

## „Image States“: Bildzustände charakterisieren die Farbwiedergabe



Dipl.-Ing. Andreas Kraushaar

### 1 Grundlagen

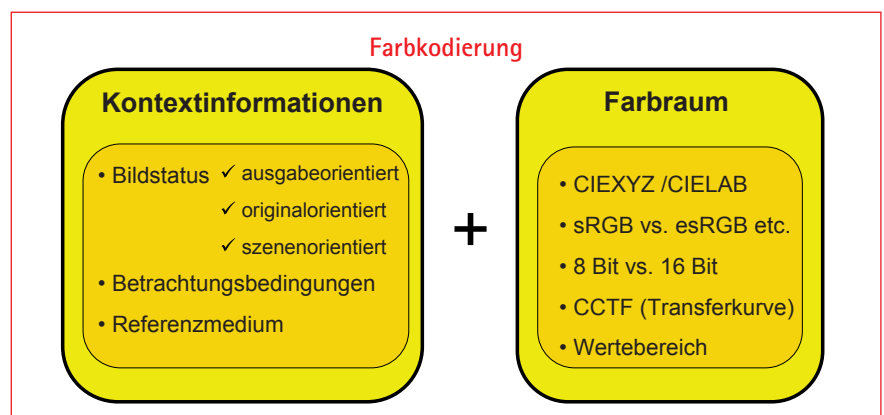
Moderne Bildbearbeitungssysteme findet man heute in verschiedenen Anwendungsgebieten, wie beispielsweise beim digitalen Kino, in der Medizintechnik oder in der grafischen Industrie. Dabei ist – unabhängig von der jeweiligen Anwendung – die farbliche Interpretation der einzelnen Pixelwerte von fundamentaler Wichtigkeit. Die jeweils optimale Bild- bzw. Farbkodierung hängt primär von der aktuellen Aufgabenstellung ab. So ist für die Quellenkodierung ein anderes Verfahren sinnvoll als für den Datentransport, die Bildbearbeitung oder sogar die effiziente Archivierung und Speicherung des Datenbestandes. Das Farbmanagement nach dem International Color Consortium [ICC], 1993 von der Fogra initiiert, bietet Methoden und Arbeitsweisen, zwischen diesen verschiedenen Bild- bzw. Farbkodierungen mit Hilfe so genannter ICC-Profile zu transformieren.

Hierbei bildet ein spezieller Farbraum PCS [Profile Connection Space] das Verbindungsglied. Genau genommen gibt es einen PCS für die farbmimetrischen Transformationen [colorimetric rendering intent [RI]] und einen für die wahrnehmungsangepasste Transformation [perceptual RI]. Dessen ungeachtet wurde das Farbmanagement nach ICC nicht für die Speicherung, Übertragung und Bildveränderung ausgerichtet, so dass moderne Workflows über das ICC hinaus eine leistungsfähige Funktionalität bieten müssen. Ein Grund dafür ist die mangelnde Spezifikation des Bildstatus [Image State] für die jeweiligen Datenbestände. Hierbei handelt es sich um ein Bildattribut, wie beispielsweise die Anzahl der horizontalen oder vertikalen Bildpunkte, welches die kolorimetrische Bedeutung der Pixelwerte kennzeichnet. Es beschreibt zum Beispiel, ob ein Datenbestand die Farbwerte eines Sonnenuntergangs [Szene] repräsentiert oder ob der Datenbestand bereits für eine definierte Druckbedingung angepasst wurde. Die konkrete Implementierung der Bildzustände in das ICC-Farbmanagement wird gegenwärtig diskutiert und voraussichtlich in einer der nächsten Profilspezifikationen berücksichtigt. Die unten stehende Abbildung symbolisiert den schematischen Aufbau einer

Bildkodierung mit „Image States“. Die Grundlage ist die Trennung zwischen der reinen Farb-raumkodierung und zusätzlichen, zur Bildinterpretation notwendigen Informationen, wie beispielsweise der Bildstatus, die Betrachtungsbedingungen oder das Referenzmedium.

### Bildkodierung

Bei der vollständigen Bildkodierung unterscheidet man primäre und sekundäre Bildzustände [ISO 22028-1]. Zur ersten Gruppe gehören der originalbezogene Bildstatus, der eingabeorientierte und der ausgabeorientierte Bildstatus. Hierbei werden der original- und der ausgabeorientierte Bildstatus als bildbezogen bezeichnet. Dies umfasst auch Vektorelemente wie z. B. Text und Grafiken. Die RGB-Werte eines Eingabeprofiles repräsentieren beispielsweise das Original [hierbei gibt es in der aktuellen ICC-Version nur den farbmimetrischen Rendering Intent], während die farbmimetrisch separierten CMYK-Werte ausgabeorientiert sind. Bei letzterer Transformation werden lediglich nicht darstellbare Farben abgebildet sowie eine Weißpunktanpassung durchgeführt. Eine Aufbereitung für eine separate Betrachtungsbedingung, d. h. einen anderen Bildzustand mit individuellen Eigenschaften [Dynamikumfang, Weißpunkt,



Adaptationseigenschaften etc.], wird durch den wahrnehmungsangepassten Rendering Intent realisiert.

Sekundäre Bildzustände sind beispielsweise der „intermediate image state“ bzw. der „appearance image state“.

Gegenwärtig ist es mit dem ICC-Farbmanagement folglich nicht möglich, eingabeorientierte Bilder korrekt zu verarbeiten. Eine beispielhafte Anwendung hierfür ist die digitale Kinoproduktion, bei der teilweise der szenenbezogene Charakter [Angabe der absoluten Leuchtdichte, ...] von Bedeutung ist. Methoden und notwendige Veränderungen hierfür sind Gegenstand aktueller Diskussion im ICC.

Eine direkte Umsetzung dieser Konzepte bleibt für den Praktiker unsichtbar, sie sind jedoch integraler Bestandteil des Workflow und unverzichtbar für die Verarbeitung und Interpretation von Druckdaten. Daher ist es wichtig, die verschiedenen Begriffe in einer immer komplexer werdenden Welt sauber und klar zu definieren. Der interessierte Leser kann auf der Internetseite des ICC, [www.color.org](http://www.color.org), weitergehende Informationen zu diesem und anderen Themen rund um das Farbmanagement finden.

Der **ausgabeorientierte Bildzustand** [„output referred“] kennzeichnet einen Bildzustand [Bildattribut], in dem die Gerätekoordinaten [RGB oder CMYK] durch eine entsprechende Farbanpassung für eine bestimmte Reproduktion [z. B. eine Druckbedingung] aufbereitet sind. Die ausgabebezogene Bilddatei kennzeichnet beispielsweise eine konkrete Druckbedingung sowie die korrespondierenden Betrachtungsbedingungen. Ein Sonderfall ist die Farbanpassung für so genannte Standarddruckbedingungen wie beispielsweise sRGB oder FOGRA27, d. h. Offsetdruck auf PT 1/2, Raster 60/cm gemäß ISO

12647-2. Hierbei wird der Bildzustand „Standard ausgabeorientiert“, engl. „standard output referred“, genannt. Bilddatenbestände im ausgabeorientierten sRGB-Farbmodus [Bildkodierung] sind oft Ausgangspunkt von Farbanpassungen [re-rendering] für weitere Schritte im Arbeitsfluss, z. B. die Ausgabe auf einem RGB-Fotodrucker.

Der **originalbezogene Bildzustand** [„original referred“] repräsentiert die CIE-Farbwerte eines 2-dimensionalen Bildes, z. B. eines Fotos, eines Dias oder anderer Reproduktionen. Hierbei handelt es sich um die Farbwerte gemäß ISO 13655 der Probe bzw. der Farbmesswerte in der Brennebene des Aufnahmesystems.

Der **szenenbezogene Bildzustand** [„scene referred“] gewährleistet die Interpretation einer 3-dimensionalen Szene, inklusive komplexer, nichthomogener Beleuchtungssituationen. Dies gilt natürlich nur für einen definierten Beobachtungsort. Ein Beispiel hierfür sind die Rohdaten einer Digitalkamera. Diese können mit Hilfe von Zusatzmetadaten [EXIF] zur Ermittlung/Schätzung der Farbwerte der Objekte in der Szene herangezogen werden.

Der **Zwischenbildzustand** [„intermediate image-state“] repräsentiert Gerätekoordinaten [Bildkodierung] eines Bilddatenbestandes innerhalb des Workflow. Dieser Zwischenbildzustand ist im Besonderen dann wichtig, wenn größere künstlerische Bildmanipulationen zu erwarten sind bzw. bereits durchgeführt wurden. Ein typisches Beispiel hierfür sind Rohdaten, die aus dem Scannen eines Negativs resultieren.

## 2 Anschauliche Beispiele

Die verschiedenen Bildzustände sollen im Zusammenhang mit einer Digitalkamera verdeutlicht werden.

Am Anfang der digitalen Bildaufnahme befinden sich die reinen Sensorantworten; so werden die Signale bezeichnet, die direkt vom Bildempfänger geliefert werden. Im Gegensatz zu professionellen Videokameras, in denen für jeden der drei Farbkanäle Rot, Grün und Blau ein eigener Bildempfänger zur Verfügung steht, verwendet man in semiprofessionellen Kameras einen einzigen Empfänger, über den die drei Farbfilter in regelmäßiger Reihenfolge angeordnet sind [„Filtermosaik“]. Um für jeden Bildpunkt die roten, grünen und blauen Farbinformationen zu erhalten, müssen aus den Sensordaten [Abb. 1] die Farbwerte rekonstruiert werden [Abb. 2]. Die Kodierung des Bildes erfolgt mit der sRGB-Tonwertkurve, welches mit Hilfe von Tonwertkorrekturen im Schwarzkanal gedruckt wird.

Danach erfolgt die Berechnung der Szenenkolorimetrie der CIEXYZ-Farbwerte, die in der aktuellen Szene vorherrschen. Hierzu ist die Kenntnis der spektralen Empfindlichkeitskurven sowie weiterer kameraspezifischer Parameter notwendig. Eine relativ farbmetrische Darstellung nach ISOcoated des szenenbezogenen Datenbestandes [„scene referred“] ist in Abb. 3 zu sehen.

Diese Abbildung verdeutlicht, dass die Reproduktion der tatsächlichen Szene nicht unbedingt die vom Kunden gewünschte sein wird, insbesondere wenn man Abb. 4 mit einbezieht. Hier erfolgten lokale und globale Bildveränderungen, wie z. B. Tonwert, Sättigung, Farbumfangsanpassungen, beziehungsweise Änderungen, die im Ergebnis auf eine optimale, „anmutungsmaximierende“ Darstellung unter veränderten



Vorstandsvorsitzender:  
Stefan Aumüller

Verantwortlich für den Inhalt:  
Dr. Eduard Neufeld

Redaktion:  
Dipl.-Ing. [FH] Rainer Pietzsch

Anschrift für den Verleger, Druck und alle Verantwortlichen:

**Fogra Forschungsgesellschaft Druck e.V.**

Streitfeldstraße 19, D-81673 München

Telefon: +49 89. 431 82 - 0

Telefax: +49 89. 431 82 - 100

E-Mail: [info@fogra.org](mailto:info@fogra.org)

Internet: [www.fogra.org](http://www.fogra.org)

Betrachtungsbedingungen [z. B. helle Bürobeleuchtung, D65] abzielen. Das Bild weist nun einen ausgabeorientierten Bildstatus auf [„output [print] refered“].

In diesem Beispiel ist zu beachten, dass jede Abbildung die Bildbe- und verarbeitungsschritte des jeweiligen Vorgängers beinhaltet. Des Weiteren muss betont werden, dass es keine einheitlichen Transformationen von einem Bildzustand zum nächsten gibt. Vielmehr handelt es sich um herstellereigene, geschmacksabhängige Bildveränderungen. Deshalb ist es auch notwendig, den Bildzustand genau zu kennen, um ihn eindeutig interpretieren und im Workflow verarbeiten zu können.



Abb. 1: Lineare Sensordaten [streulichtkorrigiert und neutralisiert].



Abb. 2: Bild nach Rekonstruktion der Farbsignale [kodiert gemäß sRGB].

## Glossar

### Rendering

Dieser Begriff lässt sich im Deutschen am besten mit Farbanpassung beschreiben. Hierzu zählt jegliche Art von lokalen und globalen Bildveränderungen wie z. B. Tonwert, Sättigung, Farbumfang. Ebenso zählen dazu Änderungen, die im Ergebnis auf eine optimale Darstellung unter veränderten Betrachtungsbedingungen wie Lichtart, Umfeldbeschaffenheit und Adaptationsgrad abzielen. Nach einer Farbanpassung liegt der Datenbestand in einem ausgabeorientierten Bildstatus, z. B. für eine konkrete Druckbedingung, vor.



Abb. 3: Darstellung der Szenekolorimetrie [szenenbezogener Bildstatus]



Abb. 4: Ausgabeorientierte Farbanpassung – möglichst schöne Wiedergabe.

### Re-rendering

Hierbei handelt es sich um eine Farbanpassung, die auf Datenbestände angewendet wird, welche bereits bildorientiert [„picture refered“] sind.

### adapted white

CIE-Farbwerte, die in einer Szene von einem Beobachter als neutral bewertet werden und einen Hellbezugswert von 1 aufweisen.

### adopted white

CIE-Farbwerte, die in einer Szene von einem Farbaufnahmesystem als neutral [z. B. gleiche RGB-Werte] bewertet werden.

Die Bilder wurden freundlicherweise von Jack Holm [HP] zur Verfügung gestellt.