

# ADDITION UND SUBTRAKTION

## Bei den Farbforschern an der ZHdK

**Im Normalfall weiss man, wie die Farbe Rot aussieht, und kann sie zum Beispiel auch von Grün oder Blau unterscheiden. Doch wie beschreibt man Rot? Und was ist, wenn aus Rot plötzlich Schwarz wird?**

Wann haben Sie das letzte Mal Rot gesehen? Nein, jetzt nicht die Verkehrsampel. Und auch nicht, als Sie sich das letzte Mal über etwas furchtbar aufgeregt haben. Denn beide Male sieht man vielleicht eher rot aus, als dass man die Farbe Rot sieht. Doch wann ist Rot wirklich ein Rot?

### Eine Symbiose von Farbe und Licht

«Bei einer Farbe setzt man voraus, dass das Gegenüber weiss, was man sich darunter vorstellt. Dabei ist es wichtig, in welchem Umfeld sich diese befindet, denn die Wahrnehmung einer Farbe ist sowohl vom räumlichen wie auch vom zeitlichen Kontext abhängig. So fällt z. B. ein roter Gegenstand auf einem roten Hintergrund kaum auf im Gegensatz zu einem andersfarbigen Hintergrund», erklärt Marcus Pericin. Der Mediziner und Lehrer für Gestaltung und Kunst leitet zusammen mit Florian Bachmann, ebenfalls Lehrer für Gestaltung und Kunst, an der Zürcher Hochschule der Künste (ZHdK) das Farb-Licht-Zentrum (FLZ). Die Kurse der zwei Farbforscher belegen etwa Studenten, die am Theater Bühnenbilder herstellen, angehende Kunstlehrer sowie künftige



Designer und Filmer. Für sie alle ist es wichtig, beim Farbeinsatz exakt zu sein oder die Wirkung einer Farbe im Zusammenspiel mit Licht zu kennen.

Meister der Farben und des Lichts: Marcus Pericin (l.) und Florian Bachmann.

Um im Zusammenhang mit dem aktuellen thematischen Schwerpunkt der «Grüninger Post» mehr über diese Mechanismen zu erfahren, hat sich der Schreibende in das Farb-Licht-Zentrum begeben. Im FLZ im 7. Stock des ZHdK-Gebäudes auf dem Toni-Areal dreht sich alles um die Symbiose



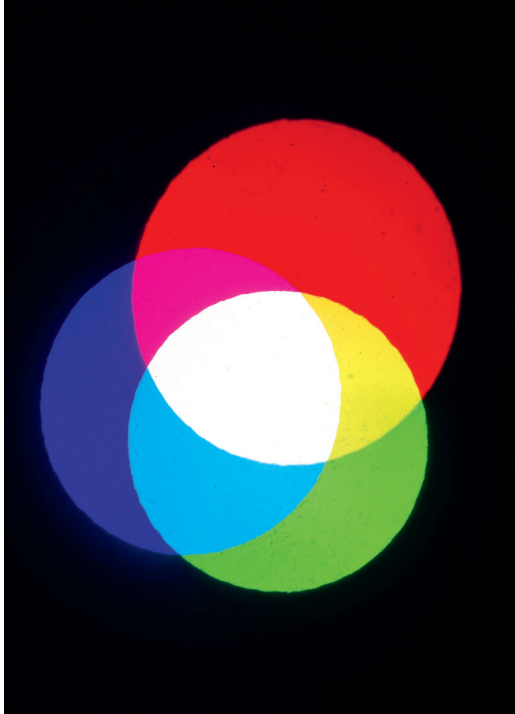
**«Bei einer Farbe setzt man voraus, dass das Gegenüber weiss, was man sich darunter vorstellt.»**

von Farbe und Licht. «Die Frage, welche Farbe wir eigentlich sehen, wenn wir Rot sehen, ist interessant. Ist es überhaupt Rot? Und ist es wirklich eine Farbe?» Florian Bachmann hat eine klar wissenschaftlich geprägte Herangehensweise an diese Fragestellungen.

### Von Absorption und Reflexion

Und schon bekommt der Journalist einen roten Würfel ausgehändigt – ist er wirklich rot? – und die Beleuchtung wird grün. Doch was hält man dann in der Hand? Korrekt: einen

Bild links: Marcus Pericin demonstriert mit dem RAL-Farbfächer die Vielfalt an roten Farben.



Weisses Licht besteht grundsätzlich aus den Farben Rot, Grün und Blau.

schwarzen Würfel. Marcus Pericin sagt dazu: «Zwei Ebenen sind hier wichtig. Zum einen die physikalische Komponente des Lichts mit Prozessen wie Absorption oder Reflexion, zum anderen unser Wahrnehmungsprozess, der das ins Auge fallende Licht als Farben interpretiert. Hinzu kommen gesellschaftliche Konventionen mit der Frage, weshalb man die Farbe Rot überhaupt so bezeichnet.»

## «Rot ist klar eine Signalfarbe, die Kraft und Wärme symbolisiert.»

### Eine Frage der Wellenlänge

Wie der wissenschaftliche Mitarbeiter des FLZ weiter ausführt, sind die Zapfen für das Sehen bei Tageslicht zuständig, sie benötigen entsprechend viel Licht. «Ist es dann dunkler, etwa in der Dämmerung, kann das menschliche Auge nur schwarz/weiss beziehungsweise hell/dunkel unterscheiden. Dies geschieht mittels Stäbchen in der Netzhaut.» Weil diese Stäbchen nur entweder angesprochen oder nicht angesprochen werden, ermöglichen sie dem Auge, lediglich Variationen der Helligkeit wahrzunehmen.

Viel komplexer sei die Arbeit der Sinneszellen-Zapfen: Sie differenzieren in kurz-, mittel- und langwelliges Licht. Licht besteht ja aus elektromagnetischen Wellen, die der Mensch im Gegensatz etwa von Röntgenstrahlen oder Radarwellen zu erkennen vermag. Marcus Pericin: «Die Lichtwellen erzeugen spezifische Reizmuster der Zapfen, die in letzter Instanz vom Gehirn interpretiert werden: kurzwelliges Licht als Blau, mittelwelliges Licht als Grün und langwelliges Licht als Rot.» Und gemäss dem Farbforscher ist auch die Wahrnehmung von Licht- bzw. Wellenkombinationen möglich. Auf diesem Prinzip ist die additive Farbmischung mit den Grundfarben Rot, Grün und Blau (RGB-Farben) aufgebaut, so, wie sie namentlich bei Monitoren und Displays Verwendung findet.

### Würfel als Chamäleon

Was hier so spektakulär tönt, ist in der Tat nur ein minimaler Teil des eigentlich Möglichen. «Wir sprechen von einem kleinen Bereich der Wellenlängen, der für den Menschen wahrnehmbar ist, und zwar zwischen 380 und 780 Nanometern (nm)», führt Marcus Pericin aus. Dieser Teil des elektromagnetischen Spektrums werde als sichtbares Licht bezeichnet. Demnach nicht wahrzunehmen vermag der Mensch im kurzwelligen Bereich etwa das UV-Licht und im langwelligen Bereich das Infra-

Bei weisslichem Licht offenbart sich die originale Farbe Rot des Würfels. Etwa bei grünem oder blauem Licht scheint er schwarz zu sein. Enthält das Licht schon nur einen geringen Anteil Rot, kommt die Originalfarbe wieder zurück.

Bei der Farbwahrnehmung geht es also um komplexe Abläufe im Zusammenspiel von Licht, Auge und Gehirn. Marcus Pericin erklärt: «Um Farben wahrnehmen zu können, verfügt der Mensch auf der Netzhaut über drei verschiedene Typen von Sinneszellen (Zapfen), die verschiedene Bereiche des Lichts unterscheiden können. Je nachdem, welcher Typ dieser Zapfen wie stark angeregt wird, ergibt sich für uns eine andere Farbe.»



rotlicht. Nun aber zurück zu unserem roten Würfel der, so scheint es, wie ein Chamäleon seine Farbe zu wechseln vermag. FLZ-Co-Leiter Florian Bachmann löst den Effekt des bei grünem Licht plötzlich schwarzen Würfels auf: «Weisses Licht besteht, vereinfacht gesprochen, aus den drei Grundfarben Rot, Grün und Blau.»

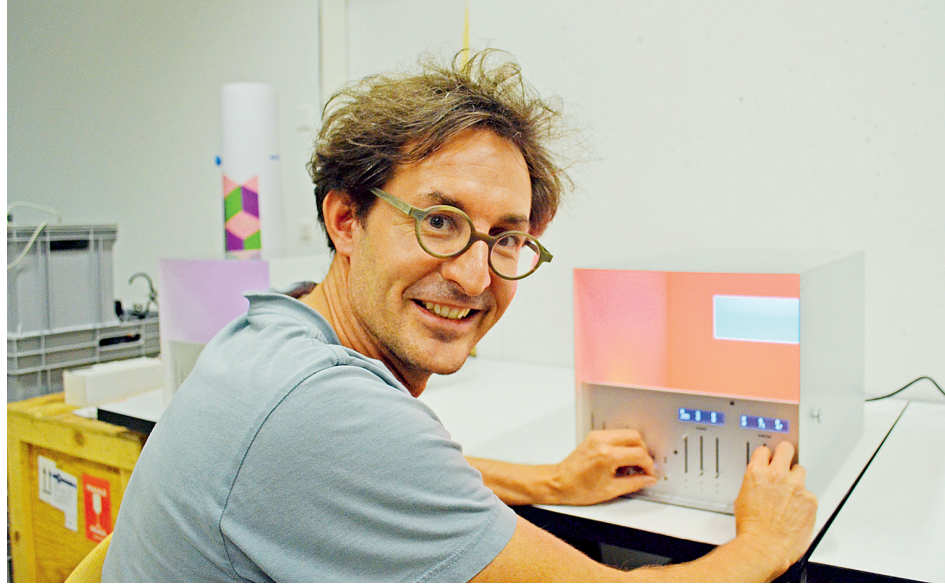
«Trifft weisses Licht auf den roten Würfel, wird zum einen das Rot reflektiert, während grünes und blaues Licht absorbiert werden. Danach treffen die reflektierten Lichtwellen auf das Auge und dort werden die für langwelliges Licht beziehungsweise für das Rotsehen zuständigen Rezeptoren angeregt.»

Und was geschieht nun mit dem roten Würfel bei grünem Licht? Florian Bachmann: «Er wechselt seine Farbe auf Schwarz, weil er nebst blauen eben auch grüne Lichtanteile zu absorbieren vermag. Es braucht das Rot im Licht, so, wie es eben im weissen Licht vorkommt, dass man das Rot wahrnehmen kann.» Der Lehrer für Gestaltung und Kunst Florian Bachmann unterrichtet seit 2001 an der ZHdK im Bereich Farbe und Licht, setzt die farbliche Verwandlung des Würfels fort, indem er dem grünen Licht einen kleinen Anteil an Rotlicht zufügt – und flugs gibt der rote Würfel wieder seine originale Farbe preis.

### Mischen mit RGB und CMYK

Wir haben nun gelernt, wie sich bei der additiven Farbmischung mit den RGB-Farben der vom Auge empfundene Farbeindruck durch Hinzufügen eines anderen Farbreizes verändert. Auf dem quasi gegenteiligen Prinzip, konkret der Absorption oder Filterung von Lichtanteilen, basiert die subtraktive Farbmischung. Hier kommt der gute alte Malkasten zum Einsatz. Jede Oberflächenfarbe absorbiert bestimmte Anteile des Lichts und reflektiert die restlichen Anteile, die dann im Auge bzw. Gehirn einen Farbeindruck erzeugen. Werden zwei Malfarben gemischt, wird entsprechend mehr Licht absorbiert (sprich subtrahiert) und man nimmt eine neue Farbe wahr.

Schliesslich lassen sich mit den Grundfarben der subtraktiven Farbmischung – Cyan (ein bläulich-grüner Farbton, absorbiert rotes Licht), Magenta (ein kühler rötlicher Farbton, absorbiert grünes Licht) und Gelb (absorbiert blaues Licht) – nämlich alle übrigen Farben mischen. Und nimmt man diese primären Farben zusammen, entsteht die Schlüsselfarbe Schwarz. Dies, weil durch die Mischung der CMY-Farben alle Anteile des Lichts absorbiert



wurden. Nicht umsonst ist das davon abgeleitete CMYK-Farbmodell (englisch für Cyan, Magenta, Yellow und Key) die Basis für den Vierfarbendruck. Bei diesem Prinzip gelten dann die RGB-Farben als Sekundärfarben.

### Eine Frage der Unterscheidung

Egal, ob RGB oder CYMK, ob additiv oder subtraktiv erzeugt: Farben zu erkennen, gilt als selbstverständlich. Natürlich mit Ausnahme einer Sehschwäche wie z. B. der Rot-Grün-Sehschwäche. Doch das war nicht immer so. Dass unser Gehirn Farben zu unterscheiden vermag, ist eine evolutionsbiologische Leistung. Marcus Pericin zeigt die Entwicklung auf: «Zuerst gab es bei der Entwicklung des Auges von Lebewesen die Differenzierung von Hell und Dunkel, dann kam die Fähigkeit des Farbsehens hinzu, später erfolgte die Unterscheidung von Rot und Grün. «Erst so konnten die Vorfahren des Menschen und der Mensch selber die für sein Überleben wichtige Unterscheidung von roten Früchten, wie etwa Beeren, und dem Blätterwerk vornehmen», ergänzt Florian Bachmann.

Doch was ist Rot und wie beschreibt man diese Farbe überhaupt? Für Bachmann «ist Rot klar eine Signalfarbe, die Kraft und Wärme symbolisiert». Um die Farben zu präzisieren und zu unterscheiden, benötigt man drei Parameter: den Farbton (z. B. Rot, Grün, Blau etc.), dann die Sättigung (ist es eine gesättigte Farbe oder doch eher Pastell?) sowie die Helligkeit (z. B. ein Hellrot vs. Dunkelrot). So kann man eine Farbe beschreiben und spezifizieren. Hinzu kommen noch beschreibende Bezeichnungen mit Hilfe von assoziativen Namen oder auch der Herkunft. Entsprechende Beispiele sind etwa Ferrari-Rot, Kadmium-Rot oder Bordeaux-Rot. Ist also Rot gleich Rot? Mitnichten!

[www.farblichtzentrum.ch](http://www.farblichtzentrum.ch)

*Martin Mäder*

Florian Bachmann mit einer Farb-Licht-Box des FLZ. Sie ermöglicht die räumliche Inszenierung von Farbkombinationen und Farbkontrasten mittels farbigen Lichts.