

TU Dresden

Fakultät Informatik

Institut für SMT – CGV

Proseminar: Computergrafik

Referent: Ralf Korn

Dozent: Dr. W. Mascolus

Farbe in der Computergrafik

Diplomstudiengang

Informatik

Matrikelnr.: 3320569

4. Semester

SS 2006

Inhaltsverzeichnis

1. Abstract	3
2. Einleitung	3
3. Das Problem	3
4. Begriffsklärung	4
5. Farbmodelle	5
5.1. CIE – Normvalenzsystem	5
5.2. Farbmischung	5
5.3. RGB Modell	6
5.4. CMYK Modell	6
5.5. HSV Farbmodell	6
5.6. Umrechnung	7
5.7. Halbtonverfahren	8
6. Hardware	9
7. Quellen	10

1. Abstract

Alle Geräte die mit der Bildeingabe oder -ausgabe zu tun haben geben die Farbwerte unterschiedlich wieder bzw. auf. Dadurch kommt es zu unterschiedlichen Darstellungen ein und desselben Bildes. Das bloße Eichen aller Geräte, von Zeit zu Zeit, kann das Problem beheben. Und Bilder können Problemlos betrachtet und bearbeitet werden.

2. Einleitung

Bei so gut wie allen Anwendungen am Computer ist Farbe ein Bestandteil.

Sie dient in den meisten Fällen nur zur Gestaltung der Oberfläche und dabei kommt es zu meist nicht auf die Genauigkeit des Farbtones an.

Diese Arbeit beschreibt den Aspekt der Farbe in bereichen wo es nur um diese geht oder sie ein sehr wichtiger Bestandteil ist wie zum Beispiel Fotos, Videos oder wo diese ein Bestandteil sind.

Darüber hinaus treffen die Nachfolgenden Informationen natürlich auf alle Bereiche der Computeranwendung zu.

3. Das Problem

Um z.B. an einem Bild zu arbeiten, muss gewährleistet sein, dass dieses auch wie im Originalen auf allen Geräten dargestellt wird.

Es muss also ein System bestehen welches alle Geräte untereinander gleich „Konfiguriert“. Des Weiteren gibt es folgende Störfaktoren, die die Farbe, die wir wahrnehmen, beeinflussen. Da wären der Lichteinfall, Reflexions- und Transmissionseigenschaften, Farbe umgebender Objekte, Wahrnehmungsstörungen und die verschiedenen Farbnamen z.B. Königsblau zur Benennung eines Farbtones.

4. Begriffsklärung

Das Deutsche Institut für Normung e.V. hat Farbe wie folgt definiert:
 Farbe ist diejenige Gesichtsempfindung eines dem Auge des Menschen strukturlos erscheinenden Teiles des Gesichtsfeldes, durch die sich dieser Teil bei einäugiger Beobachtung mit unbewegtem Auge von einem gleichzeitig gesehenen, ebenfalls strukturlosen angrenzenden Bezirk allein unterscheiden kann.
 Da mit dieser Definition man nur schwer etwas anfangen kann, werde ich es aus Physikalischer und Biologischer Sicht erklären.

Physikalisch braucht man als erstes Licht. Denn im Dunkeln gibt es keine Farbe.

Licht: das ist der Wellenbereich von ca. 400 nm bis 700 nm wie auf dem Bild zu sehn ist.

Alle Wellenlängen dieses sichtbaren Bereiches zusammen ergeben Weiß.

Alle Oberfläche, außer weiße, absorbiert gewisse Wellenlängen und die die übrig bleiben ergeben zusammen die Farbe der Oberfläche. Werden also keine Wellen reflektiert, ist die Oberfläche schwarz.

Also ist Farbe die Wahrnehmung der spektralen Zusammensetzung des Lichtes.

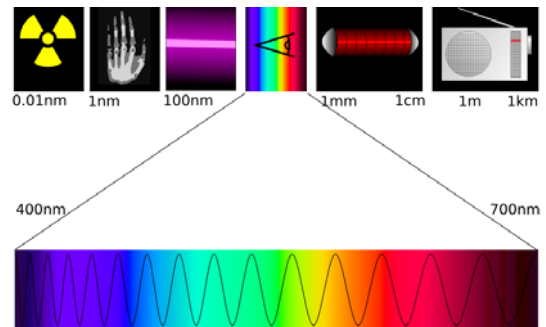


Bild 1: Lichtspektrum [11]

Um Licht wahrzunehmen, benötigen wir unsere Augen.

Für die Erklärung im Zusammenhang mit Farbe ist nur die Netzhaut von Bedeutung.

Auf der Netzhaut befinden sich Zapfen und Stäbchen, wie auf dem Bild zusehen.

Die Stäbchen sind für die Wahrnehmung von Hell und Dunkel zuständig und die Zapfen für die Farbwahrnehmung.

Es gibt drei verschiedene Zapfen. Die L-Zapfen für die Wahrnehmung von langwelligem, die M-Zapfen für das mittelwellige und die S-Zapfen für das kurzwellige Licht.

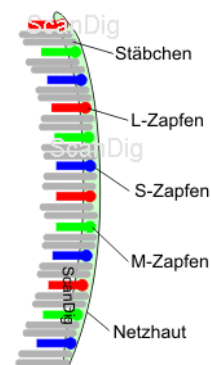


Bild 2: Netzhaut [3]

5. Farbmodelle

Um das Problem der Uneindeutigkeit bei Farben zu beheben wurden Modelle erstellt. Diese verschiedenen Modelle stellen jeweils den gesamten zur Verfügung stehenden Farbraum dar. Mittels einer Zahlenkombination wird eine Farbe angegeben und damit ist diese eindeutig definiert.

5.1. CIE - Normvalenzsystem

Die Commission internationale de l'éclairage (CIE) hat mittels Experiment das CIE - Normvalenzsystem erstellt.

Den Probanden wurde im Experiment auf einer Fläche zu einer Hälfte eine Farbe mittels drei überlappender Lichtquellen dargestellt und auf der anderen Hälfte die Zielfarbe projiziert. Die drei Lampen bestanden aus den Grundfarben Rot, Grün und Blau und wurden vom den Probanden so eingestellt das sie die Zielfarbe ergab.

Aus den Einstellungen der drei Lampen wurde ein 2 Dimensionale Tafel erstellt, die so genannte Schuhsole.

In der Tafel ist der x (Rot) und der y (Grün) Wert direkt ablesbar und der z (Blau) Wert durch $x + y + z = 1$ errechenbar.

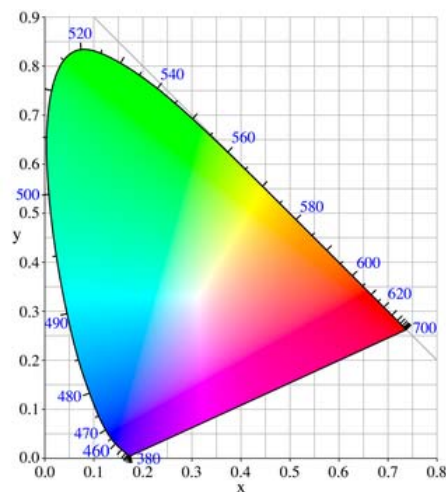


Bild 3: CIE Normvalenzsystem [1]

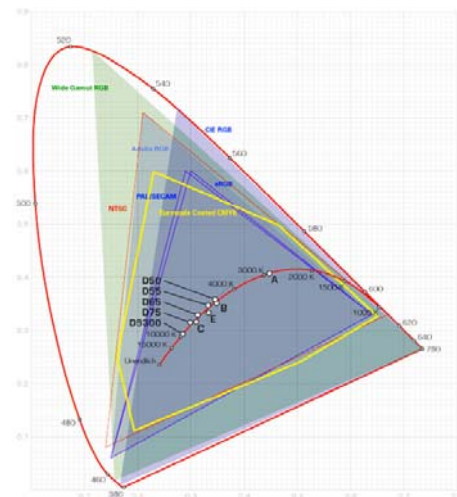


Bild 4: Farbbereich verschiedener Modelle [16]

5.2. Farbmischung

Die zwei nächsten Modelle sind auf Grund ihrer Benutzung entstanden. Es gibt bei der Farbmischung zwei verschiedene Möglichkeiten.

Die erste ist die Mischung der Farben aus Licht z.B. in Computerbildschirmen.

Dabei kommt es bei der Mischung aller Farben zu Weiß. Das sind die Lichtfarben in der Additiven Farbmischung auf das das RGB Modell aufbaut.

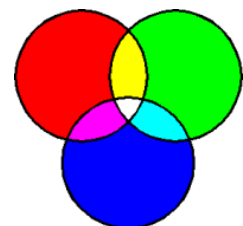


Bild 5: Additive Farbmischung [6]

Die zweite ist die Mischung der Farben aus beispielsweise Flüssigkeiten wie beim Drucken.

Bei der Mischung alle Farben dieser Art entsteht die Farbe Schwarz. Dies ist die Subtraktive Farbmischung bei den Körperfarben wie im CMYK Modell.

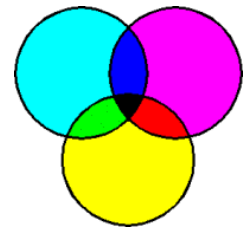


Bild 6: Subtraktive Farbmischung [6]

5.3. RGB Modell

Das RGB Modell besteht aus den Farben Rot Gelb Blau und deren Additiven Mischungen. Die Anwendung des RGB Modells sind die Computer Monitore, Farbdarstellung im Internet und auch in OpenGL. Bei diesem Modell gibt es verschiedene andere Modelle die vom Aufbau her gleich sind aber andere Farbräume abdecken wie z.B. sRGB oder Adobe RGB. Jedes einzelne Farbmodell umfasst einen speziellen Farbraum wie auf dem zweiten Bild des CIE Modells zu sehen ist. Dieser ist festgelegt und hat nichts mit der Farbtiefe zu tun. Diese bestimmt nur die Feinheit der Abstufung der einzelnen Farben zur Mischung.

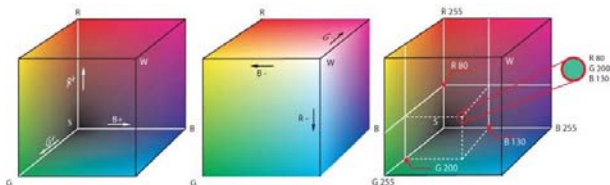


Bild 7: RGB Farbwürfel [12]

5.4. CMYK Modell

Die Körperfarben Cyan Magenta Yellow und Key und deren Mischung ergeben das CMYK Modell.

Bei diesem Modell, welches für den Druck verwendet wird, gibt es ein Problem bei der Mischung aller Farben zu Schwarz. Da diese Farben nie in absoluter Reinheit vorkommen gibt es bei der Mischung kein richtiges Schwarz. Deshalb gibt es eine Schlüsselplatte auf die die Schwarze Farbe aufgetragen wird.

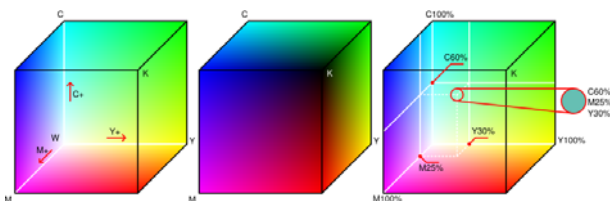


Bild 8: CMYK Farbwürfel [13]

5.5. HSV Farbmodell

Es gibt noch viele weitere Farbmodelle. Ein Vertreter, welches der Farbwahrnehmung des Menschen ähnelt, ist das HSV Farbmodell. Dieses gibt die Farbe mittels H an. H geht von 0° bis 360° und beinhaltet in diesem Spektrum alle Farben. Mittels S wird die Sättigung der Farbe angegeben und V gibt den Hellwert an. Dieses wird zur Darstellung von Farben im Designbereich genutzt oder zur Dokumentation von Malerei.

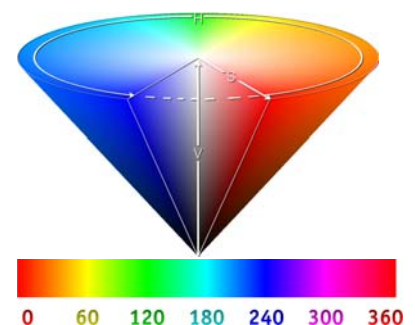


Bild 9: HSV Farbkegel [14]

5.6. Umrechnung

Um Farben eines Farbmodells in ein anderes umzurechnen, sind hier ein paar Formeln aufgezeigt mit denen dies möglich ist.

RGB zu XYZ

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} +2,36460 & -0,51515 & +0,00520 \\ -0,89653 & +1,42640 & -0,01441 \\ -0,46807 & +0,08875 & +1,00921 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

RGB zu HSV

$MAX := \max(R, G, B)$, $MIN := \min(R, G, B)$

$$H := \begin{cases} 0^\circ, & \text{Falls } MAX = MIN \Leftrightarrow R = G = B \\ 60^\circ * \left(0 + \frac{G - B}{MAX - MIN} \right), & \text{Falls } MAX = R \\ 60^\circ * \left(2 + \frac{B - R}{MAX - MIN} \right), & \text{Falls } MAX = G \\ 60^\circ * \left(4 + \frac{R - G}{MAX - MIN} \right), & \text{Falls } MAX = B \end{cases}$$

RGB zu CMY

$$(R, G, B) = (1, 1, 1) - (C, M, Y)$$

Die Umrechnung von RGB in CMYK ist so einfach nicht möglich und wird deshalb über Profile bzw. Tabellen realisiert. Die Erläuterung folgt weiter unten.

5.7. Halbtonverfahren

Der Vollständigkeit halber ist noch das Halbtonverfahren anzuführen.

Dieses dient dazu, mit weniger Farben, einen Farbverlauf oder Mischöne bzw. nur mit Schwarz und Weiß Grautöne zu imitieren. Dies findet vor allem im Druck Anwendung.

Um mit nur Schwarz und Weiß Grau zu erzeugen, wird in Abhängigkeit der Intensität vom Grau in einer Matrix, von 2x2 Pixeln, kein (Weiß) bis alle vier (Schwarz) Pixel ausgefüllt.

Um diese Verfahren auf größeren Flächen farblich zu verfeinern gibt es verschiedene Methoden ein ist z.B. Dither.

In einer 8x8-Dither-Matrix werden die Pixel in Abhängigkeit der Intensität der Reihe nach ausgefüllt.

0	32	8	40	2	34	10	42
48	16	56	24	50	18	58	26
12	44	4	36	14	46	6	38
60	28	52	20	62	30	54	22
3	35	11	43	1	33	9	41
51	19	59	27	49	17	57	25
15	47	7	39	13	45	5	37
63	31	55	23	61	29	53	21



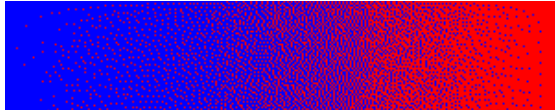
[15] Dieses Bild ist das Originale mit 300 verschiedenen Farbwerten



[15] Dieses wurde mit nur 16 Farbwerten erstellt



[15] Bei diesem wurden nur 4 und beim nächsten nur noch 2 verschiedene Farbwerte genutzt.



6. Hardware

Nun ist es möglich den gewünschten Farbwert zu erstellen und umzurechnen.

Um nun aber auf alle Geräten vom Scanner zum Bildschirm und zum Drucker immer das gleiche Bild zu sehen ist es notwendig diese Geräte untereinander und auf das Original abzustimmen und einzustellen.

Zuerst einmal das anpassen untereinander:

Um diese zu ermöglichen wurde ein Geräte unabhängiger Farbraum entwickelt, der CIE LAB. Jedes Gerät hat in seinem Treiber ein ICC Profil gespeichert. Dies ist eine Art Tabelle die die Geräte spezifischen Werte für einen Farbton in den CIE LAB übersetzt.

Wird also ein Bild eingescannt übersetzt der Scannertreiber mittels ICC Profil den Farbwert in das CIE LAB. Der Treiber des Monitor, der das Bild wieder ausgibt, übersetzt nun den CIE LAB Wert mittels eigenem ICC Profil in einen Farbwert zur Ausgabe am Monitor.

Um nun ein Gerät dem Original anzupassen wird es Farbmtrisch kalibriert.

Zur Beispielerklärung am Monitor:

Eine Software gibt auf dem Bildschirm einen bestimmten Farbwert aus und eine Kamera, die auf den Bildschirm Lichtdicht aufgesetzt wurde, liefert den gemessenen Wert direkt an die Software zurück. Die Software passt nach diesen Informationen das ICC Profil an.



Bild 10: Bildschirmkalibrierung [3]

7. Quellen

Stand 27.06.2008

- [1] <http://www.colblindor.com/2007/01/18/cie-1931-color-space/>
- [2] <http://www.economy-x-talk.com>
- [3] <http://www.filmscanner.info/>
- [4] <http://www.hdm-stuttgart.de/~ag036/html/icc.html>
- [5] <http://www.cs.uni-paderborn.de/cs/info-cd/vorlesungen/domik/computergrafik/node144.htm>
- [6] <http://www.copyshop-tips.de>
- [7] <http://www.cie.co.at/>
- [8] <http://www.autoteles.org/files/paperfarben.pdf>
- [9] <http://isgwww.cs.uni-magdeburg.de/~bernhard/cg/vorl4Farbe.pdf>
- [10] Professor Dr.-Ing. habil. Orlamünder TU Dresden: Vorlesung Rastergrafik-Algorithmen
- [11] <http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Spectre-sRGB.svg>
- [12] http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:RGB_farbwuerfel.jpg
- [13] http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Bild:CMYK_farbwuerfel.jpg&filetimestamp=20041114064909
- [14] <http://de.wikipedia.org/wiki/HSV-Farbraum>
- [15] http://de.wikipedia.org/wiki/Dithering_%28Bildbearbeitung%29
- [16] http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:CIE_RGB-CMYK-Beleucht.png