden, die darauf basiert, daß man die Ein- und Ausgabe von Bildinformationen in zwei unabhängige Arbeitsschritte teilt. Bei der Eingabe dienen ICC-Profile dazu, diese Bildinformationen in einem geräteunabhängigen Farbraum zu repräsentieren. Bei der Ausgabe kann das Betriebssystem mit Hilfe von Strukturen wie *ColorSync* beim Apple Macintosh und *ImageColorMatching* (ICM) unter Windows 95 die Koppelung von Ausgabe- und Eingabeprofilen und somit eine geräteunabhängige Farbkommunikation erwirken.

### 3.2.1 Aufgaben und Ziele eines Colormanagement-Systems

Das Hauptziel von Colormanagement ist es, Farbverfälschungen durch die Geräte auszugleichen und einer für professionelle Ansprüche genügende, reproduzierbare Umrechnung der Farbdaten zwischen den Ein- und Ausgabegeräten zu sorgen, mit dem Ziel, den Arbeitsfluß so wenig wie möglich zu beeinträchtigen. Colormanagement soll den Anwender von der lästigen Aufgabe befreien, Farbverfälschungen ausgleichen zu müssen, die auf die unterschiedlichen Farbumfänge und geräteabhängigen Farbräume von Bildschirmen, Scannern oder Farbdruckern zurückzuführen sind. Ausgabeprozesse sollen am Monitor wie auch auf Papier simuliert werden können. Die Ausgabe auf unterschiedlichen Medien soll mit denselben Eingabedaten erfolgen, ohne jeweils ausgabespezifisch eingelesen worden zu sein (medienneutral). Es soll medienneutrale Bilddatenbanken unterstützen und einen gewissen standardisierten Arbeitsfluß herbeiführen.

Diese Aufgaben kann ein Colormanagement-System leisten, aber nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen, und zwar denen wie sie die ICC vorschlägt.

### 3.2.2 Die Colormanagement-Architektur

In der Version 3.3 der *ICC Profile Format Specification* wird als Ansatz für Colormanagement folgende Architektur vorgeschlagen:

Ein Colormanagement-Modul (kurz CMM – Apple Computer Inc. bezeichnet dieses Modul als Color-Matching-Method) enthält die mathematischen Funktionen bzw. Algorithmen, die für die Anwendung der Profile notwendig sind. Der

Näheres im Punkt 3.2.2 „Die Colormanagement-Architektur“, und 3.2.3 „ICC-Profile“

siehe mehr zu Einstellungen in Profilerstellungsprogrammen im Kapitel 4 und 5

siehe mehr zu ColorSync im Kapitel 3.2.2.1

[16][11]

[11][8][17][37]

Zugriff auf diese Funktionen erfolgt durch das sogenannte Colormanagement-Framework, welches im Betriebssystem verankert ist, damit alle Programme die Möglichkeit besitzen, darauf zuzugreifen. Der Grund weshalb die Funktion des Colormanagements in die Betriebssystemebene integriert ist, ist der, daß dadurch die Farbumrechnung von allen Programmen, die diese Funktionen nutzen, in gleicher Weise mit demselben Ergebnis durchgeführt werden kann. Das Colormanagement-Framework erlaubt, gemäß den ICC-Spezifikationen, neben dem eingebauten CMM, „Default CMM“, auch solche von Drittanbietern einzubinden [37]. CMMs von Drittanbietern sind auch als *Private Data* bekannt. Das „Default CMM“ wurde von Apple und der Firma Linotype-Hell (heute Heidelberg Color Publishing Solution) entwickelt. Die Möglichkeit der Verwendung verschiedener CMM's zeigt sich jedoch problematisch. Denn ein und derselbe Datensatz liefert bei Verwendung identischer Profile, aber unterschiedlichen CMM keine identischen Ergebnisse, da jeder Hersteller solcher „Farbrechner“ andere Rechenalgorithmen verwendet.

Aus Untersuchungen der FOGRA ergab sich bei der Separation einer gescannten Testvorlage mit demselben ICC-Ausgabeprofil, aber unterschiedlicher CMM's, bei einer *wahrnehmungsorientierten Farbanpassung* ein durchschnittliches  $\Delta E^*_{ab}$  von 2,2 und ein Maximum von 6,7 – eine Abweichung der Ergebnisse ist also durchaus als signifikant zu bezeichnen. Um Verwechslungen vorzubeugen und gleichmässige Ergebnisse zu erzielen, sollte immer dieselbe CMM benutzt werden und die nicht verwendeten CMM gelöscht oder auf einen anderen Datenträger gespeichert werden [11].

Das *Colormanagement-Framework* und das *Colormanagement-Modul* bilden eine Einheit (hellgrau), welche z.B. von ColorSync (ab Version 2.0) für das Apple-Betriebssystem, von ICM für die Windowsplattform oder von KCMS im Sun-Betriebssystem repräsentiert wird. Diese Einheit ist als *Application Programming Interface* (API, Anwendungsschnittstelle) des jeweiligen Betriebssystems definiert.

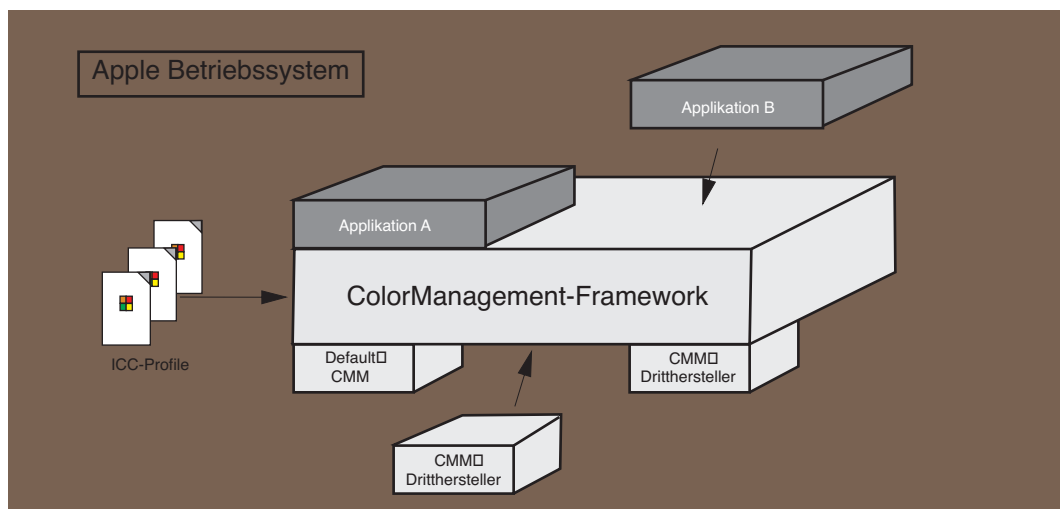


Abb.3.3.2 Colormanagement-Architektur [11]

### 3.2.2.1 ColorSync

Das ICC beauftragte Apple eine derartige Architektur (wie in der angeführten Grafik beschrieben) zu programmieren. Im selben Jahr noch, 1993, wurde bereits Apple ColorSync 1.0 vorgestellt. Jedoch wurde diese Lösung in bestimmten Schlüsselbereichen den Kundenbedürfnissen nicht gerecht.

Für das ICM hat Kodak die Default CMM erstellt. Das ICM 1.0 kann jedoch nur 8 Stützstellen verarbeiten, während ColorSync mit 32 Stützstellen deutlich präziser arbeitet.

Im Betriebssystem OS 9 von Apple sollte die „Heidelberg CMM“ ausgewählt werden. Siehe auch Kapitel 4.

[2][11]

Anhand der Informationen von Endanwendern und Entwicklungsfirmen (Linotype-Hell), überarbeitete die Firma Apple *ColorSync* und entwickelte die, im Jahre 1995 veröffentlichte, Version 2.0.

An sich ist *ColorSync* kein Colormanagement-System. Es bietet jedoch die Möglichkeit, anhand von Standardfunktionen Farbraumtransformationen durchzuführen und liefert gleichzeitig eine begrenzte Anzahl von Geräteprofilen (Systemprofile für Apple-Monitore und Drucker). Das wesentliche Ziel von *ColorSync* ist somit, wie es vom ICC gefordert wurde, eine Plattform und Architektur bereitzustellen, in die Anwender ICC-Profile und individuelle Farbraumtransformationmethoden integrieren können. Leider ist *ColorSync* nur eine Lösung für Macintosh Computer. Eine ähnliche Lösung für PC's, jedoch nicht so leistungsfähig, hat nun Microsoft in Windows 98 und Windows NT 5.0 mit dem Namen *ICM2* integriert. *ICM2* benutzt dasselbe CMM, welches als Standard in Apple's *ColorSync* definiert ist. Damit kann eine plattformübergreifende Arbeitsweise mit einem farbsicheren Datenhandling nun annähernd sichergestellt werden [2].

Laut Informationen der Seybold Konferenz in San Francisco im Jahre 1999, befindet sich die Version 3.0 von *ColorSync* im Betatest.

### 3.2.3 ICC-Profile

Ein qualitativ hochwertiges Colormanagement-System funktioniert nur aufgrund des Einsatzes von sogenannten ICC-Profilen, die das Hauptmerkmal der ICC-Specification darstellen. Anhand der ICC-Profile lassen sich die Ein- und Ausgabeeigenschaften, der am Farbprozeß beteiligten Geräte beschreiben. Dabei werden für jedes Gerät Datenformate beschrieben, die zur Umrechnung vom Gerätefarbraum in den geräteunabhängigen Farbraum (XYZ oder CIELab) dienen.

Die Profile enthalten Informationen zum betrachteten Gerät (Monitor, Scanner) oder Prozeß (Filmbelichtung, Plattenkopie und Druck), wobei ein Druckprozeß als Ausgabegerät definiert ist. Zudem sind in den Profilen die Umrechnungsmethoden (Rendering Intents) oder auch die Eigenschaften der Medien (Druckparameter) in Form von Etiketten, sogenannten „Tags“, kodiert [37].

Es werden drei „Tags“ unterschieden:

- unbedingt erforderliche Tags (required),
- optionale Tags
- erlaubte firmenspezifische Tags (proprietäre)

Dies bedeutet, daß bestimmte Informationen – oder Tags – in das Profil geschrieben werden können, aber nicht müssen. Der ICC-Standard bildet daher nur den Rahmen, in dem unterschiedlich umfangreiche und als Konsequenz, unterschiedlich genaue Profile, durch die jeweiligen Colormanagement-Softwareanbieter erzeugt werden.

[7][11][37]

Das ICC hat folgende Profilarten definiert: *Eingabeprofil* für Scanner und Digitalkameras, *Monitorprofil*, *Ausgabeprofil* für Druckmaschinen, Digitalroofgeräte und Farbkopierer.

Rendering Intents (Methoden zur Farbraumumrechnung): 1. perceptual 2. saturation 3. relative colorimetric, 4. absolute colorimetric

Druckparameter: farbliche Merkmale der verwendeten Grundfarbenkombination (Farbskala), farbliche Merkmale des Papiers (Papierweiß), Farbführung (Vollton-dichte), Gradationskurve (Tonwertzunahme), Bildaufbau (Summe C+M+Y+S, Schwarzkurve), Farbreihenfolge, Farbannahmeverhalten (Trapping), gewünschte Wiedergabeart (Rendering Intent).

Monitorparameter: Farbort der Phosphore, Gamma-Wert, Farbtemperatur.

### 3.2.3.1 Aufbau von ICC-Profilen

ICC-Profile sind ähnlich aufgebaut wie TIFF-Dateien. So besitzen sie zunächst am Beginn der Datei einen Dateikopf (*Header*), der allgemeine Informationen zum Profil enthält. Danach folgt ein Verzeichnis (*Tag Table*) und die darin enthaltenen Daten (*Tagged Element Data*). Sie folgen direkt nach dem Verzeichnis. Die Darstellung der Informationen erfolgt über das Hilfsprogramm *ColorSync™ ProfileInspector*.

#### Header

Enthält die notwendigen Informationen, die das Empfängersystem benötigt, um die richtigen ICC-Profile aufzufinden und einzuordnen. Diese Informationen werden automatisch bei der Profilgenerierung in den *Header* geschrieben. Folgende Informationen können aus dem *Header* entnommen werden:

- Angabe über Profilgröße (*size, in Byte*)
- Kennzeichnung der bevorzugten CMM (*CMMType*)
- Versionsnummer (*version*)
- Profil- oder Geräteklasse (*profileClass*: 1. Geräteverknüpfungsprofile (*DeviceLink Profile*), 2. Farbraumkonvertierungsprofile (*Color-Space Conversion Profile*), 3. Abstrakte Profile (*Abstract Profiles*), 4. Geräteprofile (*Device Profile*))
- Benutzte Eingabe- bzw. Ausgabefarbbeschreibung (*dataColorSpace*)
- Verbindungsfarbraum – Profile Connection Space (PCS) (*interchangeSpace*)
- Erstellungsdatum und Uhrzeit (*CreationDate*)
- Profildateikennzeichnung (*CS2Signature*)
- Primärplattform des Profils (*prim. platform*)
- Referenzen für die CMM (*flags*)
- Herstellerbezeichnung (*deviceManufacturer*)
- Modell des charakterisierenden Gerätes (*deviceModel*)
- Geräteattribute – Aufsichts (gerade Zahl)- oder Transmissionsvorlage (ungerade Zahl) (*deviceAttributes*)
- Matching-Method (*renderingIntent* – Ziffern 0,1,2,3)
- XYZ-Koordinaten des Weißpunktes – Referenzlichtart D50 (*white XYZ: X=0.9642 Y=1.000 Z=0.8249*)

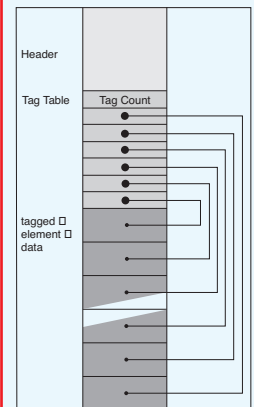
#### Tag Table

Enthält die Einträge der Bestandteile im Profil, die sich außerhalb des *Headers* und des *Tag Tables* befinden. Mit „Tag“ wird der Name eines Profilbestandteiles bezeichnet. Wie in der Grafik auf der nächsten Seite zu sehen ist, besteht das *Tag Table* aus drei Spalten plus dem Zähler. Die erste Spalte beinhaltet die Tagkennung (*TagSignature*), die zweite zeigt die Adresse (*elementOffset*) und die dritte beinhaltet die Dateigröße in Byte (*size*).

Eingabe- und Monitorprofile können zum einen Matrixtransformationen aber auch Look-Up-Tables verwenden. Bei Monitorprofilen benutzen die Hersteller von Profilierungssoftware normalerweise die schnellere, einfache Matrixtransformation.

Bei Ausgabegeräten werden die Profile ausschließlich nach dem *mehrstufigen Transformationsmodell* angelegt. Da diese Profile außerdem bei der Farbanpassung eines Druckverfahrens auf einem Proofdrucker verwendet werden, muß neben der Transformation von CIELab in die Gerätekoordinaten (z.B.,

[7][11]



Siehe dazu auch das Kapitel 1.6.3 „Farbraumtransformationen“



CMYK) auch eine Umrechnung in umgekehrter Richtung bereitgestellt werden, denn folgende Schritte müssen bei einer Drucksimulation durchlaufen werden:

PCS → CMYK (Druckverfahren) → PCS → CMYK (Proofgerät)

Da unterschiedliche *Rendering Intents* in der ICC-Specification definiert sind, sind in den Ausgabeprofilen Umrechnungstabellen für die *fotografische, sättigungserhaltende* und für die *farbmetrische Anpassungsmethode* enthalten. Für die Wahl einer Anpassungsmethode wird die entsprechende Tabelle für die Farbtransformation herangezogen. Die Umrechnung zwischen dem *relativen* und *absoluten farbmetrischen Rendering Intent* erfolgt durch eine einfache Verrechnung der Daten mit dem Weißpunkt des Mediums. Daher ist auch nur der „relativ farbmetrische Rendering Intent“ als Tag im Profil enthalten [11].

Ind	Signat.	elementOffset	size
0	"desc"	2124 = 0x0000084C	118
1	"rXYZ"	384 = 0x00000180	20
2	"gXYZ"	404 = 0x00000194	20
3	"bXYZ"	424 = 0x000001A8	20
4	"rTRC"	444 = 0x000001BC	14
5	"gTRC"	968 = 0x000003C8	14
6	"bTRC"	1492 = 0x000005D4	14
7	"wtpt"	2016 = 0x000007E0	20
8	"cpri"	2036 = 0x000007F4	80

### Tagged Element Data

Die Daten eines Profils werden in *notwendige* (required), *erlaubte* (optional) und *herstellerspezifische* (proprietary) Informationen eingeteilt. Die notwendigen Daten müssen im Profil enthalten sein, damit dieses ICC-kompatibel ist. In den erlaubten Daten können zusätzliche Informationen enthalten sein. Diese beiden Typen sind in der ICC-Specification vollständig definiert, d.h. es wurde offengelegt wie die Kodierung der Daten zu erfolgen hat. Sie sind nicht an einen Hersteller gebunden und somit für alle Systeme offen. Herstellerspezifische Bestandteile spielen nur eine untergeordnete Rolle. Sie sind bezüglich ihrer Dateninterpretation nicht offengelegt, jedoch bei der ICC registriert. Die in der ICC-Specification definierten Profilbestandteile können beispielsweise folgendes beinhalten:

- die Beschreibung von Farbraumumrechnungen
- Informationen über Weiß- und Schwarzpunkt des Mediums
- die Anbindung an PostScript
- das verwendete Rastersystem
- die Beschreibung des verwendeten UCR/GCR usw.

Es zeigt sich, daß ein Profil alle wichtigen Informationen enthält, die bei der Charakterisierung eines Gerätes oder Prozesses eingestellt werden. Durch ein Farbprofil eines Druckverfahrens wird somit nicht nur die Umwandlung der Daten in

Siehe dazu auch das Kapitel 3.2.5 „Farbumfangsanpassungsmethoden“.

„Tag“ Name	Beschreibung
„desc“	Profilname
„rXYZ“	XYZ-Koordinaten der Grundfarbe Rot
„gXYZ“	XYZ-Koordinaten d. Grundfarbe Grün
„bXYZ“	XYZ-Koordinaten der Grundfarbe Blau
„rTRC“	Tonwertkurve für den Rotkanal
„gTRC“	Tonwertkurve für den Grünkanal
„bTRC“	Tonwertkurve für den Blaukanal
„wtpt“	XYZ-Koordinaten des Weißpunktes des Mediums
„cpri“	Informationen zum Urheberrecht

„Tag“ Name	Beschreibung
„desc“	Profilname
„A2B0“	Transformation vom Gerät nach PCS, fotogr. Methode
„B2A0“	PCS nach Gerät, fotogr. Methode
„gam1“	Beschreibung des Gerätefarbumfangs
„A2B1“	Gerät nach PCS, relativ farbmetrisch
„B2A1“	PCS nach Gerät, relativ farbmetrisch
„A2B2“	Gerät nach PCS, sättigungserhaltend
„B2A2“	PCS nach Gerät, sättigungserhaltend
„wtpt“	XYZ-Koordinaten des Weißpunktes des Ausgabemediums
„cpri“	Informationen zum Urheberrecht

Jeweils die letzte Ziffer der LUT's steht für den Rendering Intent: 0 perceptual, 1 relative colorimetric, 2 saturation, 3 absolute colorimetric

Ind	Signat.	elementOffset	size
0	"desc"	492 = 0x000001EC	114
1	"rXYZ"	768 = 0x000002F0	252483
2	"gXYZ"	505568 = 0x000078E0	145588
3	"bXYZ"	242332 = 0x00003DFC	37889
4	"rTRC"	253164 = 0x00003DCC	252483
5	"gTRC"	651156 = 0x0000EF94	145588
6	"bTRC"	768 = 0x000002F0	252483
7	"wtpt"	796744 = 0x00002D40	145588
8	"cpri"	384 = 0x00000180	20
9	"clnt"	979344 = 0x0000EF10	2158

Abb.3.2.3.1-1 ICC-Profilbeschreibung

diesem Farbraum bestimmt, sondern es wird auch die Farbaufbauvariante festgelegt, nach welcher separiert werden soll. Dies bedingt für jeden eingestellten Farbaufbau oder jeden Druckparameterwechsel ein eigenes Profil zu generieren. Alle eingestellten Parameter, die im Profil als Informationen enthalten sind, werden kompensiert, sofern man unter denselben Bedingungen arbeitet.

### 3.2.3.2 Einsatzmöglichkeiten der Profile

#### **Verknüpfung zu Links:**

Die Geräteprofile, mit den darin enthaltenen Farbeigenschaften können in einem Colormanagement sehr unterschiedlich verwendet werden. Die Profile können für sich allein, also einzeln angewendet werden, oder auch zu zweien verknüpft werden und dann als sogenanntes *Link* eingesetzt werden. Wird ein *Link* erstellt (z.B. *Scanner-to-Printer*), dann werden die CIELab-Werte des Scannerprofils auf jene CIELab-Werte des Druckerprofils abgebildet. Als nächster Schritt werden diese CIELab-Werte mit den gerätespezifischen Farbwerten (RGB bzw. CMYK) ersetzt 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 CIELab-Farbraum transformiert.

„ColorBlind-Professional“ von Color Solutions bietet die Möglichkeit solche *Links* zu erstellen und zu verwalten. Dabei unterscheidet ColorBlind zwischen vier Link-Kombinationen: Dies sind *Scanner-to-Printer*, *Scanner-to-Monitor*, *Monitor-to-Printer* und *Printer-to-Printer*-Links.

Der Vorteil der Links besteht darin, daß der Einsatz von Profilen vereinfacht wird. Der Aufruf der Profile lässt sich schneller durchführen, da nicht jedes Profil einzeln zugeordnet werden muß. Man kann statt dessen bereits auf die benötigte Kombination zurückgreifen. Unübersichtliche Auswahlmenüs mit speziellen Auswahlzeilen für die unterschiedlichen Profilarten werden dadurch überflüssig. Gerade für Einsteiger ins Colormanagement ist dieser Weg übersichtlicher und relativ klar.

Der Einsatz der Links kann über mehrere Wege erfolgen. Der erste ist das *Übertragen* (Download) des Link an ein geeignetes PostScript-RIP. Dadurch übernimmt das RIP des Ausgabegerätes die Farbanpassung und Farbseparation der Bilddaten anhand der dort vorhandenen Links. Allerdings kann hier immer nur jeweils eine Linkart angewendet werden. Wird ein anderes Link übertragen, wird das vorhergehende überschrieben. Die Links können ebenso in Photoshop ab Version 5.0 auf aktuelle Bilder angewendet werden. Es kann dadurch über Links eine Farbanpassung oder Farbseparation der Bilder in Photoshop erreicht werden. Die dritte Möglichkeit des Einsatzes der Links geht über ein spezielles *Batch-Programm*. Dabei kann über ein Batchprogramm verschiedenen Bilddateien Links zugeordnet werden. Durch das Batch-Programm werden keine Bilddaten geöffnet und betrachtet, sondern nur den Bilddatenfiles die Links zugeordnet. Der große Vorteil durch den Einsatz von Batchprogrammen ist der automatisierte Ablauf. Die Zuweisung der Links läuft hier ohne notwendige Bedienerereignisse ab.

#### **Einrechnen in Bilddateien:**

Die Farbprofile mit den darin enthaltenen Informationen können in einem Colormanagement auf zwei Arten verwendet werden. Eine Art der Verwendung sieht

[18][29]

Um die *Einsatzmöglichkeiten von Profilen* besser zu verstehen, empfiehlt es sich, dieses Thema an dieser Stelle erst einmal zu überspringen um sich weiterhin mit den grundlegenden Fragen von Colormanagement zu befassen.

Siehe dazu auch das Kapitel 1.6.3.2 „Interpolationsmodelle basierend auf Tabellen“

Siehe zu *Batch-Programm* auch das Kapitel 4 „Auswahl eines Colormanagement-Systems“ und Kapitel 6.4.1 „Colormanagement-Workflow-Vorschlag“



das *Einrechnen* der Farbinformationen des Profils in den Bilddatenbestand vor. Dadurch werden die Bilddaten, beispielsweise ein RGB-Scan, gemäß den Informationen des Scannerprofils korrigiert, damit sie mit dem Original übereinstimmen. Die ursprünglichen Scandaten sind dann nicht mehr verfügbar, da sie durch die veränderten ersetzt wurden. Diese Methode birgt folgende Nachteile. Werden z.B. die Informationen eines Monitorprofils oder eines Ausgabeprofils fest eingerechnet, so lassen sich die Bilddaten nur für diesen Ausgabeweg verwenden. Sollen die Bilddaten auf einem anderen Monitor dargestellt werden, oder eine andere Ausgabe durchgeführt werden, so können die Bilddaten dafür nicht mehr eingesetzt werden. Hier müsste dann von den Scandaten eine neue Ausgabeanpassung, an den anderen Ausgabe-prozeß, vorgenommen werden. Dies bedeutet zusätzlichen Arbeits- und Zeitaufwand.

Der einzige Fall, bei dem kein Nachteil durch das Einrechnen entsteht, ist die Farbanpassung der Scandaten anhand des Scannerprofils mit Ausgabe in den CIELab Farbraum. Dieser Prozeß kann durchaus über das Einrechnen der Profile erfolgen, da der Zielfarbraum CIELab eindeutig definiert ist und alle späteren Ausgabe-Farbräume einschließt.

### ***Einbetten in Bilddateien:***

Die zweite Möglichkeit der Verwendung von Profilen ist das *Einbetten* in die Bilddateien. Das Einbetten von ICC-Profilen in Bilddateien ist durch die ICC-Profile Specification genau festgelegt, um einen Austauschstandard sicherzustellen. Der Vorteil dieses Verfahrens ist, daß die Bilddateien nun frei zwischen verschiedenen Arbeitsplätzen und Netzwerksystemen ausgetauscht werden können, ohne daß sich der Anwender über das Vorhandensein des richtigen Profils kümmern muß. Eine aufwendige Profilverwaltung und die erneute Profilzuweisung ist damit auf dem Empfängersystem nicht mehr nötig. Für den Arbeitsablauf in der Farbbildreproduktion bedeutet dies eine nicht unerhebliche Verkürzung der Bearbeitungszeit.

ICC-Profile und auch verknüpfte Profile, sogenannte Links, können in Bilddaten unterschiedlicher Formate eingebettet werden. Mögliche Formate sind das PICT-, das EPS- und das TIFF-Format. Dabei ist die Unterstützung von EPS-, als auch TIFF-Dateien sehr wichtig, da diese beiden Bilddatenformate in der Praxis sehr häufig verwendet werden. Bei EPS-Dateien gibt es zwei Bereiche, die für das Einbetten der ICC-Profile geeignet sind: Der erste Bereich ist die Pixel-Datei zur Bildschirmdarstellung der EPS-Datei. Ein dort eingebettetes ICC-Profil ist nötig, damit Anwendungsprogramme, welche zur Darstellung der EPS-Datei am Monitor die Pixel-Datei verwenden, eine farbkorrigierte Darstellung zeigen können. Wichtig ist dabei allerdings, daß die Pixel-Datei zur Darstellung der EPS-Datei auf Macintosh-Systemen meist das PICT-Format, während auf PC-Systemen meist das TIFF-Format verwendet wird. Damit beim Einbetten von ICC-Profilen in EPS-Dateien auch ein Austausch der Bilddaten von Macintosh- auf PC- oder Unix-Systeme möglich ist, sollte daher das TIFF-Format für die Bildschirmdarstellung bei EPS-Dateien verwendet werden.

Der zweite Bereich, in den ein ICC-Profil eingebettet werden kann, ist in der EPS-Seitenbeschreibung selbst, also direkt im Postscriptcode der Seite. Dadurch können spezielle Anwendungsapplikationen auf die eingebetteten Profile zugreifen und diese einsetzen. Diese ist vor allem für Prozesse eines Colormanagements durch erweiterte OPI-Server-Technologien interessant. Ein OPI-Server kann damit über die ICC-Profile die Aufgaben der Farbanpassung und Farbseparation übernehmen.

Siehe zu Datenformate auch das Kapitel 3.3.2 „Speichern von Bilddaten“ und 3.3.3 „Ausgabedaten“.

### Editieren von Profilen:

Durch das Editieren von Profilen können für ein Colormanagement interessante, neue Möglichkeiten geschaffen werden. Profile spiegeln zwar genau die farblichen Eigenschaften der Ausgabegeräte wieder. Oft ist es aber von Vorteil, wenn diese Eigenschaften der Farbprofile noch speziell angepaßt werden können. Ein Beispiel hierfür ist z.B. die Anpassung der Sättigung und der Helligkeit, um ein besseres Ausgabeergebnis zu erhalten. Zum Editieren von Profilen bieten die Hersteller von Profilersoftware meist zusätzlich ein Programm zum Editieren von Profilen an. Mit diesen Programmen lassen sich anhand eines Farbprofils durch Editieren neue Farbprofile mit anderen Eigenschaften erstellen.

Grundsätzlich ist ein Profil nach dem Erstellen durch Profilerprogramme auf das charakterisierte Gerät, mit den dafür eingesetzten Parametern, genau passend. Die Editierung von ICC-Profilen ermöglicht im Speziellen eine Feinabstimmung der Farbergebnisse. Dabei kann diese Feinabstimmung in der Anhebung der Helligkeit oder der Sättigung bestehen, bei CMYK- oder RGB-Farbräumen in der Veränderung der *Gradationsverläufe*, oder aber auch in einer Veränderung der *Rendering-Optionen*. Wichtig bei der Editierung von Profilen ist, daß es sich danach um „abstrakte Profile“ handelt, die keinen Gerätefarbraum mehr darstellen. Diese Profile können nicht mehr in Bilddateien eingebettet werden. Hier muß eine Einrechnung in die Bilddaten erfolgen, oder sie werden separat verwaltet und jeweils zur Ausgabe zugeordnet.

### 3.2.4 Farbraumtransformation

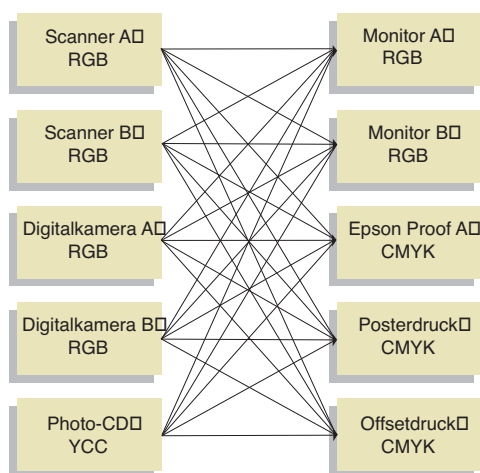


Abb.3.2.4-1 Arbeiten mit geräteabhängigen Farbräumen

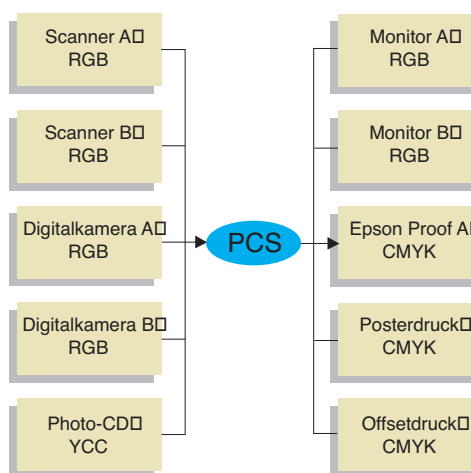


Abb.3.2.4-2 Arbeiten mit einem geräteunabhängigen Farbraum

Die verschiedenen Gerätearten haben unterschiedliche Farbräume – Scanner RGB, Epson CMYK – die wiederum unterschiedlich groß sein können – Offsetdruck, Epson. Diese geräteabhängigen Farbräume sind untereinander nicht ohne Weiteres austauschbar. Es ist zwar prinzipiell möglich, direkt eine Umwandlung von RGB nach CMYK vorzunehmen, jedoch muß man dies für eine ganz spezielle Gerätekombination durchführen. Da jedoch in der offenen, modularen Systemwelt unzählige Gerätekombinationen denkbar sind (siehe Abb. 3.2.4-1), wäre es eine untragbare Aufgabe alle möglichen Gerätekombinationen aufeinander abzustimmen. Hätte man eine solche Situation, so würden 25 Transformationsalgorithmen notwendig.

[11][19]

Der geräteunabhängige Farbraum hat in der ICC-Spezifikation die Bezeichnung „Profile Connection Space“ kurz PCS.

Aus diesem Grund werden die geräteabhängigen Farbdaten in geräteunabhängige Werte übersetzt, wodurch eine Austauschbarkeit sehr einfach vollzogen werden kann. Diese erreicht man durch die ICC-Profilierung, bei der jedes beliebige Gerät oder Prozeß im geräteneutralen Farbraum (CIEXYZ oder CIELab) charakterisiert wird. Dies vereinfacht zwar das Datenhandling, aber macht die Anwendung von Colormanagement notwendig: Bei diesem Modell zeigen sich im Gegensatz zu den 25 zu erstellenden Transformationen lediglich 10, welches eine enorme Verringerung des Aufwandes und zugleich eine Erhöhung der Übersichtlichkeit darstellt (siehe Abb. 3.2.4-2). Durch dieses Verfahren werden Mehrfachscans überflüssig, da sich die Originalbilddatenbestände im geräte-neutralen Farbraum befinden und von dort immer wieder für verschiedene Anwendungen verwendet werden können.

Mehr zu Farbraumtransformation im Kapitel 1.6.3.

### 3.2.5 Farbumfangsanpassungs-Methoden – *Rendering Intents*

[2][5][11][15]

Das Problem der unterschiedlichen Farbräume wurde bereits im Kapitel 1.6 „Farbräume“ angedeutet. Aufgrund der Tatsache, daß Ausgabegeräte meistens einen kleineren Farbumfang besitzen als Eingabegeräte, muß ein bestimmter Algorithmus ausgewählt werden, der die Behandlung nichtdarstellbarer Farben beschreibt. Das *International Color Consortium* hat aus diesem Grund vier Algorithmen entwickelt – die *Rendering Intents* – die jeweils auf unterschiedliche Art und Weise eine Farbumfangsanpassung durchführen:

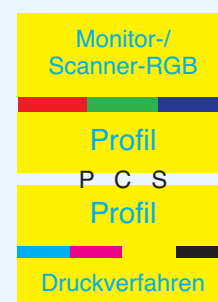
- Perceptual (wahrnehmungsorientiert; fotografisch)
- Absolut Colorimetric (absolut farbmétrisch)
- Relative Colorimetric (relativ farbmétrisch)
- Saturation (sättigungserhaltend)

#### **Perceptual**

Die *wahrnehmungsorientierte Farbumfangsanpassung*, auch als *Gamut Mapping* bekannt, kann man umgangssprachlich auch als Farbumfangskompression bezeichnen, da die nicht darstellbaren Farben eines RGB-Scans als Beispiel, in den kleineren Farbumfang eines Druckers hineinkomprimiert werden. Dabei bleibt der Abstand benachbarter Farben zueinander im Verhältnis jedoch erhalten. Es werden die Farben des Eingabegerätes, die außerhalb des Farbumfanges des Ausgabegerätes liegen, nicht einfach beliebig hinein komprimiert, sondern sie 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 zu unterscheiden waren, auch nachher noch unterschieden werden können. Dabei erfolgt diese Farbumfangsanpassung immer unter Beibehaltung der Graubalance. Falls die Farbumfangskompression richtig vollzogen wurde, wird die erzeugte Reproduktion in der best möglichen Qualität des Aufnahmeapparates wiedergegeben. Man holt somit das Maximum aus seinem Ausgabegerät heraus.

Erfolgt in diesem Fall keine Farbumfangskompression, so kommt es bei die-

Dieser Rendering Intent wird vor allem bei der Separation von Bildern eingesetzt.



ser Reproduktion zwangsläufig zu Verlusten in den Bildtiefen und in den gesättigten Farbbereichen. Leider gibt es in der ICC-Specification keine genaue Definition über die Rechenvorschrift, wie diese nicht darstellbaren Farben in den neuen Farbraum hinein komprimiert werden sollen.

### **Absolut Colorimetric**

Wird der *absolut farbmetrische Rendering Intent* verwendet, sind die Farben der Ausgabe mit den Eingabefarben identisch, d.h. deren spektrale Farbwerte sind gleich. Besitzt das Ausgabegerät einen kleineren Farbumfang als das Eingabegerät, dann können die hellsten und dunkelsten Töne sowie die am stärksten gesättigten Farben nicht wiedergegeben werden. Diese über die Grenzen des darstellbaren Farbraums hinausgehenden Farbtöne werden dann auf den nächsten darstellbaren Farbton im Ausgabefarbraum *geclippt*, d.h. alle Farben, die nicht darstellbar sind werden *abgeschnitten* und auf den nächsten darstellbaren Farbton verschoben.

Diese Farbumfangsanpassung wird 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 Proofgerät. Dabei werden die Farben identisch wiedergegeben und zugleich wird ein möglicherweise vorhandener Gelbton des verwendeten Bedruckstoffes in der Druckmaschine mittels Farbauftrag auf dem helleren Proofmedium simuliert. Auch wenn z.B. ein Bild mit neutralen Lichtern auf einem Drucker mit bläulichem Papier gedruckt wird, wird durch das Auftragen von Gelb in den hellen Tönen der ursprünglich neutrale Farbeindruck wiederhergestellt, wobei jedoch die Lichter zwangsläufig dunkler wiedergegeben werden.

### **Relative Colorimetric**

Bei dem *relativ farbmetrischen Rendering Intent* dagegen wird der Weißpunkt des Quellfarbraumes mit jenem des Zielfarbraumes gleichgesetzt, wobei jedoch keine Papiersimulation stattfindet. Ansonsten entspricht dieser Rendering Intent der absolut farbmetrischen Anpassung. Er wird zur Ausgabe über ein Proofs system ohne Papiersimulation empfohlen.

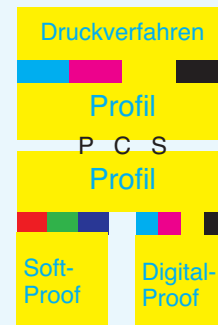
### **Saturation**

Die *sättigungserhaltende Farbumfangsanpassung* sorgt für eine Beibehaltung der Sättigung in der Reproduktion. Diese Methode findet vor allem Anwendung in der Wiedergabe von Computergrafiken, bei denen man eine sehr hohe Sättigung der einzelnen Farben wünscht und den Kontrast gegebenenfalls vernachlässigen kann. Die Farben, die sich innerhalb der Schnittmenge der beiden Gamuts befinden, werden auch hier farbmetrisch nicht verändert. Er wird somit für die Ausgabe von Geschäftsgrafiken und Präsentationen empfohlen.

## **3.2.6 Geräteprofilierung**

Geräte-Profile im ICC-Format gehören heute bei fast allen Scannern, Monitoren und Druckern zum Lieferumfang. Da es sich um Standardprofile der Herstellerfirmen handelt, können diese nur einen durchschnittlichen Wert der Geräte widerspiegeln, da sie auf Alterungsprozesse der individuellen Geräte und der damit eingehenden Änderung der Abbildungseigenschaften keine Rücksicht

Dieser Rendering Intent wird vor allem beim DigiProof und SoftProof eingesetzt.



Dieser Rendering Intent wird für Proofs ohne Papiersimulation verwendet.

[5][11][18]

Ein Farbprofil hängt von den Grundeinstellungen eines Gerätes ab, mit denen das ICC-Profil erstellt wurde. Ändert sich ein Parameter, so verliert das Farbprofil seine Gültigkeit.

nehmen.

Vor der eigentlichen Profilierung eines Ein- oder Ausgabegerätes erfolgt prinzipiell zuerst eine *Kalibrierung* (häufig auch Linearisierung genannt). Diese sorgt dafür, daß sich das Gerät in einem konstanten Zustand befindet. Bei Digitalprofogeräte erhält man durch die Kalibrierung eine linearisierte Druckkennlinie, die den Farbauftrag der Grundfarben in den Intensitäten von 0% Auftrag bis 100% Auftrag beschreiben. Für die Feststellung dieser Kennlinien druckt man einen Testkeil, der jede Grundfarbe in kleinen Schritten zwischen 0% und 100% auf das Papier bringt. Die Druckkennlinie gibt an, wie sich die digitalen Farbwerte zum tatsächlichen Farbauftrag auf dem Papier verhalten. Linearisierungstargets werden in einigen Colormanagement-Paken angeboten, mit denen man vor der eigentlichen Profilerstellung und im fortlaufenden Prozeß die Geräte kalibrieren kann. Je nach Hersteller können diese Linearisierungstargets verschieden aussehen.

Ein ICC-Profil für ein Druckverfahren charakterisiert nicht nur den Druck alleine, sondern die gesamten Prozessschritte von der Filmbelichtung über die Plattenkopie bis hin zum Druck. Damit das erstellte Profil seine Gültigkeit behält, müssen die einzelnen Einstellungen konstant gehalten werden. Dies wird am ehesten dadurch erreicht, daß man nach den FOGRA-Richtlinien arbeitet, wobei jeder Arbeitsschritt standardisiert wird.

Monitore müssen ebenfalls auf eine Grundeinstellung kalibriert werden, von der aus das Monitorprofil erzeugt wird. Hierbei wird der Kontrast, die Helligkeit, das Gamma oder die Farbtemperatur eingestellt. Je nach Colormanagement-Paket gibt es unterschiedliche Charakterisierungsverfahren, die aber alle zuerst eine Grundkalibration des jeweiligen Monitors durchführen.

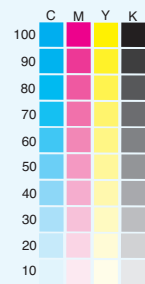
Als Profilierung bezeichnet man nun den Prozeß der Übersetzung der Farbcharakteristik von einem Gerät in geräteunabhängige Farbwerte. Ein Geräteprofil besteht aus einer Liste von gerätespezifischen RGB oder CMY(K)-Werten mit den jeweils entsprechenden CIELab-Werten. In dieser Liste befinden sich alle möglichen Farbkombinationen, die das jeweilige Gerät aufnehmen bzw. darstellen kann.

Bei Eingabegeräten (Scanner und Digitalkamera) erfolgt die Charakterisierung durch den Vergleich eines Referenzdatenbestandes mit dem gescannten oder aufgenommenen Datenbestand. Dazu wird eine Vorlage (Durchsicht und Aufsicht), (z.B. nach ISO 12641) farbmétrisch vermessen, dann gescannt und die farbmétrisch gewonnenen Daten mit den gescannten Daten verglichen. Das daraus errechnete Profil sorgt dann für die korrekte Umrechnung der gescannten Daten in den geräteunabhängigen Farbraum.

Zur Charakterisierung eines Ausgabegerätes (Digitaldruck oder sonstiges Druckverfahren) wird ein Referenzdatenbestand, welcher in digitaler Form vorliegt, durch dieses Gerät bzw. durch den Druckprozeß ausgegeben. Anschließend werden die CMYK-Werte farbmétrisch ausgemessen. Dadurch ist die Berechnung eines Profiles möglich.

Die Monitorprofilierung erfolgt auf ähnliche Weise, mit der Ausnahme, daß das Farbmeßgerät direkt an der Bildschirmoberfläche angebracht wird und sofort nach der Darstellung eines jeden RGB-Farbwertes der zugehörige CIE-Lab-Wert gemessen wird.

Welche Vorlagen bzw. Ausgabedatensätze verwendet werden, hängt in der Regel von der verwendeten Profilsoftware ab. Ein Profil enthält alle wesentlichen Daten, die zur Farbumrechnung notwendig sind. Zu seiner Berechnung ist ein eigenes Programm notwendig. Da nur bei den farbmétrischen Anpassungs-



Arbeitsweise nach FOGRA-Richtlinien garantieren einen standardisierten Arbeitsablauf in jedem Prozessschritt: Lineare Ausgabe bei der Filmherstellung; um gleichbleibende Tonwertveränderungen zu erhalten, muß bei der Plattenkopie im Regelmikrolinienanzeigebereich kopiert werden; beim Druck müssen Volltondichten und Rastertonwertzuwächse kontrolliert werden.

siehe mehr zu Monitoren im Kapitel 2.6 und Monitorkalibrierung im Kapitel 5.1

Siehe mehr zu Messung im Kapitel 2.7 „Meßgeräte und Meßnormen“.



methoden (Rendering Intents) festgelegt ist, was ein Profil zu leisten hat, können die Ergebnisse der Profilanwendung für die beiden anderen Methoden bei verschiedenen Profilsoftwareprodukten zu abweichenden Ergebnissen führen.

Durch ein Profil wird also für eine reproduzierbare Umrechnung zwischen einem geräteabhängigen und einem geräteunabhängigen Farbraum gesorgt. Die Art der Berechnung der Profile ergibt zwangsläufig, daß bei der Transformation auch Farbverfälschungen korrigiert werden.

### 3.2.6.1 Ein- und Ausgabe-Testbilder für die Geräteprofilierung nach ISO 12641 und ISO 12640

Testbilder gibt es in verschiedenen Ausführungen und sind für die unterschiedlichsten Aufgaben zuständig. Im Allgemeinen werden Testbilder benötigt, um Vergleichstests zwischen verschiedenen Geräten durchführen zu können. Dies können farbmetrische wie auch visuelle Vergleiche sein. Für den visuellen Vergleich bieten sich die acht natürlichen *ISO-Bilder 300 zur Beurteilung digitaler Druck- und Proofverfahren* an. Sie sollten zur visuellen Kontrolle des Digitalproofs und zur Monitordarstellung auf die Testform zur Ausgabeprofilerstellung platziert werden.

Für die Charakterisierung von Ein- und Ausgabegeräten wurden spezielle meßbare Testbilder entwickelt, deren Aufbau und Farbwerte durch eine Norm definiert sind. Es gibt aber auch *herstellerspezifische Ausgabetestbilder*, die einen Kompromiß zwischen Meßaufwand und Qualität darstellen. Dies liegt daran, daß die Möglichkeit der automatischen Farbmessung mit Hilfe von Scanning-Meßtischen noch bis vor einigen Jahren nicht existierten. Inzwischen werden aber flexible Lösungen angeboten, bei denen der Umfang der Farbfelder stufenweise ausgewählt werden kann. Bei ColorSolutions zum Beispiel, kann man stufenweise zwischen 350 und 1412 Farbfeldern wählen.

#### Eingabe-Testbild nach ISO 12641

Diese Norm wurde unter dem Namen IT8.7 publiziert, weshalb man dem Testbild die gleiche Bezeichnung gab. Es wurde jeweils eine Version für Durchsicht (IT8.7/1) und Aufsicht (IT8.7/2) entwickelt. Sie werden von verschiedenen Herstellern von fotografischen Materialien angeboten, sodaß für jedes fotografische Vorlagenmaterial auch das entsprechende Testbild erhältlich ist. Angeboten werden beim IT8.7/1 Kleinbild- und Mittelformat, beim IT8.7/2 gibt es dagegen nur eine einzige Größe (5 x 7 inch).

Die Testfelder decken den Farbraum durch 3 Helligkeitsstufen, 4 Sättigungsstufen und 12 Farbtonstufen ab, was 144 Feldern entspricht. Ein zweiter Felderblock besteht aus je 12 Farbtonfeldern in den drei Grundfarben und den drei Sekundärfarben; die letzten drei Kolonnen sind herstellerabhängig. Diese Bildelemente können durch den Anbieter selbst definiert werden. So bietet Kodak ein Porträt-Bild an, Fuji eine Reihe von Hauttönen und Agfa offeriert eine Sammlung von Hauttönen. Ferner weist das Testbild eine 22-stufige Grauskala auf. Die Felder links und rechts dieser Grauskala sind so definiert, daß sie die höchste

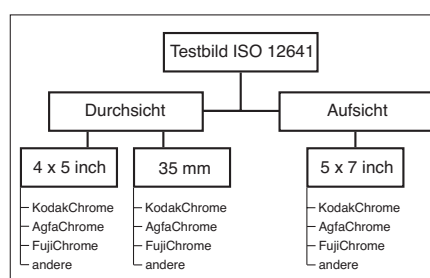


Abb.3.2.6.1 Eingabetestbilder nach ISO 12641 [15]

[15]

Obwohl es mit der Testform ISO IT8.7/3 einen internationalen Standard für die Profilerstellung gibt, arbeiten die Softwares ColorBlind von ColorSolutions, PrintOpen von Heidelberg CPS und ProfileMaker Pro von Logo mit jeweils eigenen Testformen.

Diese Testformen müssen dann auch bei der Profilierung verwendet werden!

und die niedrigste Dichte im Testbild repräsentieren.

Die Referenzwerte werden zu dem jeweiligen Testbild mitgeliefert. Je nach Hersteller kann zwischen Meßdaten, die für das einzelne Exemplar und solchen, die für eine ganze Serie gelten, gewählt werden. Die Aufsichtsvorlagen sind groß genug um selbst ausgemessen werden zu können, wohingegen die Durchsichtsbilder, bedingt durch ihre Größe, dafür leider nicht geeignet sind

### **Ausgabe-Testbild nach ISO 12640**

Für die Bildausgabe wurden 8 natürliche und 10 synthetische Testbilder definiert. *Synthetischen Bilder* sind Testelemente wie Verlaufs- und Auflösungskeile sowie Farbfelderkombinationen (Color-Charts; Elemente S7 bis S10 auf Ausgabe-Testbild nach ISO 12640). Dieses Testchart weist 928 Farbfelder auf und besitzt einen Datenbestand von 119.5 MB bei 400 dpi bzw. 67.2 MB bei 300 dpi. Die vier Testbilder S7 bis S10 sind wie folgt zusammengesetzt:

#### **Element S7 (78 Farbfelder)**

besteht aus 4 Reihen von 13 Tonwerten für die Grundfarben CMYK, aus Sekundärfarbkombinationen mit den Tonwerten 20%, 40% und 70% sowie aus den 16 Neugebauer-Farben.

#### **Element S8 (104 Farbfelder)**

enthält 42 Felder mit Sekundär- und Tertiärfarben ohne Schwarz, 7 tertiäre Graufelder und 55 4-farbige Felder.

#### **Element S9 und S10 (746 Farbfelder)**

sind aus 26 quadratischen Felderblöcken zusammengesetzt, die den CMYK-Farbraum mit 4 bis 6 Tonwertstufen in den Primärfarben CMY und mit 4 Tonwerten im Schwarz abdecken.

Die *natürlichen Bilder* beinhalten typische Merkmale wie sie in fotografischen Bildern auftreten können (Hauttöne, Detailzeichnungen, Farbsättigung, Neutraltöne, Glas und Silber, Farbverläufe in Lichtern und Tiefen etc.).

### **3.2.7 Arbeitsablauf mit Colormanagement**

Der Arbeitsablauf in einem Colormanagement-System ändert sich in einigen speziellen Punkten zum herkömmlichen Arbeitsablauf mit RGB- oder CMYK-Farbdaten, wobei die RGB-Werte mit einem Bildverarbeitungsprogramm oder im RIP des Ausgabegerätes in CMYK-Werte umgewandelt werden.

Im Arbeitsfluß eines Colormanagement-Systems werden noch, nachdem die Vorlage gescannt wurde und es zu einer Separation in das entsprechende Ausgabegerät kommt, einige Schritte notwendig, die aber nicht zwangsläufig zu einem höheren Arbeitsaufwand führen.

In einem Colormanagement-System arbeitet man mit Farbprofilen, die entsprechende Ein- und Ausgabegeräte in einem geräteneutralen Farbraum beschreiben. Dabei erfolgt eine Umrechnung der geräteabhängigen Farbwerte in den CIE Lab- oder XYZ-Farbraum. Aufgrund der Profile wird eine gerätespezifische Farbkorrektur sichergestellt. Der Anwender besitzt ausserdem die zwingende Möglichkeit einen *Rendering Intent* festzulegen.

Ein maßgeblicher Punkt, im Unterschied zur herkömmlichen Arbeitsweise ist

siehe auch Scannerkalibrierung im Kapitel 5.2

[11][15]

der, daß man verschiedene Profile miteinander verknüpft, wobei Bilddaten entweder für das entsprechende Druckverfahren in einem Applikationsprogramm oder erst im RIP separiert werden oder dieses auf einem Digitalproof-Gerät oder Monitor simuliert werden kann. Im Fachjargon werden diese Farb- und Geräteprofile als *Quell*-, *Ziel*- und *Proofprofil* bezeichnet. Es müssen mindestens zwei Profile miteinander verknüpft werden.

Wie im Bild unten gezeigt, müssen die vorhandenen Lab-Bilddaten, mit dem *fotografischen Rendering Intent* vom CIE Lab-Farbraum in den CMYK-Farbraum des Druckprozesses unter Verwendung des Druckerprofils angepaßt werden. Dadurch erhält man die korrekte Anpassung an den kleineren Farbumfang, wenn die CIE Lab-Farbwerte einen größeren Farbraum beschreiben. Danach erfolgt eine Rücktransformation vom CMYK-Farbraum in den CIE Lab-Farbraum mit einer *absolut*- oder *relativ farbmetrischen Anpassung*. Idealerweise müßten sich nun hierbei jene CIE Lab-Werte ergeben, die man bei der spektralphotometrischen Messung des Druckes erhält, natürlich unter Berücksichtigung der Fehlergrenzen. Anschließend werden diese Lab-Daten wiederum *absolut*- oder *relativ farbmetrisch* in den etwas größeren CMYK-Farbraum des Digitalproof-Gerätes umgerechnet.

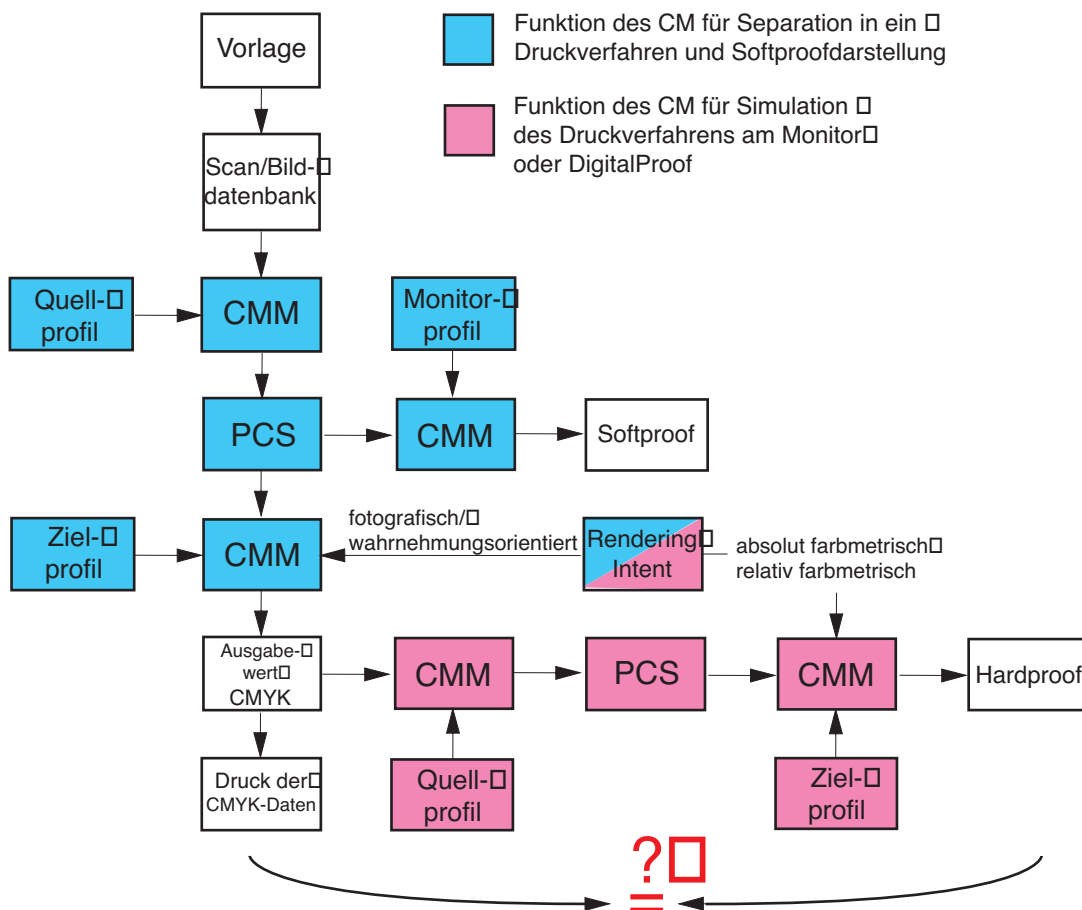


Abb.3.2.7-1 Arbeitsablauf in einem Colormanagement-System anhand von Profilzuweisung

### 3.3 Kriterien für den Einsatz von Colormanagement

Mit der Einführung eines Colormanagement-Systems verspricht sich der Nutzer einige Vorteile in der Qualität der Scans, in der Vereinfachung der Separation der Bildvorlagen für den Druck und die Möglichkeit der Simulation mehrerer Medi-

Nicht jede Anwendersoftware lässt dieses ohne Abstriche zu. Siehe dazu „Profilanwendung in Applikationen“

Siehe auch im Kapitel 3.2.5 „Farbumfangsanpassungs-Methoden“

[11][15]

en. Aber genau so wichtig ist die Handbarkeit eines Colormanagement-Systems und die Einbindung der ICC-Profile in den Arbeitsablauf. Dazu werden von den Colormanagement-Anbietern umfangreiche Software-Pakete angeboten, die einige Bereiche (Profilgenerierung, Profileinbindung, Simulation, Bildbearbeitung und Ausgabe) schon übernehmen und einfach in der Anwendung sind. Aber dennoch werden im Arbeitsfluß eine Reihe verschiedener Programme und Datenformate notwendig, um zu einem druckfertigen Produkt zu gelangen. Das liegt daran, daß spezielle Bildbearbeitungs- und Layoutprogramme dem Nutzer viel mehr Optionen in der Verarbeitung zur Verfügung stellen und Colormanagement-Pakete ausserdem gar keine Layoutfunktionen zulassen.

Durch die Unterschiedlichkeit der Anwendungsprogramme und der jeweiligen Farbmanagementimplementierung treten eine Vielzahl von Problemen (Lab-Verarbeitung, Profilanwendung, Einssatz der Rendering Intents, Separation) auf, die bis dato noch nicht alle gelöst sind. Erschwerend kommt hinzu, daß die verschiedenen Hersteller über ein unterschiedliches „Know-How“ im Colormanagement-Umgang verfügen. Das führt zu einer gewissen Inkompatibilität der Farbmanagementnutzung zwischen den Programmen. Dieser Misstand erschwert die Einführung und die Nutzung eines umfangreichen Colormanagement-Systems.

So ergeben sich eine Vielzahl von Möglichkeiten wie man Colormanagement in den Arbeitsablauf einbindet. Schon bei der Frage an welcher Schnittstelle ein Moduswechsel stattfinden soll, kann als Antwort gegeben werden: „Separieren Sie doch wo sie wollen!“ Und genau an diesem Punkt beginnen die Probleme. Der zukünftige Arbeitsablauf mit einem Colormanagement hängt nämlich stark davon ab, an welcher Stelle separiert wird. Die Separation am Anfang der Verarbeitungskette führt zu dem Nachteil, daß nicht alle Möglichkeiten der vollen Nutzung des Colormanagements bestehen (Bereitstellung der Daten für andere Medien). Separiert man kurz vor der Ausgabe so wird man mit den (Noch-)Problemen der Anwenderprogramme (z.B. Photoshop, QuarkXPress) unweigerlich konfrontiert, die untereinander nicht gleichartig das Farbmanagement interpretieren.

Die grundlegenden Probleme beim Umgang mit Colormanagement sind demzufolge in der Verwendung der Farbdaten, Speichern von Bilddaten, Benutzung von Vektor- und Bitmapdaten, Verwendung von Profilen und der Schnittstelle der Separation zu sehen.

### 3.3.1 Art der Farbdaten

Wie im Kapitel 1.6.3 erwähnt, werden laut ICC-Specification Farbdaten zwischen den Geräten über den „Profile Connection Space“ (PCS) umgerechnet. Bei der Transformation muß dabei zuerst der Ausgangsfarbraum festgestellt werden, von dem die Transformation ausgeht. Dabei können die Farbdaten entweder schon im „PCS“ vorliegen, oder die Profile müssen vorhanden sein, die den jeweiligen Farbraum beschreiben und diesen in den „PCS“ umrechnen.

Prinzipiell können die folgenden Farbdaten über Profile verarbeitet werden:

- CMYK-Farbdaten, d.h. bereits für einen bestimmten Druckprozeß vorseparierte Daten
- RGB-Farbdaten, erzeugt mit einem bestimmten Eingabegerät oder über Monitor

[5][11][36]

- CIEL\*a\*b\* Farbdaten
- Hexachrome

### CMYK-Farbdaten

Liegen CMYK-Farbdaten vor, muß bei der Transformation in den PCS das Ausgabeprofil vorliegen. Wird der *absolut farbmétrische Rendering Intent* angewendet, kann bei der weiteren Verarbeitung der Eindruck im Druck simuliert werden (siehe Abbildung 3.2.7-1). Dadurch besteht die Möglichkeit, Farbdaten, die bereits für einen bestimmten Druckprozeß separiert wurden, mit ICC-Profilen farbrichtig am Monitor und im Proof auszugeben. Hierbei ist man allerdings auf den Farbumfang des ursprünglich festgelegten Ausgabeprozesses beschränkt.

Eine weitere Möglichkeit bieten CMYK-Scannerprofile. Damit besteht theoretisch die Möglichkeit, CMYK-Daten auf einen größeren Farbumfang zu berechnen. Dies ist aber mit Interpolationsproblemen behaftet, die sich in einer schlechteren Qualität, im Gegensatz zu RGB-Scannerprofilen, auswirken.

Noch größere Schwierigkeiten bereitet die Aufbereitung von CMYK-Daten in die Lab-/RGB-Daten durch automatisches Konvertieren, um eine medienneutrale Datenbank aufzubauen. Es ist ein hoher Arbeitsaufwand an manuellen Farbkorrekturen nötig, da bei der Rücktransformation vom CMYK-Farbraum zum CIELab der Farbumfang „aufgeblasen“ werden müßte. Dieser Vorgang ist nötig, damit bei einer späteren Kompression (*fotografischer Rendering Intent*) für den Druck nicht noch kleiner komprimiert werden [5].

Auch die automatische Umrechnung von CMYK-Daten zwischen verschiedenen Druckarten oder zur Anpassung auf eine andere Papierqualität, ist derzeit nur mit Einschränkungen möglich. Möchte man z.B. von Kunstdruckpapier auf Naturpapier umrechnen, so komprimiert der *fotografische Rendering Intent* des Druckprofils die durchlaufenden Daten, als ob es RGB-Daten wären. Dadurch werden die Daten im Farbumfang zu sehr gestaucht und das Bild erscheint auf der neuen Papiersorte zu flau. Dies liegt in der optimalen Einstellung des Rendering Intent zu Lab-/RGB-Bildern mit einem großem Farbraum. Der geringe Farbumfang des Papiers wird mit dem *fotografischen Rendering Intent* zu stark komprimiert. Über den *farbmétrischen Intent* lassen sich wiederum gute Ergebnisse erzielen [5].

### RGB-Daten

Bei den RGB-Farbdaten muß für eine Transformation in den PCS das Profil des Eingabegerätes oder des Monitors vorliegen. Zum einen, wenn es sich um gescannte Bilddaten oder zum anderen um Daten handelt, die schon in einem Bildverarbeitungsprogramm unter Benutzung von ICC-Profilen im RGB-Modus verändert wurden. Dabei wird für die Umrechnung von RGB nach CIELab als Quellprofil das Scannerprofil verwendet. Für die Umrechnung von CIELab nach dem Monitor-RGB wird das Monitorprofil als Zielprofil verwendet. Für die Weiterverarbeitung muß deshalb als Quellprofil das Monitorprofil für eine exakte Bilddarstellung verwendet werden [11].

### CIELab-Daten

Die CIELab-Farbdaten stellen den PCS dar und benötigen aus diesem Grund kein Geräteprofil. Bei einer Transformation solcher Daten auf ein Ausgabegerät muß man jedoch als Quellprofil das „Lab-Profil“ angeben, das keine Änderungen der Bilddaten vornimmt [11].

Ein Problem des fotografischen Rendering Intent ist darin zu sehen, daß dieser eine feste Tabelle ist und nur eine mögliche Kompression kennt. Das heißt, daß immer nur von einem größeren Farbumfang ausgegangen werden muß.



### Hexachrome-Farben

Es sollte an dieser Stelle noch das Hexachrome-Verfahren kurz angesprochen werden, da es einigen Herstellern von Drucksachen durchaus daran gelegen ist, trotz der höheren Kosten durch Mehrbelichtung und zweier zusätzlicher Druckprozesse, brillantere Drucke zu erzielen. Dieses Verfahren findet somit seine Anwendung in Produktbereichen, in denen es auf hohe Farbtreue ankommt, beispielsweise bei Modekatalogen oder Qualitätsverpackungen.

Das Hexachrome-System besitzt einen größeren Farbraum als RGB-Bildschirme. Dies wurde erreicht, indem man die Cyan-, Magenta- und Gelbdruckfarben verbesserte und zusätzlich zwei weitere Druckfarben, Grün und Orange, als fünfte und sechste Farben druckt. Nach Aussage von Pantone wird gegenüber dem klassischen Vierfarbdruck ein um 50% größerer Farbumfang erreicht und es ist möglich, ca. 90% der Volltonfarben des Pantone-Fächers ohne Qualitätsverluste zu reproduzieren.

Die Hexachrome-Ausgabe unterstützt die wichtigsten Standardprogramme wie QuarkXPress 4.0, PageMaker 6.5, FreeHand 8.0, CorelDraw 8.0 und Painter 5.0. Proofsysteme müssen speziell angepaßt werden, um Hexachrome-Arbeiten darstellen zu können. Folgende Proofsysteme unterstützen diese Technologie: DuPont Cromalin, IRIS Realist und das Agfaproof Sytsem II.

Mit *ColorSync* (seit Version 2.1) und dem *Kodak Precision Color Management System* unterstützen inzwischen auch die wichtigsten Farbmanagement-Systeme das Hexachrome-System. Für die Bildschirmdarstellung von Hexachrome-Farben bietet Pantone spezielle Hexachrome-Ausgabepprofile im ICC-Format, mit denen eine Softproofdarstellung am Monitor möglich ist.

Alle heute am Markt erhältlichen Colormanagement-Programme können das Hexachrome-Farbsystem verarbeiten. Es können im Hexachrome-Verfahren Profile generiert sowie Separationen durchgeführt werden. Importiert werden dabei RGB- oder Lab-Bilddateien mit dem entsprechenden Quellprofil des Eingabegerätes und als Zielprofil für die Separation wird das Hexachrome-Druckverfahren ausgewählt. Die farbseparierten Dateien können im DCS2- oder Photoshop-Format exportiert werden. Für die Ausgabe empfiehlt es sich, DCS2-Dateien zu generieren.

Die zweite Möglichkeit für die Separation besteht darin, diese den erwähnten Layoutprogrammen (QuarkXPress oder Adobe Pagemaker) zu überlassen. Dabei werden RGB-Dateien plziert Die Farbseparation übernehmen dann die Layoutprogramme mit Hilfe eines Hexachrome-Profils. Der Nachteil dabei ist der, daß keine Kontrolle und Parametrierung (Aussage) der Separierung am Bildschirm möglich ist [36].

### 3.3.2 Speichern von Bilddaten

In Bilddateien sind die Bildinformationen in binärer Form gespeichert. Sie können *pixelorientiert* (TIFF, PICT), *vektororientiert* (EPS) oder in *komprimierter* (JPEG, GIF) Form gespeichert werden. Welches Speicherformat letztendlich angewendet wird, hängt von der weiteren Verwendung des Bildes ab.

Das wohl im Druckbereich am häufigsten verwendete Speicherformat für eine verlustfreie Speicherung von Bilddaten ist das TIFF-Format. Dieses Format wird von allen Programmen unterstützt.

Das EPS-Bilddatenformat (Encapsulated PostScript) wird verwendet, um Bilder in Layoutprogrammen zu positionieren. Der Bildaufbau wird damit wesent-

Anfang der neunziger Jahre wurde in den USA unter der Leitung des Unternehmensberaters Mills Davis die HiFi-Color-Vereinigung gegründet, die als Ziel die Verbesserung der Farbwiedergabequalität im Druck hatte. Aus dieser Motivation heraus wurde das HiFi-Farbsystem entwickelt, das auf sieben Farbseparationen basierte. Nach heutigem Standard sind es nur noch sechs Farben, da mehr Sechsfarben-Druckmaschinen verbreitet sind.

Vorsicht mit QuarkXPress. Siehe mehr in Kapitel 3.4 „Kurzer Exkurs der Colomanagement-Verarbeitung in verschiedenen Anwendungsprogrammen“.

[5][11]

Siehe zu Datenformate auch das Kapitel 3.2.3.2 „Einsatzmöglichkeiten der Profile“.

lich beschleunigt. Das EPS-Format speichert keine einzelnen Pixel, sondern speichert Informationen über den Anfangspunkt und den Endpunkt sowie der Art der Verbindung. Die aus verschiedenen Bestandteilen zusammengesetzten Elemente werden zu einer, in sich geschlossenen Datei, zusammengefaßt. Wird eine EPS-Bilddatei erstellt, wird gleichzeitig auch eine Pixeldatei mit angelegt, damit eine Bildschirmdarstellung der vektororientierten Bilddatei möglich ist. Wird in einem Programm eine EPS-Bilddatei geladen, wie beispielsweise in Quark XPress, so wird zur Darstellung am Monitor die Pixeldatei verwendet.

Bilder werden meist komprimiert abgespeichert, um sie internetfähig oder transportfähig zu machen.

Anhand des Speicherformats lässt sich aber nicht die genaue Art des Bildes erkennen. Ein Bild wird somit erst anhand von vier Merkmalen exakt beschrieben, und zwar über:

- die Auflösung
- die Abmessung
- die Farbtiefe (Bit)
- d Farbmodell

Da von den Programmen diese Merkmale, um gleich im Einsatz von Colormanagement die Wichtigsten zu nennen, die Farbtiefe und Farbmodell, noch nicht gleichwertig behandelt werden, gestaltet sich das Colormanagement oft sehr schwierig, da die Farbbearbeitung und Bildretusche von Bilddaten häufig über Umwege geleistet werden müssen.

### 3.3.3 Ausgabedaten

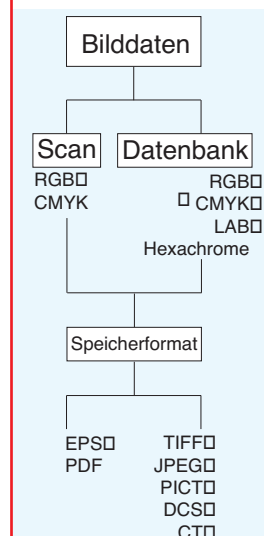
Ein weiterer spezieller Fall, der für das ColorManagement sehr von Bedeutung ist, sind Ausgabedaten. Sollen Bild- oder Dokumentdaten ausgegeben werden, so werden diese in spezielle Ausgabeformate übersetzt, welche die Ausgabegeräte verarbeiten können. Als einer der Standards bei den Ausgabeformaten hat sich PostScript Level 1 bis 2 für die Ausgabe auf Druckgeräten etabliert, wobei das Colormanagement ab der Version PostScript Level 2 integriert wurde und erst seit der PostScript-Version 2016 das Druckprofil mit dem Proofprofil im RIP verrechnet werden kann.

Adobe bietet neben PostScript noch das Acrobat PDF-Format an. Mit dem PDF-Format ist der plattform- und programmunabhängige Datenaustausch beliebiger Seiten möglich, wobei das Colormanagement ebenso integriert wurde.

#### PostScript Level 2

Im Gegensatz zu PostScript Level 1 soll, laut Adobe, die Separation für das jeweilige Ausgabegerät so spät wie möglich erfolgen, also erst im RIP. Die Farbdaten werden daher im RGB- oder CIELab-Farbraum be- und verarbeitet. Aus diesem Grund wurden einige wichtige Bestandteile in Level 2 integriert:

- CIELab-Farbraum als medienunabhängige Referenz
- EPS-Dateien können direkt mit CIELab-Farbwerten arbeiten
- EPS-Dateien im RGB-Farbraum können ein Profil enthalten
- Separation von CIELab- und RGB-Dateien direkt im RIP



Siehe zu Farbtiefe das Kapitel 3.3.5 „Das Problem mit Lab“

[5][11]

Jedoch fehlen einige wichtige Funktionen in diesem Konzept:

- EPS-Dateien im CMYK-Farbraum können kein Profil enthalten
- CMYK-Daten können nicht vom RIP mittels eines Proofprofils und eines Druckprofils einem Proofdruck angepaßt werden
- bei der Separation von CIELab- oder RGB-Daten im RIP kann man nicht ein Proofprofil und ein Druckprofil miteinander koppeln

Es ist somit in PostScript Level 2 keine Drucksimulation auf einem Proofdrucker möglich. Im Unterschied zu Level1-RIP's akzeptieren PostScript Level2-RIP's neben getrennten Farbauszugsdateien, auch Composite-Dateien [5].

#### *PostScript Version 2016*

Die PostScript-Erweiterung ab Version 2016 wurde von Adobe im Juli 1995 als Bestandteil von PostScript Level 2 auf den Markt gebracht und erlaubt erstmals die Verrechnung von einem Proof- und Druckprofil im RIP. Dabei kommen die PostScript-internen Farbprofile zum Einsatz, die sogenannten „Color Space Arrays“ (CSA) und „Color Rendering Dictionaries“ (CRD). Diese Profile stellen in der Seitenbeschreibungssprache die Ein- bzw. Ausgabepprofile dar. Sie wurden entwickelt, als es noch keinen ICC-Standard gab. Aus diesem Grund können aus den ICC-Profilen die CSA und CRD durch eine Umrechnung erstellt werden. Vom Druckertreiber wird den CMYK-Daten sowohl das ICC-Zielfprofil als auch das ICC-Simulationsprofil zugewiesen, in CRD's umgerechnet und im RIP werden beide schließlich miteinander verrechnet. Hiermit wird lediglich das Arbeiten mit CMYK-Daten optimiert, entgegen eines ursprünglich konzipierten RGB- bzw. CIELab-Workflows. Eine Simulation des Drucks auf einem DigitalProof-Gerät ist im Konzept zur Verarbeitung von RGB- oder CIELab-Daten nicht möglich.

### 3.3.4 Ort der Separation

Die Separation kann auf verschiedene Weise erfolgen:

- Von jedem Programm proprietär (intern)
- Von ICC-kompatiblen Programmen unter Benutzung der System-CMM
- Von ICC-kompatiblen Programmen unter Benutzung einer anderen, als der System-CMM
- Im RIP unter Benutzung von Color Rendering Dictionaries (CRD's), die aus den Profilen errechnet wurden
- OPI-Serverlösung (Open Prepress Interface), wobei die Profile auf dem Server hinterlegt sind

### 3.3.5 Das Problem mit Lab

Der CIELab-Farbraum ist theoretisch gesehen der idealste Farbraum für einen medienneutralen ICC-Workflow. Es liegen alle Gestaltungselemente medienneutral vor und sind somit durch Auswahl des entsprechenden Ausgabeprofils

Ab der Druckertreiber-Version 8.1 stehen auch die verschiedenen Rendering Intents für eine exakte Verrechnung der Profile zur Auswahl.

[11][20][21][37]

für verschiedene Medien nutzbar. In den einzelnen Applikationen beschränkt sich die Profilkonfiguration auf die Wahl des Separations- und Proofprofils. Die Originaldateien bleiben während des gesamten Workflows im Lab-Modus, so daß die einmal erzeugte Farbqualität erhalten bleibt. In der praktischen Umsetzung stößt dieser Workflow derzeit aber noch an Grenzen auf die nachfolgend näher eingegangen wird.

Die meisten Scanprogramme transformieren zwar Scans mit Hilfe eines individuellen Geräteprofils nach Lab, andere Programme wie z.B. ColorTune setzen aber noch auf den CMYK- bzw. RGB-Modus.

In Photoshop5.x funktionieren noch nicht alle Retuschefunktionen im Lab-Modus. Die Farbkorrektur ist für die meisten Fachleute schwer zu bewerkstelligen, zumal sich schon das Arbeiten im RGB-Farbraum für viele Anwender als eine neue Herausforderung herausstellt. Hier fehlt es an geeigneten Erweiterungen, die mit CMYK-Werkzeugen in einer farbverbindlichen Darstellung die gewünschten Änderungen auf dem zu Grunde liegenden Lab-Datenbestand ausführen. Für die Speicherung von Lab-Daten unter Photoshop sind derzeit nur das TIFF-, RAW-, Photoshop PDF-, Photoshop EPS- und Photoshop-Format möglich. Das Abspeichern im TIFF-LAB-Format erlaubt es, den gesamten wahrnehmbaren Farbraum auszunutzen, d.h. es werden sogar mehr Farben beschrieben als in einer Diavorlage vorkommen können. Dabei unterstützt Photoshop5.x nur die Abspeicherung von 8 Bit Farbtiefe pro Farbkoordinate. Hierbei ergeben sich jeweils 256 Graustufen. Dies ist zwar für die Ausgabe ausreichend, führt aber zu einigen Schwierigkeiten bei der Abspeicherung der CIELab-Farbdaten. Die Farbkoordinaten haben hier folgenden Wertebereich:

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

Bei den a\*- und b\*-Koordinaten ergibt sich bereits bei benachbarten Werten ein Abstand von 1. Dies ist äußerst ungünstig, denn ein  $\Delta E^*_{ab}=1$  ergibt sich somit zwangsläufig bei allen benachbarten Werten senkrecht zur L\*-Achse. Mit diesen 8 Bit pro Farbkoordinate muß außerdem der gesamte wahrnehmbare Farbraum beschrieben werden, wodurch zahlreiche Wertekombinationen möglich sind, die keiner sichtbaren Farbe entsprechen. So kommt es zu einer ungünstigen Speicherplatznutzung. Dies kann dazu führen, daß bestimmte Farben einer Vorlage in einem Lab-Bild gar nicht beschrieben werden können. Das Bild zeigt deutlich

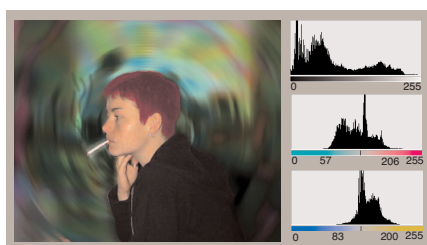


Abb.3.3.5 Darstellung des LAB-Farbraums

wie von den insgesamt 256 theoretisch möglichen Tonwerten im a\* und b\*-Kanal lediglich 117 bis 150 Tonwertstufen für das Bild genutzt werden.

Eine Lösung dieses Problems könnte eine Abspeicherung der Bilder mit einer Datentiefe von 16 Bit je Kanal sein, wodurch sich jeweils 65.536 Stufen je Koordinate ergeben. Entgegen den 256 Tonwerten bei 8 Bit. Eine Lösung bietet hierbei das TIFF-LAB(LH)-Format von Heidelberg CPS (Linocolor).

Dieses Format nutzt einen geringeren Teil des CIEL\*a\*b\*-Farbraums aus, wodurch eine höhere Genauigkeit erreicht wird. Dabei ist darauf zu achten, daß in den Versionen Linocolor 5.x als Weißpunkt D65 benutzt. Mit der Version 6 kehrt Linocolor wieder zum ICC-Standard zurück und verwendet einheitlich D50.

Probleme bei RGB und CMYK:

Das Speichern im CMYK-Format hat den Nachteil des im Vergleich zu dreikomponentigen Farbsystemen um 25% höheren Platzbedarfs. Der Farbumfang ist bereits auf den eines bestimmten Ausgabegerätes reduziert.

TIFF-RGB speichert sichtbare Farbwerte, aber der RGB-Farbraum ist ähnlich visuell ungleichmäßig wie CIE XYZ. Das Speichern in diesem Format bewirkt also in manchen Farbraumbereichen eine unnötig hohe Genauigkeit.

Eine neue Photoshop-Version läuft gerade als Beta-Version. Hier sollen verbesserte Lab-Werkzeuge integriert sein und die Möglichkeit, die Daten in 16 Bit zu speichern.

### 3.3.6 Das Problem mit EPS

In der Regel können in Layoutprogrammen EPS-Dateien zwar in die Datei eingebunden werden, aber nicht weiter verarbeitet oder interpretiert werden. Die Darstellung erfolgt über die Voransicht, die am Beginn der Datei gespeichert ist. Dadurch, daß die Applikationen nur auf die Bildschirmvorschau zugreifen können, besteht nicht die Möglichkeit einer Drucksimulation durch Profilverrechnung eines Colormanagement-System im Betriebssystem unter *ColorSync*. Eine Anpassung der Original-EPS-Daten kann über das Colormanagement in der Applikation nicht stattfinden.

Einige Hersteller von Coloranagement-Systemen haben sich dieses Problems angenommen (siehe rechts in der Marginalspalte). Beide Programme funktionieren nach dem gleichen Prinzip: Der Anwender erzeugt über den Standard-Druckertreiber eine PostScript-Datei. Diese durchläuft ein Software-RIP, in dem die PostScript-Informationen über ICC-Profile farbkorrigiert und anschließend zum Profodrucker gesendet werden. Beide Programme können dabei auf dem Produktionsrechner laufen oder auf einem zusätzlichen Rechner installiert werden, der dann den Produktionsrechner entlastet.

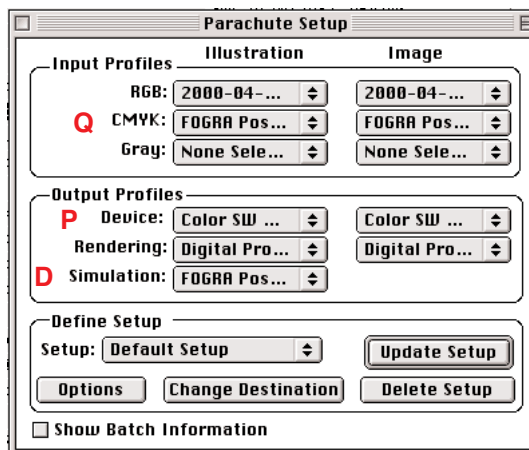


Abb.3.3.6-1 Fenster für die Profileinstellung in CB Parachute [5]

[5]

ColorBlind mit Software-RIP  
Parachute  
Gretag/Logo mit Software-RIP  
BatchMatcher PS

Unter Input-Profiles weist der Anwender den CMYK-Bildern und CMYK-Grafiken das Druckprofil zu, für das sie separiert wurden. Dies ist das Quellprofil **Q**.

Unter Output-Profiles weist man Druckprofil **D** und Profoprofil **P** zu. CMYK-Bildern und -Grafiken muß das gleiche Druckprofil und der Rendering Intent „Digital Proof“ zugewiesen werden. Dieser entspricht dem absolut farbmimetrischen.

Bei Define Setup gibt der Anwender unter Setup/New den Input-Folder zur Verarbeitung der PS-Dateien an.

### 3.4 Kurzer Exkurs über die ColorManagement-Verarbeitung in verschiedenen Anwendungsprogrammen

Da man im ICC-basierten Colormanagement-Workflow nicht umhin kommt, Anwendersoftware für Bildverarbeitung und Seitengestaltung immer noch einsetzen zu müssen, sollten einige grundlegende Dinge angesprochen werden. Dabei ist nicht garantiert, daß diese in den nächsten Upgrades oder Versionen schon wieder andere Probleme beinhalten können. Bis dato hat sich aber ein gewisses Niveau in der Colormanagement-Implementierung der entsprechenden Programme eingestellt, was Hoffnungen auf gute Ergebnisse der Reproduktionen über Colormanagement in naher Zukunft wecken lässt. Das Grundgerüst für den möglichen Einsatz eines durchgängigen Farbmanagements vom Scan über Grafik und Layout bis zur Belichtung und Druck, scheint von den Programmanbietern gesetzt zu sein. Aber auch in den neuesten Versionen gibt es immer noch einige falsche Ansätze, nur eine unvollständige Implementierung von Farbmanagement-Funktionen, sowie für den User schwer zu durchschauende Einstellmöglichkeiten der Farbmanagement-Tools. Auch hat jeder Programm-Hersteller sein eigenes Konzept der Farbmanagement-Implementierung in seiner Software, was dazu führt, daß die Grundgerüste jeweils unterschiedlich im Aufbau sind. Die besten Voraussetzungen für ein einfaches und anwenderfreundliches Colormanagement hat Adobe. Die Programme (Photoshop, Illustrator, InDesign, Adobe Acrobat 4) und Technologien (PostScript) von Adobe sind alle

[22][23][24]



farbmanagementfähig.

Adobe hat das Problem, daß es am alten Photoshop-Konzept der Farbmodauswahl festhält. Adobe erlaubt pro Farbmodell die Wahl nur eines Rendering Intents. Dies führt dazu, daß eine gute Transformation in den Druckfarbenraum (*perceptual* oder *relativ farbmétrisch*) und dafür kein Softproof (*absolut* oder *relativ farbmétrisch*) stattfindet. Oder aber man konvertiert die Bilddaten mit dem absoluten oder relativen farbmétrischen Intent für die Softproofdarstellung und bekommt dafür aber eine schlechte Farbumrechnung in den Druckfarbenraum. Adobe InDesign hat Vorteile im Umgang mit LAB-Daten. Dabei befinden sich alle notwendigen Einstellungen für das LAB-basierte Arbeiten in einem Dialogfenster. Es ermöglicht auch, neue Farben direkt in LAB anzulegen. QuarkXPress wiederum hat den Nachteil, daß die Colormanagement-Erweiterung zunächst aktiviert werden muß, da sie als Fremd-Xtension vorliegt, und die Zuordnung der Profile kompliziert ist (mehr dazu unter QuarkXPress4.0).

### Photoshop 5.x



Ganz wichtig sind im Photoshop die richtigen Farbeinstellungen unter **Datei - Farbeinstellungen**. Unter **RGB Einrichten** wird der Arbeitsfarbraum eingestellt, in dem Photoshop-Bilder bearbeitet und dargestellt werden sollen. Werden Bilder nicht ausschließlich für die Internetproduktion bearbeitet, so sollte auf jeden Fall der kleine „sRGB“-Farbraum durch einen größeren ausgetauscht werden. Aus Bemühungen der ECI (European Color Initiative) wurde ein RGB-Farbraum entwickelt, der alle druckbaren Farben des Euroskala Offsetdrucks auf glänzend gestrichenem Papier (nach FOGRA), sowie der meisten anderen Druckverfahren umfaßt: Dieser Farbraum wird unter dem Namen *ECI-RGBv10.icc* allen

Mitgliedern als Arbeitsfarbraum empfohlen. Er stellt somit einen „Quasi-Standard“ dar. Die Einstellung kann man dem Bild ablesen. Es muß unbedingt darauf geachtet werden, daß die **Anzeige mit Monitorausgleich** aktiviert ist, da sonst das Systemprofil deaktiviert ist. Photoshop benutzt dann den in RGB-Einstellungen gewählten Arbeitsfarbraum auch als Monitorprofil. Dadurch wird zusätzlich die Darstellung von CMYK-Bildern beeinflusst. Unter **Profil einrichten** muß man darauf achten, daß „RGB“ und „CMYK“ bei **Profile einbetten** aktiviert sind, damit die angehängten Profile auch von anderen Programmen identifiziert werden können, und es nicht zu einem „Totrechnen“ der Datei führt. Beim Punkt **Erwartete Profile** sollte nur **Beim öffnen wählen** eingestellt werden, da sonst falsche Profile an das Bild gehängt werden könnten. Das schafft eine zusätzliche Kontrolle. Bei **Farbeinstellungen CMYK** können CMYK-Profile für die Ausgabe angewählt werden. Dabei sollte bei einer Konvertierung von einem größeren Farbraum (Scanner oder Monitor) in den Ausgabefarbraum der Rendering Intent *wahrnehmung (perceptual)* ausgewählt werden und **Tiefenkompensierung** deaktiviert lassen.

Ein Problem bei Photoshop ist, daß die Bilddaten immer eine Umrechnung in den Arbeitsfarbraum erfahren. Ist man mit dem Ergebnis der eingestellten Profi-



Abb.3.4-1 Fenster, um den Arbeitsfarbraum in Photoshop zu erstellen.

Einstellungen am Farbmodus zu orientieren, ist ein völlig veralteter Ansatz, der einem Arbeitsablauf mit Farbmanagement nicht mehr gerecht werden kann. Der Photoshop-Ansatz geht davon aus, daß ein RGB-Scan (Quelle) für den Offsetdruck nach CMYK (Ziel) separiert werden soll, und dafür müsse je ein RGB- und ein CMYK-Profil ausreichend sein [22].

Im modernen Colormanagement wird die Position im Workflow durch das Profil beschrieben, also Quelle, Ziel oder Proof.

Es müssen immer zwei Profile miteinander kombiniert werden.

Das Monitorprofil wurde anhand eines Monitormeßgerätes und der Kalibrierungssoftware „OptiCal“ welche im Paket von „ColorBlind Matchbox“ mitgeliefert wird, erstellt.



Ohne Monitorausgleich



Mit Monitorausgleich

le nicht zufrieden, so muß man das Bild ohne zu sichern schließen und die Profile neu auswählen.

Noch einige wichtige Praxisbeispiel für die Profizuweisung:

#### 1. RGB-Bild öffnen:

- Wird ein RGB-Bild mit einem angehängten Profil geöffnet, so kommt es zu einem „Profilfehler“, so lange das angehängte Profil nicht dem aktuellen Arbeitsfarbraum entspricht. Entspricht das Profil dem Arbeitsfarbraum wird das Bild ohne weiteren Dialog geöffnet. Wird das Profil richtig erkannt, so sollte konvertiert werden.
- ist *kein* eingebettetes Profil an dem RGB-Bild (direkt vom Scan ohne Profizuweisung), so muß es als ICC-Profil auf dem System vorhanden sein, um dem Bild angehängt werden zu können.
- Es sollte der wahrnehmungsorientierte Rendering Intent eingestellt sein.
- Es kann beim Öffnen eines RGB-Bildes auch sofort in den Ausgabefarbraum umgerechnet werden, indem man CMYK anstatt RGB wählt. Dies geschieht auf Basis des angehängten oder zugewiesenen Eingabeprofils und dem vorgewählten CMYK-Arbeitsfarbraum (*unter Farbeinstellung CMYK*).

#### 2. CMYK-Bild öffnen

- Öffnen von CMYK-Bilder mit Nicht konvertieren. Dies verhindert eine weitere Umrechnung und stellt Bilder so dar, wie sie gedruckt aussehen.
- Ist das Eingabepprofil unbekannt und die Datei für das gewünschte Druckverfahren separiert, so sollte das eigene, eingestellte Druckprofil verwendet werden und nicht konvertieren. Bildschirmdarstellung entspricht dem Druckergebnis dieser Einstellung.
- Ist das Eingabepprofil bekannt und die Datei für ein anderes Druckverfahren separiert, so sollte man das gewünschte Druckprofil wählen (eigenes) und beim Öffnen konvertieren.
- Ist das Eingabepprofil unbekannt und die Datei für ein anderes Druckverfahren separiert, sollte man ein Standardprofil des Ursprungs-Druckverfahren (z.B. FOGRA) und das eigene Druckverfahren als Arbeitsfarbraum wählen und beim Öffnen konvertieren.

#### QuarkXPress 4.0

Um in QXP Bilder über Profile zu bearbeiten, müssen zuerst die Colormanagement-Funktionen mit der CMS-XTension aktiviert werden. Dazu muß der XTension-Manager im **Menü Hilfsmittel** geöffnet werden und die **Quark-CMS-XTension** aktiviert werden. Das Programm muß daraufhin beendet werden, um das

Colormanagement-Programme rechnen das Bild nicht um, sondern benutzen die Eingabeprofle und das Monitorprofil nur zur Bildschirmdarstellung.

Nur in einem Fall ist die Photoshop-Methode bisher sinnvoll: Wenn ein Composing mehrer Bilder unterschiedlicher Herkunft gemacht werden soll. Das neu entstehende Bild wird in einem Farbraum generiert, und zwar dem Arbeitsfarbraum.

Colormanagement-Tool zu laden. Hat man das QXP neu geladen ist es wichtig, unter **Hilfsmittel** den **Profile Manager** zu aktivieren, um hier den Pfad zum „ColorSync Profiles -Ordner“ zu erzeugen. Wird keine Verbindung hergestellt, so kann man auch keine Profile auswählen.

Nun geht man daran, unter **Bearbeiten – Vorgaben – Farbmanagement** das Farbmanagement bei jedem neuen Dokument zu aktivieren. Hier werden die Profile ausgewählt, die für das jeweilige Dokument benötigt werden.

Das Laden von Bilddateien öffnet automatisch ein Informationsfenster, in welchem Angaben über das Bild aufgeführt sind (z.B. Größe, Auflösung, Dateigröße, Erstellungsdatum und Farbraum). Es können Profile an Bilder neu zugewiesen werden. Handelt es sich aber um ein LAB-Bild, so muß kein Profil zugewiesen werden, und somit ist diese Funktion nicht verfügbar. Bei Bilddaten in RGB oder CMYK, die eine von den Farbmanagementvorgaben abweichende Korrektur erhalten sollen, kann das entsprechende Profil unter Einstellungen zugeordnet werden. Hat man dem Bild schon ein Profil, in z.B. Photoshop oder „Color-Blind Edit“, zugewiesen, erscheint diese Art der Speicherung ab XPress 4.02 unter dem Merkmal „verankert“.

QuarkXPress ist zwar ICC-kompatibel, zeigt aber enorme Schwächen in der Verwendung der Rendering Intents. Das Problem besteht darin, daß einzelnen Bildern und auch auf das gesamte Dokument der jeweilige Rendering Intent nicht zugewiesen werden kann. Dies hat entscheidende Nachteile, denn man braucht sich nur folgendes Beispiel vorzustellen: in einem Layoutdokument befinden sich normalerweise Bilder und Grafiken unterschiedlicher Herkunft und mit unterschiedlichen Farbräumen. Ein RGB-Bild muß mit dem *wahrnehmungsorientierten* Rendering Intent nach dem CMYK-Farbraum konvertiert werden. Bei einem schon für ein bestimmtes Druckverfahren separiertes CMYK-Bild hätte dieser Rendering Intent fatale Folgen, da dieser die Daten noch einmal in einen anderen CMYK-Farbraum hineinkomprimieren würde – in diesem Fall wäre der *farbmetrische* Rendering Intent angebracht. Bei einem Logo muß jeder einzelne Farbton möglichst identisch wiedergegeben werden, wobei wiederum der *farbmetrische* Rendering Intent nur in Frage kommt. Ausserdem kann sich noch eine Grafik (Balkendiagramm) im Dokument befinden, bei der sättigungsunterschiede erhalten bleiben sollten – wobei der Rendering Intent *Saturation* empfohlen wird.

Mit dem Druckertreiber „LaserWriter 8.1x“ könnte man diesen Sachverhalt umgehen, denn dieser lässt die Auswahl des entsprechenden Rendering Intents zu. QuarkXPress wiederum überlässt die Erzeugung des PostScript-Codes und somit auch der Farbanpassung nicht diesem Druckertreiber und so

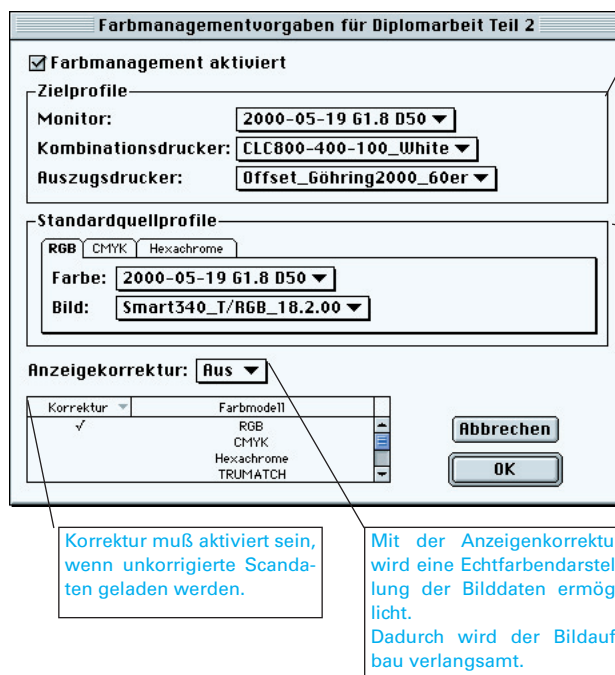


Abb.3.4-2 Fenster für das Farbmanagement unter QXP

**Monitor:**  
das ICC-Profil des eingesetzten Monitors  
**Kombinationsdrucker:**  
das ICC-Profil des Proofdruckers (z.B. Epson5000)  
**Auszugsdrucker:**  
das ICC-Profil des aktuellen Druckverfahrens (FOGRA-Pos. Matte Coated)

Die Einstellung von Standardquellprofilen ermöglicht, unkorrigierte Scandaten direkt in XPress 4 quellkorrigiert zu verwenden. Dabei wird entweder unter RGB der Scanner oder Monitor ausgewählt. Bei CMYK wird das Druckverfahren ausgewählt wobei hier schon separierte CMYK-Daten erfasst werden.

Es können Dokumentelemente, die in RGB konstruiert wurden (Rahmen) farbrichtig, z.B. auf den Monitor bezogen, dargestellt werden.

werden dessen Einstellungen einfach ignoriert. In QuarkXPress wird für jede Farbanpassung der wahrnehmungsorientierte Rendering Intent verwendet. Dies hat zur Folge, daß niemals ein Digitalproof mit QuarkXPress-Dokumenten durchgeführt werden kann, denn die für das entgeltliche Ausgabegerät separierten Farbdaten müssen, um einen farbverbindlichen Proof zu erhalten, mit dem farbmtrischen Rendering Intent umgesetzt werden.

## Kapitel 4

### Arbeitsablauf bei der Bildreproduktion

Möchte man ein Colormanagement-System in einen bestehenden Arbeitsablauf integrieren, oder diesen dadurch gar vollständig ersetzen, so bringt das weitläufige Änderungen mit sich. In einem bestehenden Arbeitsprozeß sind die unterschiedlichen Arbeitsprozesse, von der Reproduktion bis zur Ausgabe durch bestehende Standards und gewisse Erfahrungswerte so aufeinander abgestimmt, daß gute Ergebnisse erzielt werden können. Gute Ergebnisse aber, werden nur anhand von bestehenden Standards und Normen sicher gestellt. Mit dem Einsatz von Colormanagement wird zum bestehenden Standard noch ein weiterer eingeführt, der den Arbeitsfluß vereinfachen soll. Es ist kein Standard wie man sich z.B. die FOGRA-Richtlinien vorzustellen hat. Vielmehr ist es eine Unterstützung, um die Richtlinien zu automatisieren, indem sie durch Software-Unterstützung leicht eingehalten werden und somit reproduzierbar sind. Der Einsatz von Colormanagement löst sich also nicht von den vorgegebenen Normen, sondern unterstützt diese, indem sie integriert werden in Form eines ICC-Profiles. Durch ICC-Profile werden alle Ein- und Ausgabegeräte charakterisiert und es muß sicher gestellt werden, daß die digitalen Daten ab dem Punkt ihrer Ausgabe bis hin zum fertigen Druck eine standardisierte, reproduzierbare Kette durchlaufen. In einem Ausgabeprofil für eine bestimmte Druckart sind drei Prozessschritte enthalten, die anhand des Profils zusammengefaßt werden. Das macht es für die einzelnen Prozessstufen erforderlich, daß sie genau die gleichen Werte wie zum Zeitpunkt der ICC-Profilerstellung gewährleisten können. Der Arbeitsablauf hier wird nicht geändert, es muß lediglich standardisierter gearbeitet werden.

Dadurch, daß Colormanagement in der Druckvorstufe eingesetzt wird, liegen demnach auch in diesem Bereich die größten Änderungen bevor. In der Druckvorstufe liegen hauptsächlich digitale Ein- und Ausgabegeräte vor. Ein Colormanagement-System kann nicht ohne Weiteres integriert werden. Es unterliegt gewissen technischen Systemvoraussetzungen. Das Programm „ColorBlind Professional“ benötigt zum Beispiel folgende minimale Voraussetzung an das System [18]:

Macintosh:	Apple PowerMacintosh oder äquivalente Computer (PowerPC) 24 MB RAM Macintosh Betriebssystem 7.0 oder höher
PC:	Intel 486, Pentium oder höher 16 MB RAM Windows 95 oder Windows NT 4.0 oder höher