

Jeder hat wahrscheinlich die folgende Situation schon einmal selbst erlebt: Ein ausdrucksstarkes Bild (Foto, Zeichnung, Illustration....) sieht am Bildschirm noch nicht optimal aus. Schnell wird ein wenig gegimmt oder geshopped: Kontraste verstärkt, Tiefen und Lichter bearbeitet, Klarheit angehoben; bald sieht das Ergebnis perfekt aus. Sodann wird es auf Papier gebracht, also ausgedruckt. Und - das Ergebnis, der vorliegende Print sieht völlig anders aus als am Monitor. Die Ursache ist schnell ausgemacht. Das vorliegende Desaster ist durch die vermeintliche schlechte Qualität der benutzten Druckmaschine (z.B. Laser- oder Tintenstrahldrucker, Offsetdruckmaschine) verursacht worden.

Das ist jedoch oftmals ein Irrtum.

Selbst mit einem Printer der neuesten Generation entstehen Ausdrücke, die deutlich von der Bildschirmdarstellung abweichen können. Denn in den meisten Fällen liegt die Ursache von vermeintlich falschen Farbdarstellungen an den unterschiedlichen Farbräumen der jeweiligen Medien.

## Fehlfarben

von Professor Franz Tomaschowski

Ein Farbraum bezeichnet die Anzahl von Farben, die jeweils mit dem betreffenden Medium dargestellt werden können. Die Größe eines Farbraumes ist vom Kontrastverhältnis, also der jeweils hellsten darstellbaren Farbe bis zur dunkelsten, abhängig. So ist der Farbraum eines Monitors wesentlich größer als der Farbraum von Papier.

### Der größte wahrnehmbare Farbraum



Abbildung 1: Jede Lichtquelle hat ihre eigene Lichtfarbe. Unser Gehirn filtert diese Unterschiede im Alltag aus.  
Von links: Compact Fluorescent: General Electric, 13 watt, 6500 K  
Incandescent: Sylvania 60-Watt Extra Soft White  
Compact Fluorescent: Bright Effects, 15 watts, 2644 K  
Compact Fluorescent: Sylvania, 14 watts, 3000 K , Quelle: Wikipedia

Den größten wahrnehmbaren Farbraum beinhaltet die Natur. Die Sonne stellt dabei den hellsten Punkt dar. Tief unten in einer Höhle dagegen herrscht absolute Dunkelheit. Unsere Augen haben sich im Laufe der Geschichte auf diese Gegebenheiten eingestellt: Blickt ein Mensch beispielsweise zu lange ungeschützt in die Sonne, so wird die Netzhaut zerstört.

Dieser natürliche Farbraum ist enorm groß und verändert sich ständig. Mal scheint die Sonne, dann zieht ein Unwetter auf oder die Dämmerung beginnt. So finden während der visuellen Wahrnehmung laufend Anpassungen statt. Völlig automatisch gleicht unser Sehsinn unterschiedliche Helligkeiten und wechselnde Farbstimmungen weitgehend aus. So bemerken wir nur selten einen farblichen Unterschied zwischen dem bläulichen Licht am Mittag und dem gelben Glühlampenlicht in der Nacht. Wird dagegen der automatische Weißabgleich einer Kamera abgeschaltet, können wir die Unterschiede deutlich erkennen.

Ebenso passen sich unsere Augen in der Dunkelheit den Gegebenheiten an. Dieser Prozess kann in einem völlig dunklen Keller durchaus einige Minuten dauern. Personen, die längere Zeit in einer Höhle oder einem Bergwerk eingeschlossen sind, benötigen, wenn sie wieder ans Tageslicht kommen, einen starken Lichtschutz, denn die Netzhaut hat sich so stark auf die Dunkelheit eingestellt, dass durch den plötzlichen Helligkeitswechsel die Gefahr des Erblindens besteht. Auch in diesem Fall können die Unterschiede bei einer fotografischen Aufnahme drastisch sichtbar werden, wenn die automatische Belichtung abgeschaltet wird. Während wir also mit unseren eigenen Augen sehen, werden

gleichzeitig Helligkeiten und Farbstiche automatisch korrigiert und für uns optimal angepasst. Dieser unbewusst ablaufende Prozess ermöglicht es, dass wir unsere Umwelt immer so gut wie möglich wahrnehmen.

In der Bildbearbeitung existieren zwar auch automatische Korrekturmöglichkeiten, diese sind aber bei weitem nicht so präzise und effektiv wie unser Sehsinn.

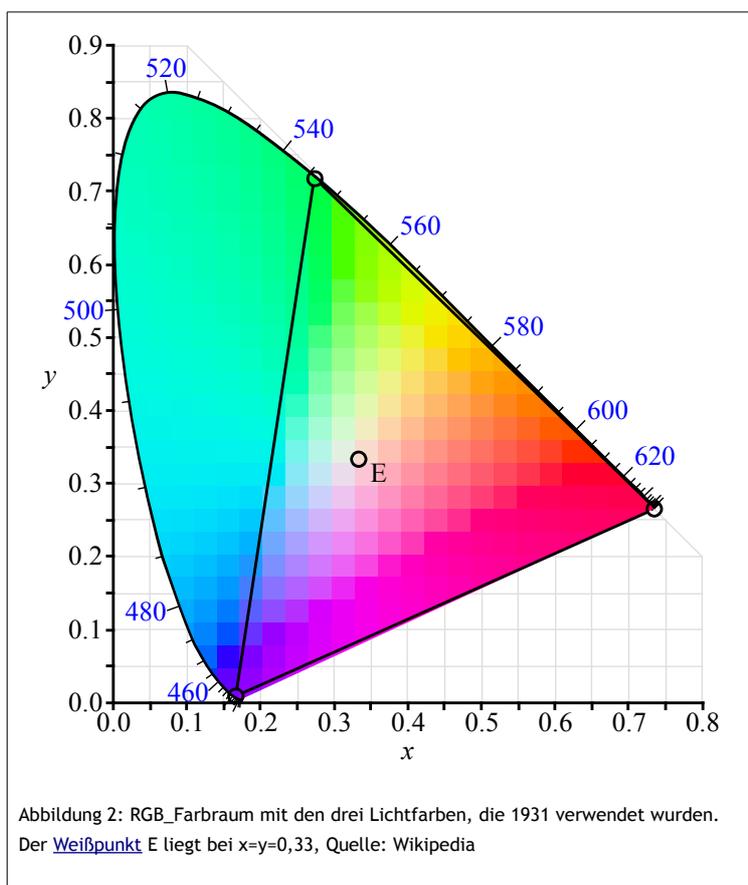
Für den Farbraum, den wir als Menschen wahrnehmen können, liefert Mark Changizi<sup>1</sup> einen interessanten Ansatz: Um seinen Gegenüber richtig einschätzen zu können, ist es unerlässlich, dass wir Hauttöne sehr genau unterscheiden können. Ob unser Gegenüber einen hochroten Kopf hat oder blass wirkt, sind Informationen, die neben anderen Signalen die Einschätzung der eigenen Situation ermöglichen. Künstler kannten diese Zusammenhänge schon von Beginn der Malerei an. So gibt es keine Farbe, die einen Hautton darstellt. Vielmehr ist der Hautton eine Mischung von Farben. Die vielen unterschiedlichen Schattierungen, durch die die menschliche Haut dargestellt werden kann, wird in der traditionellen Malerei als Inkarnat bezeichnet. Werden mehrere Menschen in einem Bild dargestellt, hat jeder einen eigenen Hautton.

## Der Tonwertumfang

Der hellste Punkt in einem Medium wird als Weißpunkt bezeichnet und der dunkelste Punkt als Schwarzpunkt. Mit diesen beiden Werten wird der Tonwertumfang beschrieben. Wie hoch die Anzahl der Farben sind, die effektiv dargestellt werden können, hängt im wesentlichen von drei weiteren Faktoren ab: der Raumhelligkeit, dem Bedruckstoff bzw. dem Bildschirm sowie der Qualität der Farbe.

Nur bei einer für unser Augen optimalen Helligkeit können wir meisten Farben unterscheiden. Sobald es zu hell wird, wirken die Farben blass, steigt die Helligkeit weiter an, fühlen wir uns geblendet

Sinkt die Helligkeit dagegen stark ab, können die Zäpfchen auf unserer Netzhaut keine Informationen mehr liefern. Die Stäbchen auf der Netzhaut sind dagegen wesentlich empfindlicher. Diese wiederum liefern ausschließlich Informationen über Helligkeiten. Das hat zur Folge, dass wir die Umwelt lediglich in Graustufen wahrnehmen. Daher der Spruch: „Nachts sind alle Katzen grau!“



## Die Schuhsohle

Die Farben, die wir wahrnehmen können, werden in der CIE-Normfarbtafel dargestellt. Die Form der Grafik erinnert an eine Schuhsohle. Sie wurde erstmals 1931 von W. David Wright und John Guild aufgestellt und wird ständig weiterentwickelt.<sup>2</sup> Farbräume, die künstlich erzeugt werden, beispielsweise durch Malerei oder Beleuchtungseffekte, sind immer in der Normtafel enthalten und deutlich kleiner als die „Schuhsohle“.

Ein weiteres Merkmal unserer Farbwahrnehmung ist, dass wir je nach Farbton unterschiedlich viele Farbnuancen wahrnehmen können. So können wir im Grünbereich beispielsweise die meisten Zwischentöne unterscheiden. Das war in der frühen Vergangenheit auch notwendig, denn eine eindeutige Unterscheidung von essbaren und giftigen Pflanzen sowie das frühzeitige Erkennen von getarnten gefährlichen Tieren ermöglichte unseren Vorfahren das Überleben. Im Rotbereich ist das Farbdifferenzierungsvermögen dagegen gering. Rot hat den Charakter einer Warnfarbe.

1 Seine Theorien hat Mark Chanfizi in dem Buch „Die Revolution des Sehens“, Klett-Cotta, 2012 dargelegt

2 <http://www.cie.co.at/> ist die Internetadresse der Internationalen Beleuchtungskommision. Alljährlich findet im Frühsommer das Jahrestreffen in Manchester statt.

## Das CMYK- oder RGB-Gefängnis

Vergleicht man ein gemaltes Gemälde in einem Museum oder einer Galerie mit der entsprechenden Abbildung im gedruckten oder digitalen Katalog, werden deutliche Unterschiede sichtbar. Für die technischen Medien (Fotografie, Druck, Bildschirmdarstellung) sind die entsprechenden Farbräume verbindlich festgelegt und normiert. Nur so ist es möglich, farbgenau zu produzieren. Die beiden wichtigsten Farbsysteme für Massenmedien sind für die Bildschirmdarstellung RGB<sup>3</sup> (Red, Green, Blue) und für den Druck CMYK<sup>4</sup> (Yellow, Magenta, Cyan, Key/Schwarz). Die Farbräume der beiden Systeme sind sich ähnlich, so dass es nur in wenigen Bereichen zu Farbabweichungen kommt, wenn von einem System in das andere gewechselt wird.

In der Malerei dagegen wählt der Künstler ganz individuell seinen eigenen Farbraum aus. Dieser kann sich an einer beliebigen Stelle auf der „Schuhsole (Normfarbtafel)“ befinden. Wird nun ein solches Gemälde abfotografiert oder reproduziert, so werden die Farben des Bildes in den entsprechenden Farbraum übertragen. Befinden sich Farben nicht im technischen Farbraum, so wird eine ähnliche Farbe bestimmt. Daher die Farbabweichungen.

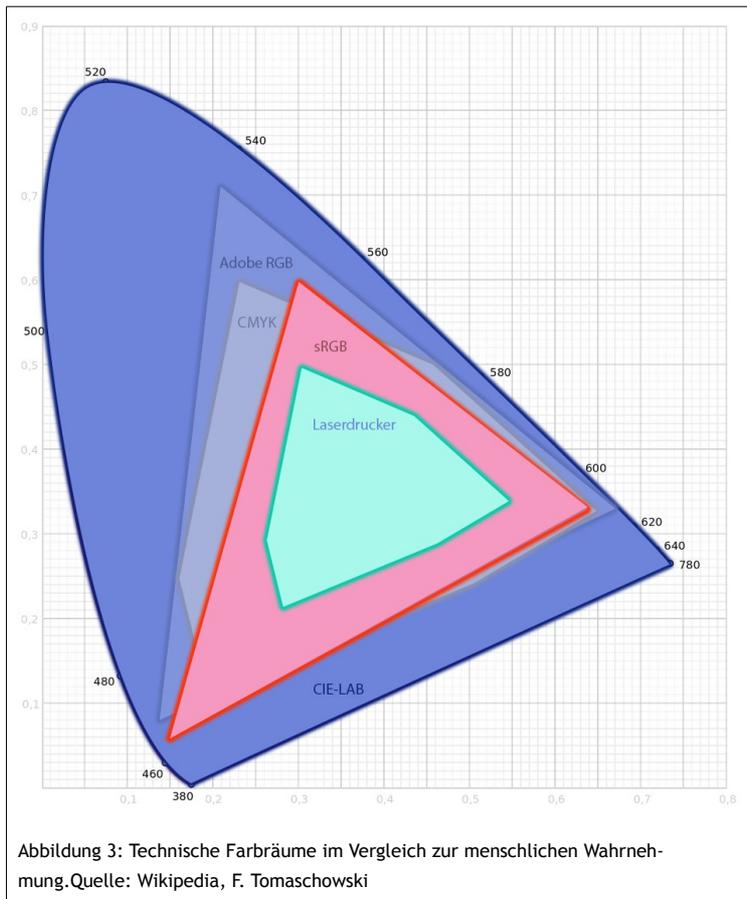


Abbildung 3: Technische Farbräume im Vergleich zur menschlichen Wahrnehmung. Quelle: Wikipedia, F. Tomaschowski

Inzwischen sind wir durch Bücher und Internetarchive so auf die beiden technischen Farbräume eingestellt, dass möglicherweise die Originalgemälde nicht so schön wirken, wie die entsprechenden Abbildungen.

Der gleiche Effekt tritt auch auf, wenn ein Foto von einer natürlichen Umgebung aufgenommen wird. Dieser Effekt lässt sich selbst nachprüfen, wenn grüne Blätter von einem Baum oder einer Blume mit einem gerade fotografierten Smartphonebild verglichen werden.

Am deutlichsten wird dieser Aspekt beim Besuch einer Gemäldeausstellung oder einer Galerie sichtbar. Mitunter sehen die ausgestellten Werke völlig anders aus als die Abbildungen im Katalog. Vergleicht man ein Katalogbild oder eine Kunstpostkarte mit dem Originalwerk, so werden Unterschiede deutlich sichtbar. Für einen solchen Vergleich sollte man sich genügend Zeit nehmen, denn beim flüchtigen Blick korrigiert möglicherweise unser Gehirn die unterschiedlichen Farbdarstellungen. Die meisten Bilder und Gemälde kennen wir nur aus Büchern oder aus dem Internet. Dadurch entsteht oftmals ein falscher Eindruck.

## Farbräume der Medien

### Malerei – der individuelle Farbraum

In der Malerei wählt der Künstler ganz individuell die Farben, mit denen er ein Bild malen möchte, aus. Durch diese Zusammenstellung erhält das geplante Bild einen eigenen individuellen Farbraum. Diese Farben bestehen aus Pigmenten und Bindemittel. So ist eine hohe Brillanz gewährleistet. Durch die Art des Farbauftrages kann ein gewünschtes Farbklima präzisiert werden. Da in diesem Bereich keine Standards oder Normen existieren, sehen die individuell erstellten Kunstwerke sehr unterschiedlich aus, von grellbunt bis zu vielen gerade noch farbigen Grautönen, von hellen pastellhaften Bildern bis zu grauen oder dunklen Bildern. Für einige Künstler ist die Wahl der Farben sogar ein Erkennungsmerkmal.

3 <http://de.wikipedia.org/wiki/RGB-Farbraum>

4 <http://de.wikipedia.org/wiki/CMYK-Farbmodell>

Auch die Betrachtung von Farben und Farbräumen kann individuell sehr unterschiedlich sein. Im Laufe der Geschichte sind die unterschiedlichsten Farbsysteme entstanden. Da die Notwendigkeit der technischen Reproduzierbarkeit früher fehlte, konnten Farbsysteme aufgrund von kulturellen oder philosophischen Aspekten entstehen, wie die Fünffarbenlehre im asiatischen Raum<sup>5</sup>

## Der Bildschirm

Ein Monitor verfügt über den größten Farbraum im Vergleich zu anderen Medien. Aus diesem Grund ist der Kontrastumfang bei einem zeitgemäßen Standardbildschirm ebenfalls sehr hoch. Die Helligkeit eines LED-Monitors liegt in der Regel bei 250 Candela. Das entspricht einer Lichtstärke von ca. 250 Kerzen oder auch Teelichtern. Die Fläche eines Laptopmonitors ist ungefähr eine DIN A 4-Seite groß. Bei Smartphones ist diese Fläche wesentlich geringer. Allein schon der Versuch, über 200 Kerzen in einer so kleinen Fläche anzuordnen, zeigt, wie hell der Monitor ist.

Der Farbraum eines Monitors ist standardisiert. Es gibt zwei unterschiedlich große Farbräume. Der kleine Farbraum heißt sRGB. Dieser Standard gilt für die meisten Monitore und ist weltweit verbreitet. Für die Druckausgabe ist der sRGB-Farbraum etwas zu klein. Im blauviolettten Farbbereich sind einige Farbtöne aus dem Druckbereich nicht darstellbar.

Für Bildschirmanwendungen, wie Internet oder Fernsehen, ist sRGB der verbindliche Standard.

Die Normen, die den größeren Farbraum umfassen, können wesentlich mehr Farben darstellen, als es im Druck möglich ist. Für diesen größeren Farbraum existieren unterschiedliche Normen: aRGB, ProPhoto RGB, ECI. Für die Darstellung der zusätzlichen Farben wird ein qualitativ hochwertiger Monitor benötigt. Da sich dieser Aspekt auch im Preis bemerkbar macht, sind solche Monitore kaum verbreitet.

Im Vergleich zum menschlichen Auge ist der Kontrastumfang eines Bildschirms klein. Was passiert nun bei einer Fotoaufnahme? Wird ein Bild mit einer Digitalkamera oder einem Smartphone aufgenommen, so werden alle Helligkeitsunterschiede berücksichtigt. Da der Kontrastumfang jedoch wesentlich geringer ist als in der Wirklichkeit, werden die Helligkeitsunterschiede zusammengestaucht. Im Gegenzug werden jedoch feine Übergänge oder Verläufe reduziert. Dadurch wirken Fotos wesentlich kontrastreicher als wenn wir die gleiche Szene mit unseren eigenen Augen betrachten.

## Der Druck oder Ausdruck

Wird ein digitales Bild ausgedruckt, erfolgt eine weitere erhebliche Reduzierung des Kontrastumfangs. Bedruckstoffe wie Papier, Planen oder Kaffeetaschen leuchten nicht. Es sind Aufsichtsvorlagen. Licht fällt auf den jeweiligen Bedruckstoff und wird so gut es geht reflektiert. Es gibt dabei sehr große Unterschiede sowohl im Reflexionsverhalten als auch im Kontrastverhalten. Hochglänzendes Fine-Art-Papier oder hochweiß gestrichenes Offsetpapier können wesentlich mehr Licht reflektieren als ein naturfarbener Jutestoff oder ein farbiger USB-Stick, der bedruckt wird.

Ebenso hat das gewählte Druckverfahren einen maßgeblichen Einfluss auf Farbraum und Kontrastverhalten. So kann im Offset, Tief- oder Tintenstrahldruck ein hoher Farbraum erreicht werden im Gegensatz zum Laser- oder Digitaldruckverfahren.

Wenn ein Bild ausgedruckt wird, müssen Tonwerte noch weiter reduziert werden. Das erfolgt hauptsächlich in zwei Helligkeitsbereichen: bei den hellen und dunklen Tonwerten. Ist ein Bild so angelegt, dass sich wichtige Elemente in den kritischen Bereichen befinden, so werden diese Elemente radikal reduziert. Der Ausdruck wirkt daraufhin zu dunkel oder zu hell. Um diese unangenehmen Effekte zu vermeiden, sollten die hauptsächlichsten Tonwerte im mittleren Bereich angelegt werden. Dieser wird am wenigsten reduziert. Wenn ein Bild also zu dunkel ausgedruckt wird, reicht es oft, wenn der Gammawert korrigiert wird.

Sollte es dann noch zu großen Abweichungen in der Farbdarstellung kommen, dann kann durch ein aktives Colormanagement gewährleistet werden, dass die Farben in bestmöglicher Qualität von einem Medium zum nächsten übertragen werden<sup>6</sup>.

---

5 <http://www.colorsystm.com/> Auf dieser Site sind [Farbsysteme aus Kunst und Wissenschaft](#) der letzten 3000 Jahre aufgeführt und beschrieben

6 <http://de.wikipedia.org/wiki/Farbmanagement>