

2. Farbsysteme

0201 (A) Einleitung

Mithilfe des Binärsystems, welches im vorherigen Kapitel Bits und Bytes behandelt wird, können nicht nur Zahlen, sondern auch Farben definiert werden.

Es wird in additive und subtraktive Farbmischungen unterschieden, welche jeweils auf unterschiedlichen Primärfarben basieren. Additive Farbmischungen basieren auf den Primärfarben Rot, Grün und Blau. Die subtraktive Farbmischung basiert auf den Primärfarben Cyan, Magenta und Gelb. Diese zwei Arten werden in den folgenden Kapiteln genauer beschrieben.

Im Bereich der Computergrafik wird hauptsächlich mit dem RGB-, dem HSB- und dem YUV-Farbsystem gearbeitet.

0202 (A) Farbsehen

Bevor die unterschiedlichen Farbmischungen und Farbsysteme genauer betrachtet werden, wird geklärt, wie wir Menschen Farben überhaupt sehen können.

Das menschliche Auge verfügt über Rezeptoren, welche Zapfen und Stäbchen genannt werden. Diese Rezeptoren befinden sich an der Retina, der Netzhaut des Auges. Während die Stäbchen für das Sehen bei Nacht zuständig sind, ermöglichen Zapfen uns das Farbsehen bei Tag.

Es gibt drei verschiedene Zapfentypen, die SML-Zapfen, die jeweils unterschiedlich empfindlich für gewisse Wellenlängenbereiche sind. Der Farbeindruck im Gehirn entsteht durch die verschiedenen Anteile an Licht von Rot, Grün und Blau.

Der Mensch kann ausschließlich Lichtfarben wahrnehmen. Eine Lichtfarbe stammt aus einer selbstleuchtenden Lichtquelle wie zum Beispiel der Sonne. Das menschliche Auge nimmt die Lichtfarbe als weißes Licht wahr, welches sich aber tatsächlich aus gleichen Anteilen von rotem, grünem und blauem Licht zusammensetzt.

Nicht selbstleuchtende Körper haben eine Körperfarbe, die zur Sichtbarmachung eine Lichtquelle benötigt. Körper erscheinen uns farbig, wenn sie einen bestimmten Anteil des weißen Lichts remittieren beziehungsweise zurücksenden und den Rest absorbieren, also schlucken.

0203 (I) Farbsehen

Wähle keine, eine, zwei oder alle drei Druckfarben für den Bedruckstoff aus und beobachte, welche der drei Lichtfarben geschluckt, und welche zurückgesendet werden.

0204 (A) Additive Farbmischung

Bei einer additiven Farbmischung werden die Farben und die Helligkeit aus den additiven Lichtfarben Rot, Grün und Blau zusammengesetzt. Diese Lichtfarben werden auch Primärfarben genannt.

Addiert man die Primärfarben mit ihrem Maximalwert, ergeben sie immer Weiß. Durch das Addieren von jeweils zwei Lichtfarben ergeben sich die Mischfarben Cyan, Magenta und Gelb. Diese Mischfarben werden auch Sekundärfarben genannt.

Neben dem RGB-Farbsystem gibt es auch noch das HSB- und YUV-Farbsystem, welche Varianten des RGB-Farbsystems sind. Die genannten Farbsysteme beschreiben alle den selben Farbraum.

Die additive Farbmischung bildet die Grundlage für die Farbdarstellung auf Bildschirmen und Monitoren.

0205 (A) RGB-Farbsystem

Das RGB-Farbsystem basiert auf den Primärfarben Rot, Grün und Blau.

Das Farbsystem lässt sich mit einem einfachen Würfel veranschaulichen. Dabei bestimmt die y-Achse den Rot-, die x-Achse den Blau- und die z-Achse den Grün-Wert.

Bei einer Codierung von einem Byte kann jede der Farben einen Wert zwischen 0 und 255 annehmen, wobei 255 der Maximalwert ist.

Da die drei Farben somit in 256 Abstufungen angegeben werden können, ergeben sich 16,7 Millionen mögliche Farben im RGB-Farbraum und eine Farbtiefe von 24 Bit.

Das RGB-Farbsystem wird für die Farbdarstellung auf Computerbildschirmen und Fernsehgeräten verwendet. Dabei besteht jeder Pixel aus einem roten, einem grünen und einem blauen Pixel.

0206 (I) RGB-Farbsystem

Verschiebe die Regler R, G und B und beobachte, an welchem Punkt sich die ausgewählte Farbe im RGB-Farbraum befindet.

0207 (A) HSB-Farbsystem

Das HSB-Farbsystem beschreibt und definiert eine Farbe anhand dreier Eigenschaften: Hue, dem Farbton, Saturation, der Sättigung und Brightness, der Helligkeit. Der Farbton wird dabei in Grad angegeben, die Sättigung und die Helligkeit prozentual.

0 Grad definieren den Farbton Rot, 120 Grad den Farbton Grün und 240 Grad den Farbton Blau.

Varianten, welche sich nur in der Helligkeitsskalierung von dem HSB-Farbsystem unterscheiden, sind das HSI- und das HSL-Farbsystem.

0208 (I) HSB-Farbsystem

Verschiebe den Regler H um einen Farbton auszuwählen. Lasse dir anschließend die Abstufungen mittels S, der Sättigung und B, der Helligkeit anzeigen.

0209 (A) YUV- und YCbCr-Farbsystem

Das YUV-Farbsystem wurde in den 60er Jahren für das analoge Farbfernsehen entwickelt. Damals wurde ein System geschaffen, welches kompatibel mit dem Schwarz-Weiß-Fernsehen und an das menschliche Auge angepasst ist.

Vor der Übertragung des Farbsignals werden die RGB-Werte in das YUV-System umgerechnet. Dabei wird die Farbauflösung verringert, da das menschliche Auge Farbunterschiede auch in geringerer Auflösung sehr gut unterscheiden kann.

In diesem mathematischen System wird ein RGB-Farbwert in die Helligkeit Y (Luminanz) und zwei Farbkomponenten U und V aufgeteilt. Diese Komponenten enthalten die Farbinformation, welche in den Farbdifferenzsignalen Rot minus Y und Blau minus Y steckt. Die Information zu Grün lässt sich aus dem YUV-Signal berechnen.

Für das Digitalfernsehen wurde das YUV-System zum YCbCr-System weiterentwickelt, welches ebenfalls für JPEG-Bilder und MPEG-Videos verwendet wird. Das C steht jeweils für Chrominanz und somit für die Buntheit. Cb beschreibt den Bereich zwischen Blau und Gelb, Cr den zwischen Rot und Grün.

Durch die Erkenntnis, dass das menschliche Auge sehr viel weniger empfindlich für Farbunterschiede wie für Helligkeitsunterschiede ist, wird das YUV-System heute noch vielseitig eingesetzt, wie beispielsweise im Bereich der Texturen.

0210 (A) Subtraktive Farbmischung (CMY)

Die Primärfarben der subtraktiven Farbmischung sind Cyan, Magenta und Gelb. Um Gelb nicht mit Grün zu verwechseln wird die gelbe Farbkomponente als Yellow und somit mit einem Y bezeichnet.

Das Grundprinzip bei der subtraktiven Farbmischung ist, Farbtöne aus den drei Primärfarben zu mischen und sie auf ein weißes Papier zu drucken. So ergibt beispielsweise das Mischen von Magenta und Gelb in gleicher Intensität den Farbton Rot. Dabei wird das Licht der Farben durch Pigmente absorbiert oder durch Farbfilter subtrahiert. Die resultierende Mischfarbe, die vom menschlichen Auge wahrgenommen wird, ist die Körperfarbe.

Theoretisch sollte sich beim Addieren der drei Grundfarben in voller Intensität die Farbe Schwarz ergeben.

0211 (A) CMYK-Farbsystem

Beim CMYK-Farbsystem wird auf ein weißes Blatt Farbe gedruckt und gleichzeitig Helligkeit subtrahiert.

In diesem Farbsystem werden die einzelnen Farbwerte prozentual zwischen 0 und 100% angegeben, wobei 100% der maximalen Intensität der Farbe entspricht.

Da es in der Praxis nur schwer gelingt, aus den drei Grundfarben die Farbe Schwarz zu mischen, wird im Druck zusätzlich die Keyfarbe Schwarz hinzugefügt.

Die Bezeichnung Key stammt aus dem Druck, da Schwarz auf einer Key-Plate beziehungsweise einer Schlüssel-Platte gedruckt wird.

Durch das Hinzufügen von Schwarz wird das gedruckte Schriftbild schärfer und Bilder kontrastreicher. Zusätzlich wird Druckfarbe gespart, da statt drei Farben nur eine verwendet wird.

0212 (A) LAB-Farbsystem

Das LAB-Farbsystem ist ein theoretisches System und umfasst alle für den Menschen wahrnehmbaren Farben. Technisch ist es jedoch nicht möglich, diese Farben darzustellen. Der große Vorteil dieses Farbsystems ist die Geräteunabhängigkeit.

Das LAB-Farbsystem wird durch drei Faktoren bestimmt: die Luminanz, die Farbkomponente a und die Farbkomponente b.

Für die Farbe Weiß ist der Luminanzwert 100, für Schwarz 0. Die beiden Farbkomponenten a und b können Werte zwischen -128 und +127 annehmen.

Ist der Wert der Farbkomponente a gleich 0, können nur Farbtöne im Bereich Blau bis Gelb dargestellt werden.

Ist der Wert der Farbkomponente b gleich 0, können nur Farbtöne im Bereich Grün bis Rot dargestellt werden.

Hier sieht man, welch theoretisch breites Farbspektrum das LAB-Farbsystem im Gegensatz zum RGB- und CMYK-Farbsystem umfasst.