

LED-basierte Lichtquellen zur Erzeugung definierter Lichtstimmungen

DIN-Normlichtarten oder Tageslichtstimmungen

Kompakt, robust und langlebig durch LED-basierte Lichtmischung

Genau und verlässlich durch quasi-spektrale Überwachung und Regelung

vielseitig skalierbares Gerätekonzept

Zentrum für Bild- und Signalverarbeitung e.V.

Vorstandsvorsitzender:
PD Dr.-Ing. habil. K.-H. Franke

Werner - von - Siemens - Straße 10
D-98693 Ilmenau

Telefon +49 (0) 3677 689768 0

Fax +49 (0) 3677 689768 2

E-Mail info@zbs-ilmenau.de

WWW www.zbs-ilmenau.de

Fachlicher Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Rico Nestler

Telefon +49 (0) 3677 689768 5

E-Mail rico.nestler@zbs-ilmenau.de

In Kooperation mit:



Die Farbe eines Objektes ist das Ergebnis der Sinnesempfindung eines Betrachters und kann nicht allein durch eine physikalische Objekteigenschaft repräsentiert werden. Ein Farbeindruck erfordert die unbedingte Anwesenheit von Objekt, Licht und Betrachter. Nur bei Angabe aller drei Komponenten ist ein Farbeindruck vollständig charakterisiert. Zur metrischen Beschreibung existieren eine Reihe standardisierter und geräteabhängiger Farbräume, wie zum Beispiel in der Norm DIN 5033 definiert.

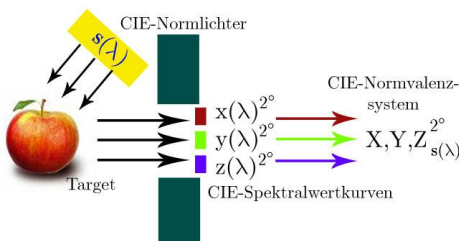


Bild 1: Prinzip des Dreibereichsansatzes nach CIE 1931

Um Farben verlässlich und über große Zeiträume hinweg vergleichen und bewerten zu können, ist der Einsatz technischer Farbmesssysteme unabdingbar.

Licht in technischen Farbmesssystemen

Übliche Messsysteme nach dem Dreibereichsverfahren sind am menschlichen Vorbild des dreikanaligen Farbsehens orientiert. Die eingesetzten Sensoren bilden die durch die CIE ermittelten Empfindlichkeitskurven eines durchschnittlichen menschlichen Auges nach. So können aus Beobachtersicht standardisierte Farbaussagen in diesem Farbraum direkt abgeleitet werden. Da in den meist sehr kompakten Farbmesssystemen Lichtquellen zum Einsatz kommen, die erhebliche spektrale Abweichungen gegenüber den für Farbvergleiche standardisierten Lichtquellen aufweisen, realisieren diese Messsysteme die Messergebnisse in einem eigenen gerätespezifischen Farbraum. Erst durch eine nachträg-

liche Korrektur entsprechend einem der Messaufgabe zugrunde gelegten colorimetrischen Vergleichsmaßstab (Beobachter und/oder Lichtart) sind die Messergebnisse im Sinne einer objektiven Farbmessung verwendbar.

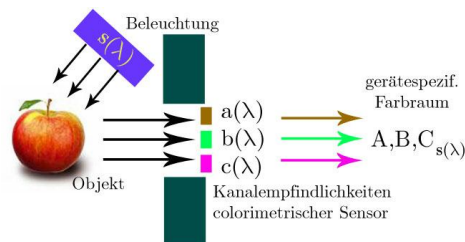


Bild 2: Farbmessung im gerätespezifischen Farbraum

Diese Korrektur – die sogenannte colorimetrische Kalibrierung – ist in den meisten Fällen nur näherungsweise möglich, weshalb die im Nachgang kalibrierten Messwerte zum Teil noch deutliche Abweichungen zum tatsächlichen Farbort aufweisen. Die Verwendung einer spektral normgerechten Lichtquelle kann diese wesentliche Fehlerursache beheben.

Lichtwirkung auf den Menschen

Bei visueller Farbmusterung erfolgt die Bewertung des spektralen Farbzeiges direkt durch das menschliche Auge. Da bei diesem Vorgehen nur qualitative Aussagen getroffen werden können, erfolgt die eigentliche Farbbestimmung durch den Vergleich des Objektes mit genormten Farbtafeln. Auch hier ist die Verwendung einer standardisierten Beleuchtung unerlässlich. Anderenfalls führen Metamerie-Effekte, hervorgerufen durch die spektrale Abweichung der Beleuchtung, zu einer falschen Farbbestimmung. Beabsichtigt oder nicht, entsteht so auch ein variierender Farbeindruck, zum Beispiel von Bekleidung unter Tageslicht oder unter künstlicher Beleuchtung von Leuchtstofflampen.

Neben der veränderten Farbwahrnehmung hat eine anhaltend auf einen menschlichen Beobachter einwirkende Lichtstimmung auch psychologische Effekte. So wirkt beispielsweise war-

mes Licht mit hohem Rotanteil einschläfernd, wohingegen ein Ambiente mit hohem Blauanteil anregend wirkt. Tageslicht nachbildende Leuchten werden seit längerem im Rahmen von Lichttherapien eingesetzt, um das Wohlbefinden zu steigern und Depressionen entgegen zu wirken.

Lichterzeugung mit LED's

Die Entwicklung von Halbleiterlichtquellen – auch Leuchtdioden oder Lichtemitterdioden (kurz LED) genannt – hat sich ab den 1960er Jahren rasant vollzogen und nunmehr einen Stand erreicht, der dieses Prinzip der Lichterzeugung erstmals für Beleuchtungsanwendungen interessant werden lässt. Da ein Großteil der Leuchtdioden Licht nur in schmalen, vom Halbleitermaterial abhängigen, Wellenlängenbändern emittiert, spielten sie in der Vergangenheit für Beleuchtungszwecke kaum eine Rolle. Erst die zusätzliche Einbringung von Konvertermaterialien (Phosphoren), welche kurzwelliges (blaues) Licht in größere Wellenlängen konvertieren, ermöglichte es, auch breitbandiges Licht zu erzeugen. Weißlicht-LED's realisieren auf diese Weise einen Tageslicht näherungsweise entsprechenden colorimetrischen Farbort, sind jedoch als Beleuchtung zur Farbmessung sowie zur visuellen Farbarmusterung wegen der schlechten spektralen Übereinstimmung wenig geeignet.

Funktionsweise der geregelten LED-basierten Lichtquelle

Eine Farbmessung bzw. -armusterung führt, wie erwähnt, nur in Verbindung mit einer spektral genormten Beleuchtung zu exakten Ergebnissen.

Das Prinzip der LED-basierten Lichtquelle erlaubt es, eine Vielzahl von definierten Spektren nachzubilden. Um ein bestimmtes breitbandiges Beleuchtungsspektrum zu erzeugen, werden zeitgleich mehrere LED's mit unterschiedlicher spektraler Charakteristik betrieben.

Die Koordination des emittierten Summenspektrums geschieht durch eine sensorielle Regelung. Das von den Leuchtdioden emittierte Licht wird permanent von einem Mehrkanal-Sensor überwacht. In Verbindung mit einer intelligenten Verrechnungsvorschrift kann aus den Messwerten der einzelnen Sensorkanäle auf die zugrunde liegende spektrale Lichtverteilung geschlossen werden – unabhängig davon welche LED-Auswahl das Licht erzeugt. Das ermittelte Spektrum wird mit dem zu realisierenden Zielspektrum verglichen und die Treibersignale der LED's werden entsprechend adaptiert. Durch die sensorielle Regelung ist es möglich, alle, auf ein LED-Emissionspektrum einwirkende Störfaktoren auszugleichen. Somit ist die geregelte LED-Lichtquelle die optimale Beleuchtung für Anwendungen, die neben der geforderten spektralen Anpassung hohe Anforderungen an die Reproduzierbarkeit und Langzeitstabilität stellen.

Vorzüge LED-basierter Lichtquellen

Der Aufbau der LED-basierten spektral geregelten Lichtquelle ist vielseitig skalierbar. Die Zusammenstellung der lichterzeugenden LED's wird für jede Applikation durch ein neu entwickeltes Selektionsverfahren individuell getroffen, so dass die zu realisierenden Zielspektren optimal reproduziert werden können.

Für Anwendungen mit hohem Lichtbedarf ist auch der Einsatz von Power-LED's möglich.

Die Verwendung von LED's als Primärstrahler besitzt noch weitere herausragende Vorteile:

- LED's sind im Vergleich zu herkömmlichen Leuchtmitteln extrem langlebig, was einen sehr ausdauernden Betrieb der spektral geregelten Lichtquelle ermöglicht.
- Leuchtdioden sind sofort nach dem Einschalten betriebsbereit, lästige Verzögerungen durch Aufwärmen oder Einbrennen entfallen somit.
- Leuchtdioden haben im Vergleich zu anderen Primärstrahlern sehr geringe Abmaße, was einen kompakten Aufbau ermöglicht.

Durch die Implementierung mehrerer Zielspektren ist außerdem die automatische Bestimmung von Metamerie-Indizes möglich bzw. kann der unterschiedliche Farbeindruck von Gegenständen bei Änderung der Beleuchtungsbedingungen zum Beispiel in einer Lichtkabine – für Produktpräsentation, Werbung oder zur Farbarmusterung – eindrucksvoll veranschaulicht werden.

Mehr Informationen

Mehr Informationen zum Thema **Farbsensorik** und zu weiteren interessanten Produkten des Zentrums für Bild- und Signalverarbeitung e.V. finden Sie unter

www.zbs-ilmenau.de

bzw.

www.zbs-ilmenau.de/farbe.html.

