

Farbtonverschiebung bei LEDs

Warum Weiß nicht immer gleich weiß ist

Fachartikel DIAL Lüdenscheid



Quelle: DIAL Lüdenscheid

Farbtonverschiebung bei LEDs

Warum Weiß nicht immer gleich weiß ist



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. Aber im direkten Vergleich ein sehr unterschiedlicher Farbeindruck. Wie kann das sein? Und wie kann ich als 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 Auftraggeber sehr ärgerlich.

Hintergrund: Die Definition der »ähnlichsten Farbtemperatur«

Die Farbtemperatur (Einheit: Kelvin [K]) beschreibt den Farbeindruck einer Weißlichtquelle. Eine hohe Farbtemperatur wird auch als »kaltweiß« bezeichnet. Der Farbeindruck des Lichtes ist eher »bläulich«, und weckt die Assoziation von bläulich schimmerndem Polareis. Eine

Farbtonverschiebung bei LEDs

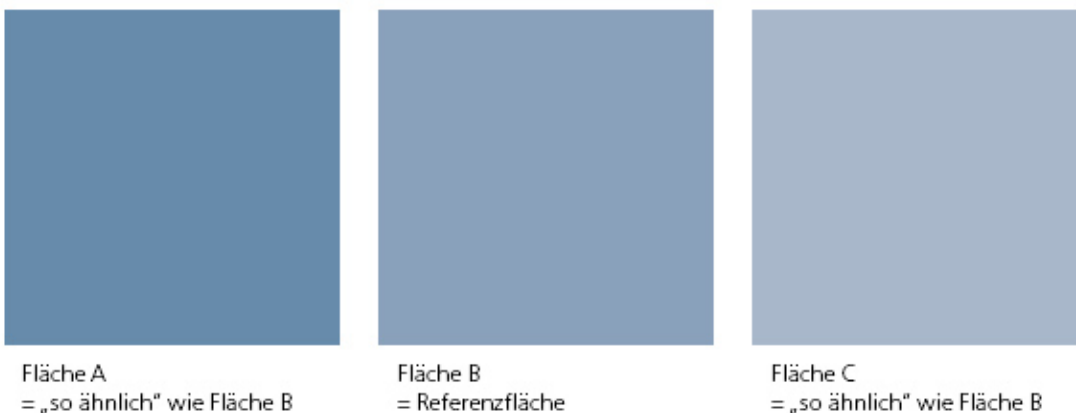
Warum Weiß nicht immer gleich weiß ist

niedrige Farbtemperatur wird dementsprechend als »warmweiß« beschrieben. Hier ist der Farbeindruck eher »gelblich«, was zur Assoziation eines gelben Kerzenscheins passt.

Bei Temperaturstrahlern (z.B. Glühlampen) entspricht die Farbtemperatur des sichtbaren Lichtes, annähernd der Temperatur der Wendel im jeweiligen Betriebszustand. Erhitzt man die Glühwendel auf eine Temperatur von ca. 1.700 °C, besitzt das Licht eine Farbtemperatur von ca. 2.000 K. So lange 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 Lichtes wird hier erzeugt, 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, kurz: CCT).

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



Farbflächen, mit Referenzfläche, Quelle: DIAL

Farbtonverschiebung bei LEDs

Warum Weiß nicht immer gleich weiß ist

In der Mitte (Fläche B) befindet sich die Referenzfläche mit einem bestimmten Farbwert (hellblau). Die Flächen A und C sind der Referenzfläche im direkten Vergleich »ähnlich«. Es fällt nicht schwer sie ebenfalls als »hellblau« zu bezeichnen. Problematisch wird es, wenn man die beiden ähnlichen Farben A und C direkt miteinander vergleicht:



Fläche A
= „so ähnlich“ wie Fläche B



Fläche C
= „so ähnlich“ wie Fläche B

Farbflächen, ohne Referenzfläche, Quelle: DIAL

Hier wird jetzt ein deutlicher Unterschied sichtbar. Nun fällt es schon deutlich schwerer eine Ähnlichkeit zu erkennen und beide Farben als »hellblau« zu identifizieren. Diese Abweichung zwischen den sichtbaren Unterschieden der »ähnlichsten Farbtemperatur« wird bei LEDs leider besonders deutlich. Der Planer kann sich kaum darauf verlassen, bei gleichen Artikeln oder selbst bei gleichen Chargen, identische Lichtwirkungen zu erhalten.

Hintergrund: Fertigungstoleranzen

Bei der Herstellung von LEDs 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 beim Farbeindruck der Leuchten wahrnimmt. Allerdings ist dies wiederum sehr teuer, da 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.

Farbtonverschiebung bei LEDs

Warum Weiß nicht immer gleich weiß ist

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

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. Hinzu kommt eine altersbedingte Farbdrift von LEDs. Mit welcher Farbortverschiebung der Lichtplaner nach 10.000, 20.000 oder gar 50.000 Betriebsstunden zu rechnen hat, dazu erhält er in der Regel keine Informationen. 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.

1. 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.

Farbtonverschiebung bei LEDs

Warum Weiß nicht immer gleich weiß ist

2. Bemustern Sie in jedem Fall

Dabei ist es wichtig sich nicht nur ein Muster anzuschauen. Versuchen 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.

3. Versuchen Sie mit dem Hersteller eine erweiterte Garantie zu vereinbaren

Falls der Hersteller eine (freiwillige) Garantie auf die Produkte anbietet, schauen 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 »Kulanz« nur ein Wohlwollen des Herstellers aus und räumt dem Planer oder Kunden keinen Rechtsanspruch ein.

Quelle: DIAL Lüdenscheid, Autor: Klaus Bieckmann

LEaD LiGHT

Experts in LED

LEaD LIGHT GmbH

Hoogeweg 132
47623 Kevelaer

Tel.: +49 2832/975208-0
Fax: +49 2832/975208-88

Web: www.LEaD-LIGHT.de
Mail: info@LEaD-LIGHT.de