

## Messgeometrien für die Farbmessung nach DIN 5033 Teil 7 und deren visuelle Übereinstimmung

Farbe ist in der heutigen Zeit eines der Hauptqualitätsmerkmale von Produkten. Die Hersteller der verschiedenen Industrien wie Automobil-, Kunststoff-, Textil-, Kosmetik, Lebensmittel-, Pharmaindustrie usw. verkaufen ihre Produkte nur erfolgreich, wenn die Produkte farbharmonisch und einheitlich sind. Denn ein einheitliches und farbliches Erscheinungsbild wird mit hoher Qualität gleichgesetzt. Es ist jedoch nicht ganz einfach Farbkonstanz herzustellen. Farbmessgeräte, welche dazu als Prüfmittel eingesetzt werden, müssen aufgabenspezifisch konstruiert sein. Es gilt eine Vielzahl unterschiedlicher Produkte zu messen. Diese Produkte können z.B. pulver-, granulat- oder pastenförmig sein. Weiterhin können sie fest oder flüssig, transparent, transluzent oder opak sein. Oberflächen können glänzend, strukturiert oder matt sein. Eine Farbe kann einfarbig sein oder einen hell – dunkel Effekt aufweisen um nur ein paar Eigenschaften von farbigen Objekten zu nennen.

Für all diese Aufgaben gibt es keinen einheitlichen Messaufbau. Die DIN 5033 Teil 7 Messbedingungen für Körperfarben beschreibt für die unterschiedlichsten Messaufgaben 17 verschiedene Messgeometrien sowie die wichtigsten Definitionen der Farbmessung wie Messverfahren, Beobachterfunktionen und Lichtarten.

Nach den folgenden Messaufbauten oder Messgeometrien **wird in der DIN 5033-7 unterschieden:**

- **Transmissionsmessungen**
- **Reflexionsmessungen**
- **Mehrwinkelgeometrien für Metalleffektproben und Interferenzerkennung**

Wichtig für den Anwender ist die richtige Wahl der Messgeometrie für seine Messaufgabe und das Wissen über die visuelle Korrelation der eingesetzten Messgeometrie. Damit steht und fällt das richtige Farbtonmanagement mit entsprechenden Toleranzen für die jeweilige Produktserie.

### Transmissionsmessungen

Ein Beispiel wie schwierig es ist ein vergleichbares Ergebnis zu erzielen ist die scheinbar einfache Frage nach der Farbe eines Bieres. Betrachtet man ein Glas Bier gegen eine Lichtquelle ist die Farbe unterschiedlich der des gleichen Bieres vor einer weißen Wand.

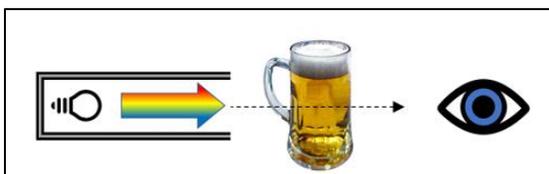


Abbildung 1

Warum?

Bei der Betrachtung eines Bieres direkt vor einer Lichtquelle ist die Farbe abhängig von der Lichtfarbe. Also betrachtet der Anwender das Bier durch ein Fenster gegen den blauen Himmel oder gegen den mit Wolken verhangenen Himmel oder vor einer künstlichen Lichtquelle z.B. einer Leuchtstoffröhre wie in Abbildung 1.

Die empfundene Farbe des Bieres ist also abhängig von den spektralen Eigenschaften der Lichtquelle, von der Farbe des Bierglases vom Bier selbst und vom Beobachter.

Betrachtet man das selbe Glas Bier vor einer weißen Wand (Abbildung 2) ist die empfundene Farbe des Bieres zusätzlich noch abhängig von der Farbe der weißen Wand, denn weiß ist nicht gleich weiß. Komplizierter wird es nun, wenn eine Vorgabe gegen ein Produktionsmuster abgemustert wird. Die gesehene Farbdifferenz ist dann abhängig von allen beschriebenen Größen.

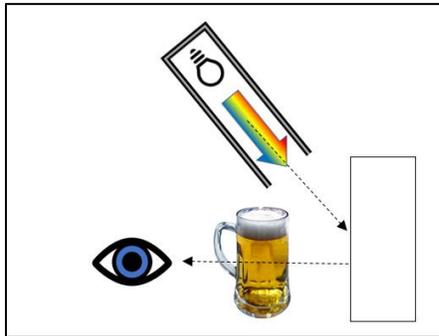


Abbildung 2

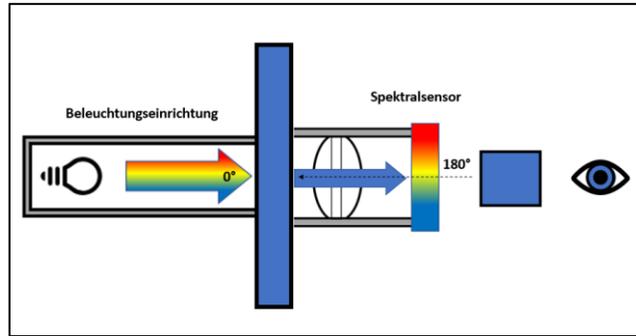


Abbildung 3

Von den 5 Messgeometrien die in der DIN 5033 Teil 7 für Transmissionsmessungen empfohlen werden korreliert die 0°: 180° Geometrie wie in Abbildung 3 dargestellt am besten mit der visuellen Bewertung nach Abbildung 1.

Jedoch ist Vorsicht geboten. Will der Anwender das sehen, was das spektrale Farbmessgerät z.B. als CIE Farbdifferenz  $dL^*$ ,  $da^*$  und  $db^*$  für die CIE Lichtart D65 und Normalbeobachter 10° ausgibt, dann muss er auch in Abbildung 1 eine D65 Lichtquelle einsetzen und den Abstand zur Probe so wählen, dass er wie der 10° Normalbeobachter diese betrachtet (Siehe DIN EN ISO 3668). Eine normale Leuchtstoffröhre mit der Bezeichnung 840 (Siehe DIN 6169 Teil 2 **Farbwiedergabe; Farbwiedergabe-Eigenschaften von Lichtquellen in der Beleuchtungstechnik**) simuliert nur eine Farbtemperatur von 4000° Kelvin und nicht die erforderlichen 6500° K.

### Reflexionsmessungen

Die meist verwendeten Messgeometrien in der Industrie für Uni-farbige Oberflächen sind Messgeräte mit einer Ulbrichtkugel mit und ohne Glanzfalle und die gerichtete Geometrie 45°:0°. Die Unterschiede dieser Messaufbauten lässt sich am besten mit der folgenden Messaufgabe erklären: Farbmessung und

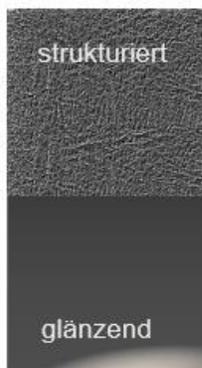


Abbildung 4

-bewertung an einer schwarz eingefärbten Kunststoffplatte mit unterschiedlichen Oberflächenstrukturen wie in Abbildung 4 dargestellt. Visuell erscheint die strukturierte Oberfläche deutlich heller als die glatte hochglänzende. Der Anwender muss nun entscheiden, was das Farbmessgerät „sehen“ soll. Soll das Farbmessgerät Farbdifferenzwerte zwischen den beiden unterschiedlichen Strukturen liefern, die der visuellen Bewertung entsprechen, dann ist eine der 45°:0° Geometrien (Abbildung 5 links) oder die de:8° Geometrie (Abbildung 5, rechts) die geeignete.

Möchte der Anwender auf ein und derselben Farbprobe mit unterschiedlichen Strukturen gleiche Farbwerte erhalten, muss er die Messgeometrie di:8° einsetzen wie in Abbildung 6 rechts dargestellt.

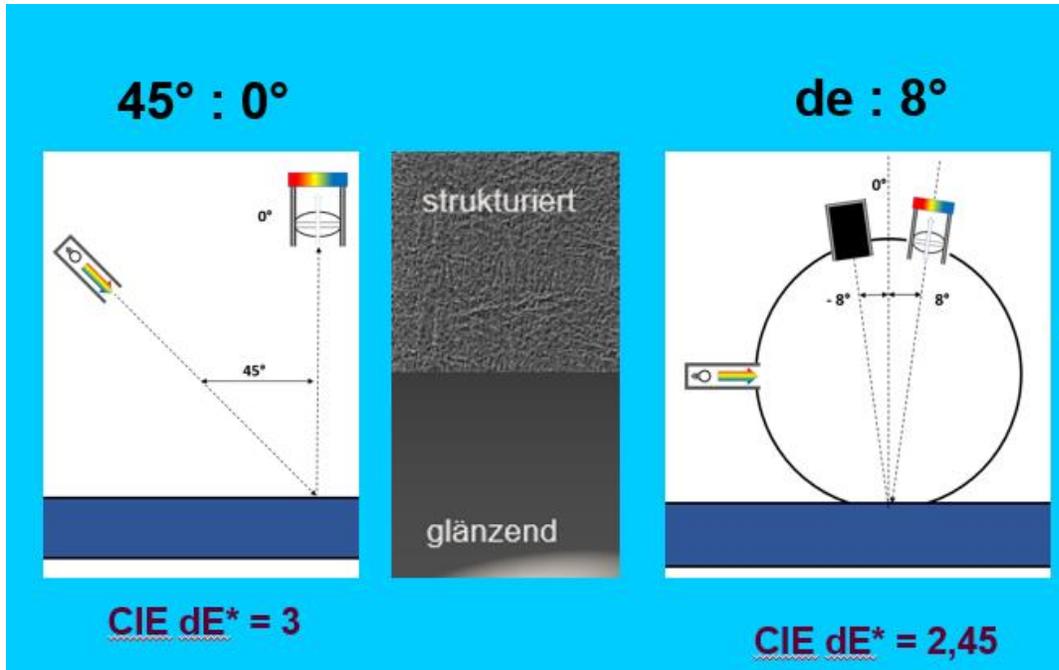


Abbildung 5

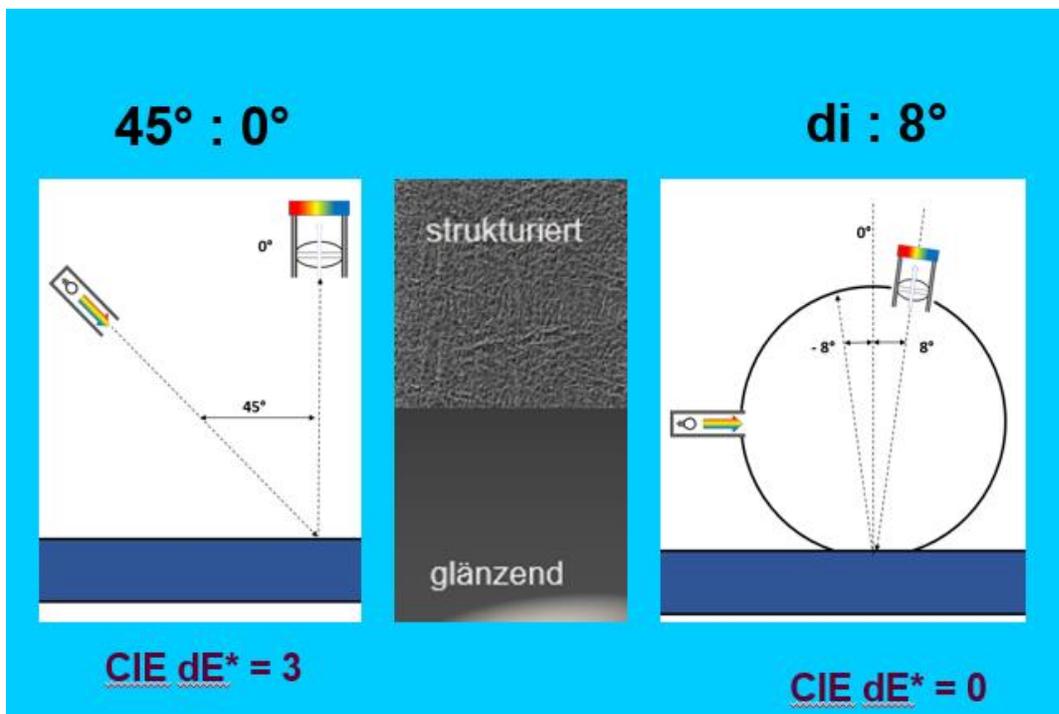


Abbildung 6

## Reflexionen an einer Oberfläche

Die empfundene „Farbe“ einer Oberfläche ist immer die Kombination aus innerer und äußerer Reflexion. Die Oberflächenreflexion ist abhängig vom Brechungsindex des Materials und beträgt ca. 4% des auftreffenden Lichts. Das an der Oberfläche reflektierte Licht wird nicht umgewandelt und ist nicht abhängig von der Farbe des entsprechenden Gegenstands. Je gerichteter die Oberflächenreflexion, desto mehr nähern wir uns dem Spiegelglanz. Die Textur einer Oberfläche bestimmt nun in unendlich vielen Variationen die räumliche Reflexion an der Oberfläche und den visuellen Eindruck.

## Messgeometrie 45°:0° vs. de:8°

Die 45°:0° und die de:8° Messgeometrie schließen den Spiegelglanz komplett aus. Aber sobald sich die Oberflächenstruktur ändert schließt die de:8° Messgeometrie durch die geöffnete Glanzfalle einen anderen Teil der Oberflächenreflexion aus als es die 45°:0° Geometrie macht. Deutlich zu erkennen an den unterschiedlichen Gesamtfarbabständen  $dE^*$  in Abbildung 5. Die 45°:0° Messgeometrie „sieht“ eher wie das menschliche Auge. Aus diesem Grund schreibt die Automobilindustrie überwiegend für die Farbmessung an Innenanbauteilen die 45°:0° und deren Umkehrung vor. Die 45°:0° Geometrie ist somit die typische Qualitätskontrollgeometrie zur Farbmessung z.B. bei der Harmonisierung von verschiedenen Materialien im Fahrzeuginnenraum wie echtes Leder und Kunststofffolien.

## Messgeometrie di:8°

Die Messgeometrie di:8° misst immer die gesamte, innere und äußere Reflexion der zu bewertenden Probe und ist somit unabhängig von der Textur der Oberfläche was man am Gesamtfarbabstand  $dE^* = 0$  in Abbildung 6 rechts erkennt. Typisches Einsatzgebiet der di:8° Geometrie ist die Farbrezeptierung und Farbmessungen von speziellen Kenngrößen ohne wirklichen visuellen Bezug.

## Visuelle Korrelation in der Lichtkabine

Bei hochglänzenden Proben die waagrecht wie in Abbildung 7 in der Lichtkabine platziert werden erkennt der Betrachter das Spiegelbild der grauen Rückwand. Die Probe wird also um x % aufgehellt. Das kann bei einem Probenpärchen dazu führen, dass der so gesehene Farbabstand zu gering bewertet wird. Wäre die Rückwand weiß, entspräche das ungefähr der Betrachtung der di:8° Messgeometrie. Hätte die Lichtkabine eine schwarze Rückwand, entspräche das bei spiegelglänzenden Oberflächen der 0°:45° oder der de:8° Messgeometrie.

Wird die Probe um 45° gekippt schaut der Betrachter unter 0° also senkrecht auf die Oberfläche wie in Abbildung 8 gezeigt. Die Probe wird also von oben unter 45° beleuchtet, der Spiegelglanz ist dann bei -45° zur Probensenkrechten. Das entspricht der 45°:0° Messgeometrie wie in Abbildung 5 und 6 linke Seite oder auch bei spiegelglänzenden Oberflächen der de:8° Geometrie.

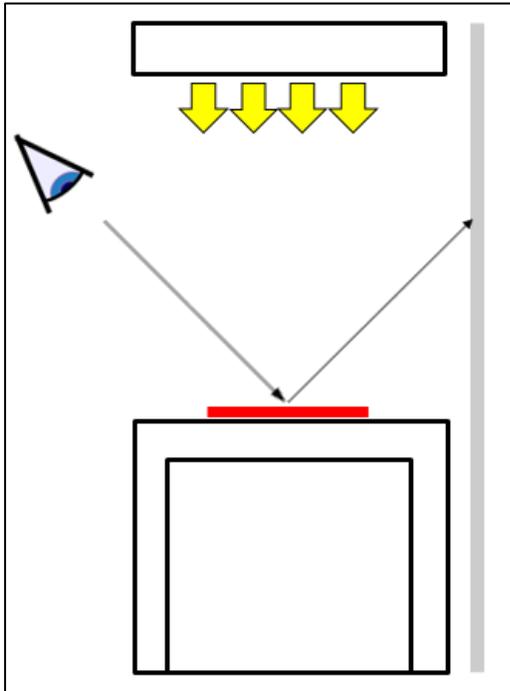


Abbildung 7

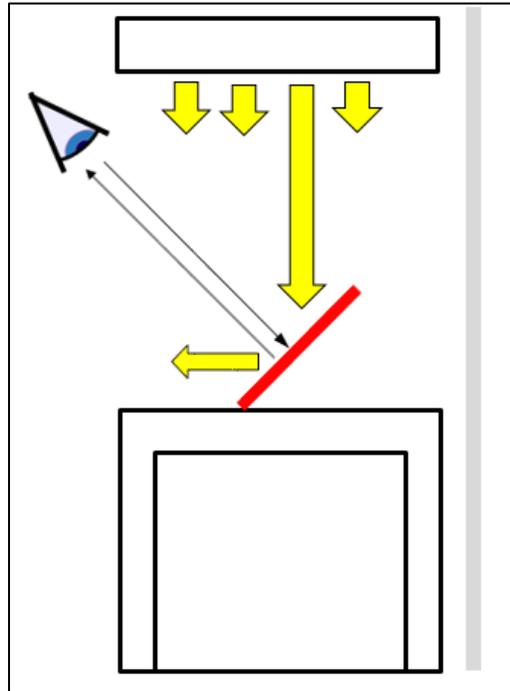


Abbildung 8

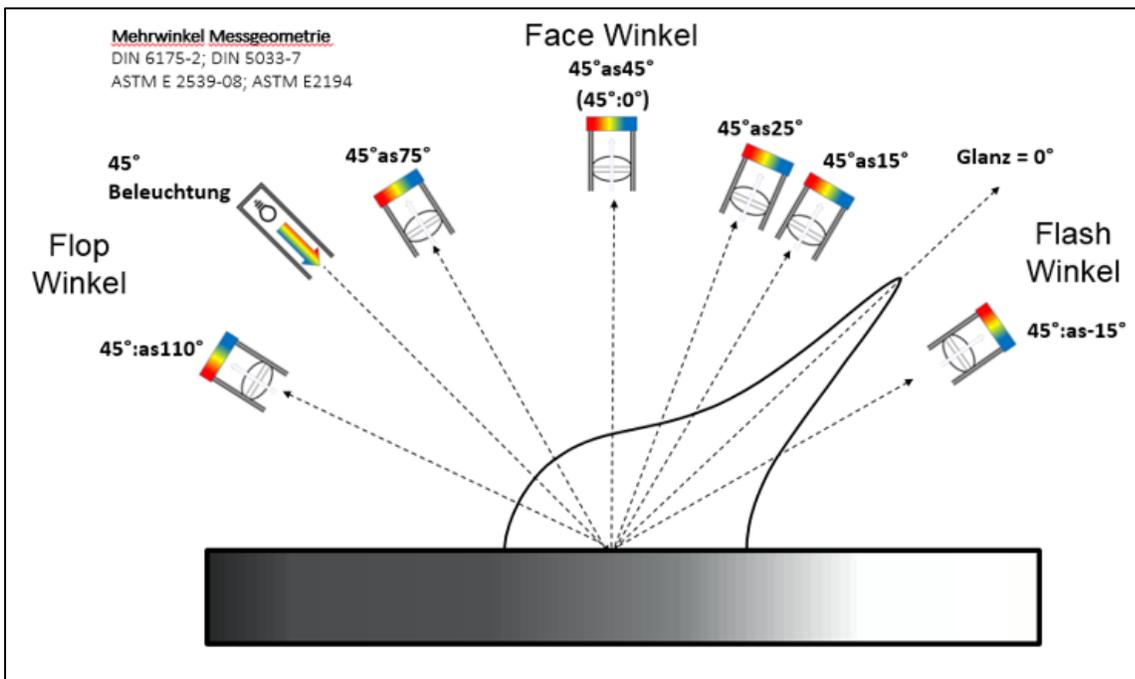


Abbildung 9

## Farbbewertung und -messung an Effektoberflächen

Die Bewertung von Oberflächen mit Metall- oder Interferenzeffekten erfordert eine Messung unter verschiedenen Winkeln (siehe Abbildung 9). In DIN 5033 Teil 7 werden am Beispiel einer gerichteten Beleuchtung unter 45° zur Probensenkrechten für Metalleffektpigmente folgende Messwinkel empfohlen: 45°:as15°; 45°:as25°; 45°:as45°; 45°:as75° und 45°:as110°.

Für Interferenzpigmente sollte mindestens ein zusätzlicher Messwinkel bei 45°:as -15° installiert sein. Die Messwinkel werden vom Glanz aus berechnet. Die Bezeichnung „as“ steht für eng. aspecular. Will der Anwender das sehen was ein Farbmessgerät sieht muss er in der Lichtkabine die Proben so ausrichten, dass er das Messsystem kopiert. Abbildung 8 zum Beispiel entspricht der Messgeometrie 45°:as45°.

## Zusammenfassung

Jeder Anwender sollte wissen welche Messgeometrie das vorhandene und eingesetzte Farbmessgerät beinhaltet. Dies ist wichtig bei der Erarbeitung von kommunizierbaren Farbtoleranzen. Natürlich gehört dann zusätzlich das Wissen über Normlichtarten und Normalbeobachter sowie Grundwissen über Farb- und Farbdifferenzräume dazu. All das zusammen erleichtert dann das Arbeiten mit Farbmessgeräten und Farbtoleranzen.

## Literatur

- DIN 6169 Teil 2 Farbwiedergabe; Farbwiedergabe-Eigenschaften von Lichtquellen in der Beleuchtungstechnik
- DIN 5033 Teil 7 Messbedingungen für Körperfarben
- DIN EN ISO 3668:2001-12 (D) Beschichtungsstoffe - Visueller Vergleich der Farbe von Beschichtungen
- DIN 6175 Teil 2 Farbtoleranzen für Automobillackierungen - Teil 2: Effektlackierungen
- ASTM E 2194:2014 Standard Test Method for Multiangle Color Measurement of Metal Flake Pigmented Materials
- ASTM E 2539:2014 Standard Test Method for Multiangle Color Measurement of Interference Pigments

Der Autor:

Dipl.-Ing. FH Uwe Schröder ist seit 25 Jahren im Bereich industrieller Farbmessung aktiv. Mehr als fünfzehn Jahre war er für international agierende Farbmessgerätehersteller in den Bereichen Anwendungstechnik, Support, Produkt- und Marketingmanagement tätig. Seine Erfahrungen gibt er seit 2004 als freier Ingenieur in Form von Schulungen sowie in der Beratung zur Optimierung der Farbmessung in der Industrie weiter.



## Informationen zu UnityColor® Normlichtprodukten im Überblick

- ➔ Ein besonderes Augenmerk wird auf die Simulation der CIE-Normlichtart D65 gelegt. Selektion der Tageslichtröhren garantiert die bestmögliche Simulation von Tageslicht D65 mit der Farbtemperatur 6500 Kelvin, Farbwiedergabewert:  $R_a \geq 95$  (bezogen auf die CIE-Normlichtart D65 als Referenzlichtart).
- ➔ Bestückung mit verschiedenen Lichtquellen und Lichtfarben für alle Industrieanforderungen. Mehrere Lichtarten zur Metamerieprüfung.
- ➔ Hohe Beleuchtungsstärke durch spezielle Reflektoren und homogene Ausleuchtung durch UV-durchlässige prismatische Streuscheiben.
- ➔ Lichttechnische Raumberechnung durch vorhandenen Eulumdat-Datensatz zur Planung einer gleichmäßigen Helligkeitsverteilung in Lichtstudios
- ➔ Durch Industriesteuerung sind beliebig große Anlagen schaltbar, sicherer Betrieb.
- ➔ Made in Germany: Deutsche Entwicklung und Produktion  
UnityColor® Produkte werden passend zu den Anforderungen der relevanten Normen und in der Praxis erprobten Abläufen entwickelt.



Für alle Leuchtmodule stehen Ersatzpakete mit kalibrierten Tageslichtröhren und Röhrenkomplettsätze zur Verfügung.



# Visuell Farben prüfen mit perfekter Tageslichtsimulation

## UnityColor® Normlichtleuchten



**Normlichtleuchte in 6 Versionen:**  
**Light2match X-II:** 4 Versionen mit 1 oder 2 Lichtarten:  
 D65 und D50 +UV, nur D65/nur D50 +UV, D65, TL84, +UV  
**Light2match X-III:** mit 3 Lichtarten D65, TL84, A + UV  
**Light2match X-IV:** mit 4 Lichtarten D65, TL84, A, LED  
 in 2 Schaltstufen + UV



## Normlichtmodul für Lichtstudios

Symmetrische Deckenleuchte für die modulare Bauweise einer Lichtdecke zur Farbabmusterung.



Lichtraum mit 8 Leuchtmodulen



### Perfektes Farbprüflicht in großen Räumen

Die Deckenleuchte Typ Light2match® X-III ist mit den Lichtarten D65, TL84 und A bestückt und speziell für die Ausstattung großer Farbprüfräume konzipiert.

- Hohe Beleuchtungsstärke durch spezielle Reflektoren und homogene Ausleuchtung durch prismatische, UV durchlässige Streuscheiben
- Lichttechnische Raumberechnung bzw. die Planung einer gleichmäßigen Helligkeitsverteilung durch EULUMDAT-Datensatz möglich
- Die zu erwartenden Luxwerte können mit Hilfe der Farbwerte von Boden und Wänden bei der Planung berechnet werden.
- Je nach Anzahl der Leuchteinheiten können diese bis auf 4 m Höhe montiert werden ohne die Maximalwerte der Normen zu unterschreiten (4000 lx bei 1 m Tischhöhe).
- Erfüllt die Anforderungen der DIN EN ISO 3668

**Wir beraten und unterstützen Sie gerne bei der Planung und Konstruktion**

# TORSO-VERLAG

FARBSTANDARDS : NORMLICHT : MESSTECHNIK



## Farbkarten

- Farbstandards
- Farbfächer & Karten
- Werbefächer
- Farbpräferenzen:  
RAL, Munsell, NCS,  
BS, Pantone, RHS,  
cmyk, AS, HKS



## Normlicht

- Normlichtgeräte
- Normlicht-Konzepte
- Lichtkabinen
- Deckenleuchten
- Lichtstudios
- Zubehör
- Farbsehtests



## Messgeräte

- Farbmessgeräte
- Mehrwinkelmessung
- Glanzmessgeräte
- Lichtmessgeräte
- Software
- Zubehör
- Industrierberatung



## Fortbildung

- Seminare
- Workshops
- Vorträge
- Infotage
- Ausstellungsraum
- Inhouse-Seminare
- Schulungsprogramm