

Warum Weiß nicht immer gleich Weiß ist:

Farbortverschiebung bei LEDs



Jeder Planer kennt diese Situation, oder besser gesagt, er sollte sie kennen: Zwei LED-Leuchten des gleichen Herstellers, mit der gleichen Artikelnummer und der gleichen Farbtemperatur hinterlassen im direkten Vergleich einen unterschiedlichen Farbeindruck. Wie kann das sein? Und wie kann ein Planer eine solche Überraschung vermeiden?

Die Farbdrift von LEDs ist eine spezielle Herausforderung bei der Verwendung von LED-Leuchten. Besonders wenn man eine weiße Wandfläche beleuchtet, können Farbortverschiebungen schnell sichtbar werden. Dies ist sowohl für den Planer als auch für den Kunden sehr ärgerlich. Der erste Reflex: Hier wurden fälschlicherweise Produkte mit unterschiedlichen Artikelnummern geliefert. Doch in der Regel ist dies nicht die Ursache. Zwei Begriffe helfen uns im ersten Schritt der Aufklärung weiter: Farbtemperatur und ähnlichste Farbtemperatur.

Die (ähnlichste) Farbtemperatur

Die Farbtemperatur beschreibt den Farbeindruck einer Weißlichtquelle. Eine hohe Farbtemperatur wird auch

als kaltweiß bezeichnet. Der Farbeindruck des Lichts ist eher bläulich und weckt die Assoziation von bläulich schimmerndem Polareis. Eine niedrige Farbtemperatur wird dementsprechend als warmweiß beschrieben. Hier ist der Farbeindruck eher gelblich, was zur Assoziation eines gelben Kerzenscheins passt. Die Einheit der Farbtemperatur ist Kelvin. Bekanntlich entsprechen $273,15 \text{ K} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Bei Temperaturstrahlern (z.B. Glühlampen) entspricht die Farbtemperatur des sichtbaren Lichts annähernd der Temperatur der Wendel. Erhitzt man diese auf ca. $1700 \text{ }^\circ\text{C}$, besitzt das Licht eine Farbtemperatur von ca. 2000 K . Solange es sich um Temperaturstrahler handelt, ist die Farbtemperatur relativ exakt reproduzierbar. Bei weißen LEDs ist dies jedoch nicht der Fall, was daran liegt, dass hier ein anderes Prinzip der Lichterzeugung angewendet wird. Die Farbtemperatur des Lichts entsteht hier, indem Leuchtstoffe kurzwellige in langwelligere Strahlung umwandeln und sie additiv mischen. Um trotzdem eine Farbtemperatur angeben zu können, bedient man sich eines Hilfskonstrukts, der ähnlichsten Farbtemperatur (Correlated Colour Temperature, CCT).

Vereinfacht gesagt wird hier das Licht der LED mit dem Licht eines Temperaturstrahlers verglichen. Ist der Farbeindruck der LED ähnlich der des Temperaturstrahlers, so wird die vorliegende Farbtemperatur des Temperaturstrahlers als ähnlichste Farbtemperatur für die LED angegeben. Und genau hier liegt das Problem: Ähnlich ist nun mal nicht identisch...

Farbflächen und Referenzflächen

Bild 1 zeigt Farbflächen mit einer Referenzfläche in der Mitte (Fläche B). Diese hat einen bestimmten, definierten Farbwert (hier hellblau). Die Flächen A und C sehen im direkten Vergleich ähnlich aus wie die Referenzfläche. Es fällt nicht schwer, sie also ebenfalls als hellblau zu bezeichnen. Problematisch wird es jedoch, wenn man die beiden ähnlichen Farben A und C direkt miteinander vergleicht. Dies erfolgt in Bild 2. Hier wird jetzt ein deutlicher Unterschied sichtbar. Und es fällt schon deutlich schwerer, eine Ähnlichkeit zu erkennen und beide Farben als hellblau zu identifizieren. Diese Abweichung zwischen den sichtbaren Unterschieden der ähnlichsten

Autor



Dipl.-Ing. Innenarchitekt
Klaus Bieckmann,
DIAL GmbH

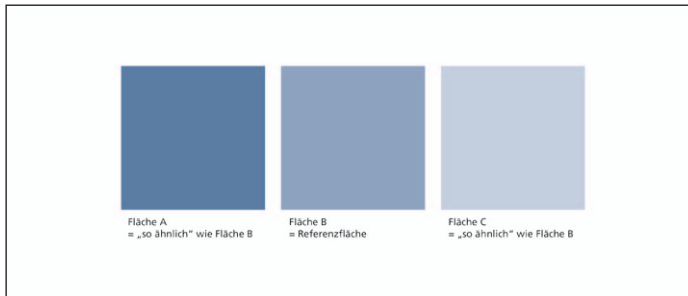


Bild 1: Farbflächen mit Referenzfläche, Quelle: DIAL

Farbtemperatur wird bei LEDs leider häufig besonders deutlich. Der Planer kann sich kaum darauf verlassen, bei identischen Artikeln oder selbst bei gleichen Chargen identische Lichtwirkungen zu erhalten.

Hauptursache: Fertigungstoleranzen

Die eigentliche Ursache für die Abweichung liegt im Herstellungsprozess der LEDs. Dort treten fertigungsbedingt Schwankungen auf, die man versucht, durch einen Auswahl- und Sortierungsprozess zu kompensieren. Die LEDs werden nach der Produktion einem sogenannten Binning unterzogen. Dabei erfolgt eine Selektion der produzierten LEDs in verschiedene Klassen oder auch Behälter (engl. Bin). Die Art der Einteilung und die Definition der Größe eines Bins werden dabei von jedem LED-Hersteller unterschiedlich definiert. Der Leuchtenhersteller hat die Wahl, aus welchem Binning er die LEDs für seine Leuchten

bezieht. Ein sehr feines Binning führt dazu, dass man möglicherweise keine relevanten Unterschiede bei Farbeindruck der Leuchten wahrnimmt. Allerdings ist dies wiederum sehr teuer, da ja nur eine geringe Stückzahl von produzierten LEDs für die Produkte in Frage kommt.

Der Vollständigkeit halber sei hier erwähnt, dass das Binning nicht nur in Bezug auf den Farbort, sondern auch in Bezug auf den Lichtstrom, die Farbwiedergabequalität oder weitere Parameter vorgenommen wird.

Qualitätskriterium SDCM und MacAdam-Ellipsen?

Als Qualitätskriterium der Farbeinheitlichkeit wird in vielen Datenblättern von LED-Leuchten das Kürzel SDCM in Verbindung mit einer Zahl (z. B. <3 SDCM) verwendet. Das Akronym SDCM steht dabei für »Standard Deviation of Colour Matching und bezeichnet die Standardabweichung von einem Referenzfarbort.

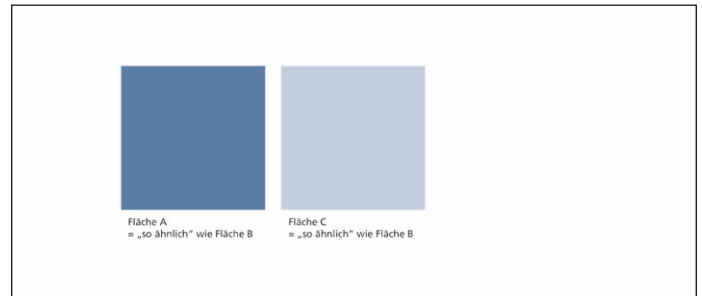


Bild 1: Farbflächen ohne Referenzfläche, Quelle: DIAL

Je kleiner also die Zahl, desto besser ist die Farbeinheitlichkeit der Produkte. Oft wird in diesem Zusammenhang auch von MacAdam-Ellipsen gesprochen. Dabei meinen SDCM und MacAdam-Ellipse das Gleiche. Doch wer sich näher mit dem Thema MacAdam-Ellipsen beschäftigt, stellt ernüchtert fest: Statistisch gesehen ist es möglich, dass selbst bei einem 2 SDCM-Binning Farbortunterschiede existieren, die von fast allen Menschen wahrnehmbar sind.

Ebenfalls relevant: die Alterung

Hinzu kommt noch die altersbedingte Farbdrift von LEDs. Mit welcher Farbortverschiebung der Lichtplaner nach 10.000, 20.000, 30.000 oder gar 50.000 Betriebsstunden zu rechnen hat, findet man in der Regel nicht in den Datenblättern der Leuchtenhersteller. Hier müsste man genau wissen, welches LED-Modul verbaut ist, wie es betrieben wird, welche Umgebungstempe-

raturen herrschen. Dann kann man gegebenenfalls über ein Datenblatt des LED-Herstellers Rückschlüsse auf die Farbortverschiebung nach einer bestimmten Betriebsdauer ziehen. Aber welcher Planer macht das in der Praxis?

Was also tun?

Die Fertigungstoleranzen von weißen LEDs und die Definition der ähnlichsten Farbtemperatur sorgen dafür, dass gleiche Produkte einen unterschiedlichen Farbeindruck hervorrufen können. An dieser Tatsache können Planer leider nichts ändern. Es bleibt zu hoffen, dass LEDs schon bald sehr viel präziser gefertigt werden können, als es derzeit noch der Fall ist. Darüber hinaus gibt es aber Punkte, die Sie beachten können, um unliebsame Überraschungen zu vermeiden (siehe Kasten).

■ **DIAL GmbH**
dialog@dial.de
www.dial.de

Optimale LED-Beleuchtung – darauf kommt es an!

Denken Sie über den Einsatzbereich nach!

Inwieweit die Farbunterschiede visuell wahrnehmbar sind, hat natürlich auch damit zu tun, wo und wie beleuchtet wird. Sicher fallen Farbortunterschiede sehr stark auf, wenn es um die Beleuchtung einer weißen Wand geht. Dies liegt einerseits natürlich an der Farbe Weiß, andererseits aber auch daran, dass die Vertikale in der Wahrnehmung des Menschen eine stärkere Gewichtung hat, als die Horizontale. Wird etwa im Retail-Bereich unterschiedlich farbige Ware beleuchtet, so fallen die Unterschiede möglicherweise nicht

so sehr ins Gewicht. Verfolgt man das Ziel horizontale Flächen gleichmäßig auszuleuchten, findet ohnehin eine Durchmischung des Lichtes bis zur Nutzebene statt und Unterschiede werden meist kaum sichtbar sein. Dies schließt allerdings nicht aus, dass die Lichtaustrittsflächen der Leuchten in der Wahrnehmung unterschiedliche Farbeindrücke hervorrufen können.

Bemustern Sie in jedem Fall!

Dabei ist es wichtig, sich nicht nur ein Muster anzuschauen. Versu-

chen Sie als Planer, die Lichtfarbe von mindestens zwei bis drei gleichen Leuchten nebeneinander visuell zu beurteilen. Idealerweise beschaffen Sie die Muster über verschiedene Wege (Hersteller, Großhändler usw.), damit Sie eine Vorselektion ausschließen und eine reale Beschaffung simulieren können.

Versuchen Sie, mit dem Hersteller eine erweiterte Garantie zu vereinbaren!

Falls der Hersteller eine (freiwillige) Garantie auf die Produkte anbietet,

schaun Sie sehr genau nach, ob und in wie weit dort auch eine Farbortabweichung inbegriffen ist. Häufig sind Sätze wie diese in den Garantiebedingungen zu lesen: »Die Farborttoleranz ist nicht Bestandteil dieser Herstellergarantie.« Sollte sie nicht oder nur unzulänglich in der Garantie enthalten sein, versuchen Sie, den Hersteller im Falle sichtbarer Farbunterschiede schriftlich zu einem Tausch der Produkte zu verpflichten. Viele Hersteller nehmen einen Austausch auf Basis der Kulanz vor. Allerdings drückt dies nur ein Wohlwollen des Herstellers aus und räumt dem Planer oder Kunden keinen Rechtsanspruch ein.