

# Tageslicht der Qualität A

## Simulation von Lichtart D65 zur Bauteileprüfung

Eine gleichmäßige Farbgebung ist eines der entscheidenden Kriterien für den Verkaufserfolg eines Produkts. Um das Farbbild sinnvoll überprüfen zu können, wird eine dem Tageslicht entsprechende Ausleuchtung benötigt. Bisherige Lichtkabinen erreichen diese meist nur unzureichend. Mit einer speziellen Lampenanordnung ist es jedoch möglich, die dem Tageslicht entsprechende Lichtart D65 mit sehr hoher Qualität zu simulieren.

Unifarbe wird unmittelbar mit hoher Qualität in Verbindung gebracht und hat einen wesentlichen Einfluss auf unsere Kaufentscheidung. Schwierig umzusetzen ist Unifarbe allerdings bei Mehrkomponentenprodukten. Insbesondere wenn sie aus verschiedenen Materialien bestehen und die einzelnen Bauteile von unterschiedlichen Lieferanten hergestellt werden. Die letzte Beurteilungsinstanz für die Freigabe eines neuen Designs stellt dabei oft das menschliche Auge dar. Um wiederholbare visuelle Ergebnisse zu gewährleisten und für eine sinnvolle Vergleichbarkeit von unterschiedlichen Designs zu sorgen, sind standardisierte Abmusterungsbedingungen notwen-

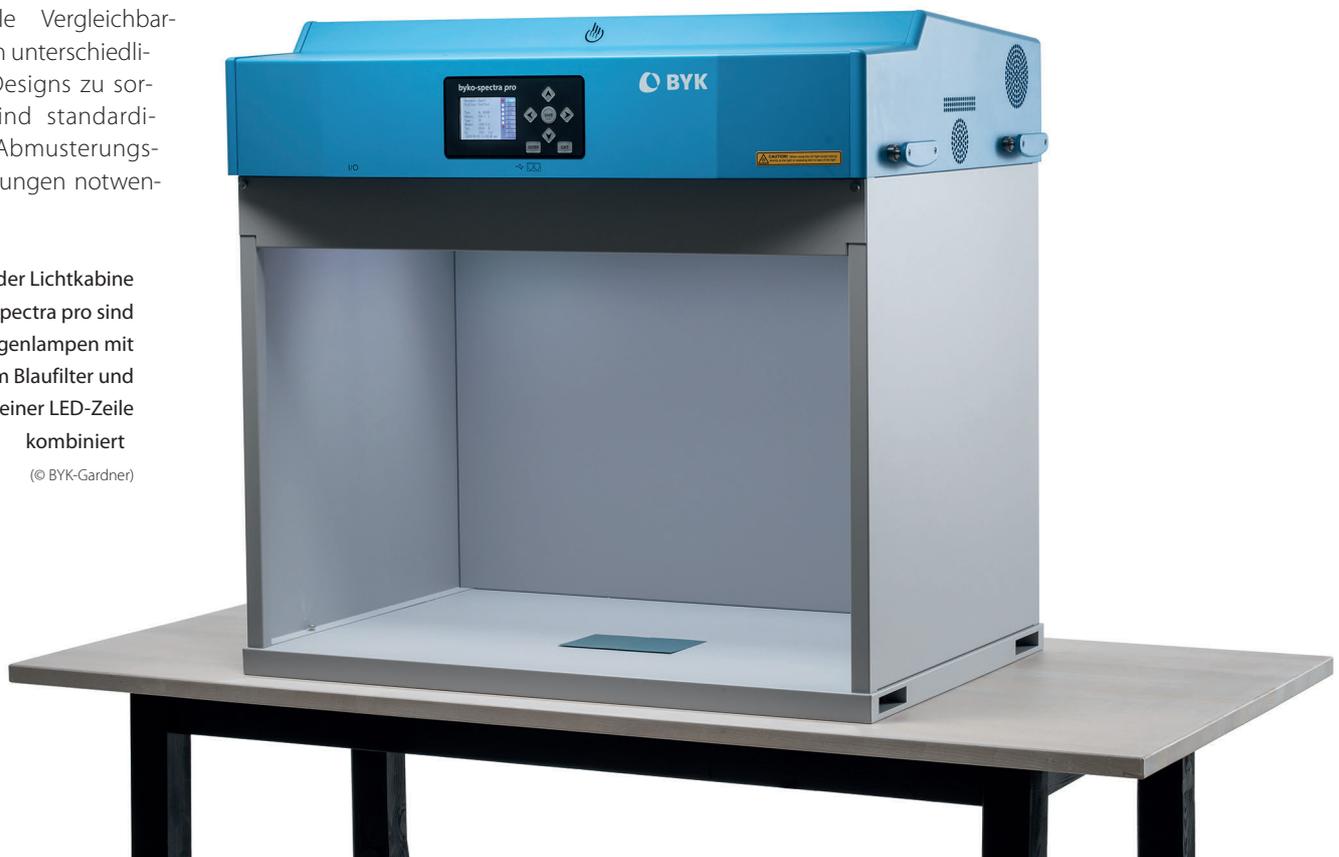
dig. Hergestellt werden können sie zum Beispiel in Lichtkabinen. Entscheidende Rollen spielen dabei die Erzeugung vergleichbarer Lichtverhältnisse und die Auswahl der passenden Lichtart.

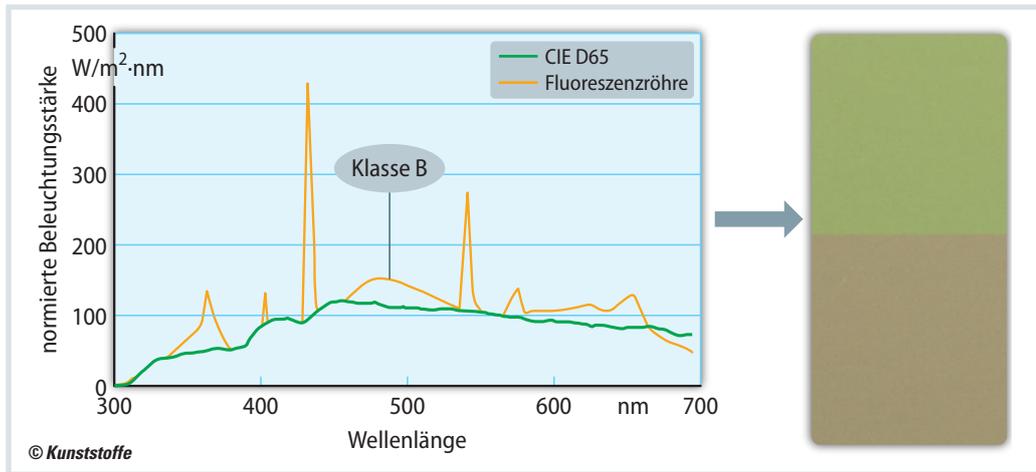
Im Jahr 1964 definierte die CIE (Commission Internationale de l'Éclairage, Internationale Beleuchtungskommission) eine Reihe von Tageslichtarten, die sogenannten D-Lichtarten, durch zahlreiche Messungen von realem Tageslicht. Aus 622 Messungen wurden die theoretischen

Kurven der spektralen Leistungsverteilung des Tageslichts in einem Wellenlängenbereich von 330 bis 700 nm ermittelt. Die CIE-Normlichtart D65 ist der wohl wichtigste Standard in der Industrie für Farbprüfungen. Der Name ergibt sich aus ihrer korrelierten Farbtemperatur (CCT) von 6508 K. Sie entspricht einem durchschnittlichen Tageslicht zur Mittagszeit in West- und Nordeuropa und bildet ebenfalls den UV-Anteil des Sonnenlichts ab.

In der Lichtkabine  
byko-spectra pro sind  
Halogenlampen mit  
einem Blaufilter und  
einer LED-Zeile  
kombiniert

(© BYK-Gardner)





**Bild 1.** Tageslichtsimulation in einer Lichtkabine mit Neonröhren: Es ist ein deutlicher Farbunterschied zwischen den Proben zu erkennen

(Quelle: BYK-Gardner)

Eine große Schwierigkeit besteht darin, dass es gegenwärtig keine D65-Lichtquellen gibt. Für Farbprüfungen muss deshalb ein D65-Simulator entwickelt werden, der der Lichtart D65 so nahe wie möglich kommt. Die Qualität eines Simulators wird in den Qualitätsklassen A bis E angegeben, wobei die Kategorie A für die genaueste Simulation steht.

### D65 möglichst genau simulieren

Als Bewertungsgrundlage dient dafür eine in der CIE-Veröffentlichung 51.2 beschriebene Methode zur Evaluation der Qualität von Tageslichtquellen. Für den sichtbaren Bereich werden dabei fünf theoretische Probenpaare verwendet, wobei jedes Paar aus einer Standard- und einer Metamer-Probe mit einem Metamerie-Index ( $MI_{VIS}$ ) von 0 für die Standardlichtart D65 besteht. Der Metamerie-Index bezeichnet den Abstand ( $\Delta E$ ) zweier Farborte, die den beiden Farbeindrücken in einem dreidimensionalen Farbraum zugeordnet sind. Je höher die Abweichung zwischen dem  $MI_{VIS}$  der Standardlichtart und dem  $MI_{VIS}$  der tageslichtähnlichen Lichtquelle, desto geringer die Qualität der Lichtquelle [1, 3, 4].

In Anlehnung an  $MI_{VIS}$  für den sichtbaren Bereich legt die CIE auch  $MI_{UV}$  für den Fluoreszenzbereich fest. Statt fünf theoretischer metamerer Probenpaare wird hier von drei solchen Paaren ausgegangen. Die Formeln für  $MI_{VIS}$  und  $MI_{UV}$  lauten wie folgt:

$$MI_{VIS} = \sum_{i=1}^5 \Delta E_i / 5 \quad MI_{UV} = \sum_{j=1}^3 \Delta E_j / 3$$

Dabei sind  $\Delta E_i$  und  $\Delta E_j$  Farbunterschiede zwischen dem i-ten und j-ten Paar von

Metameren. Die Klassifizierung von  $MI_{VIS}$  und  $MI_{UV}$  erfolgt gemäß der **Tabelle 1**.  $\Delta E$  berechnet sich nach folgender Formel ( $L^*$  = Helligkeitsachse,  $a^*$  = Grün-Magenta-Achse,  $b^*$  = Gelb-Blau-Achse):

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Wobei gilt:

$$\Delta L^* = L^*_{Probe} - L^*_{Standard}$$

$$\Delta a^* = a^*_{Probe} - a^*_{Standard}$$

$$\Delta b^* = b^*_{Probe} - b^*_{Standard}$$

Um Tageslicht nachzubilden, kommen unterschiedliche Arten von Lampen in den kommerziell verfügbaren Lichtkabinen und Leuchtkästen zum Einsatz. Geräte zur Simulation der Lichtart D65 greifen dabei meist auf Fluoreszenzröhren zurück. Mithilfe einer speziellen Beleuchtungsanordnung aus gefilterten Halogenlampen kombiniert mit LEDs lässt sich nun allerdings die Güteklasse A erreichen.

### Leuchtenkombination statt Fluoreszenzröhren

Abhängig davon, wie gut eine künstliche Lichtquelle die jeweiligen CIE-Normlichtarten nachbildet, kann das Ergebnis für ein Probenpaar sehr unterschiedlich aussehen. In **Bild 1** wird beispielsweise ein Probenpaar in Lichtkabine 1 mit Neonröhren (Farbtemperatur (CT) ca. 6500 K, Farbwiedergabeindex (CRI  $R_9$ ) ca. 96) beurteilt. Die Simulation bildet die Normlichtart D65 in diesem Fall ungefähr mit

der Güteklasse B nach. Der visuelle Unterschied ist bei der Simulation deutlich zu erkennen [2 bis 4].

### Sehr gute D65-Simulation

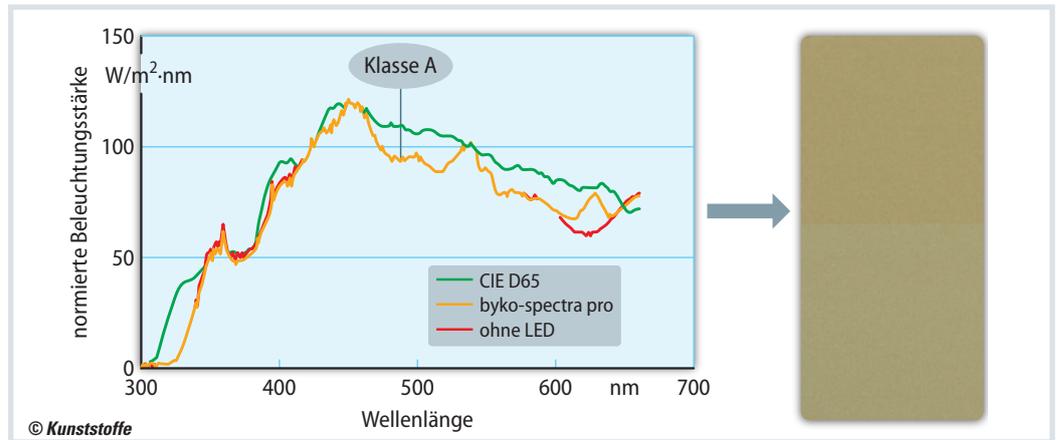
Anschließend wird das verwendete Probenpaar in Lichtkabine 2 (**Bild 2**), der byk-spectra pro (Titelbild) der BYK-Gardner GmbH, Geretsried, beurteilt. Bei diesem Modell werden Halogenlampen mit einem speziell entwickelten Blaufilter und einer LED-Zeile kombiniert. Das Zusammenspiel aus beiden simuliert die CIE-Normlichtart D65 hervorragend (Güteklasse A) ohne jegliche Spitzenauslässe (siehe blaue Kurve in **Bild 2**). Unter diesen Beobachtungsbedingungen ist nur ein kleiner Unterschied beim Probenpaar wahrnehmbar, was der Betrachtung unter natürlichem Tageslicht im Freien entspricht.

Die eingebauten Sensoren in der Lichtkabine kontrollieren zudem ständig die Lampenleistung und passen die Spannung automatisch an, womit die Stabilität des Beleuchtungssystems gewährleistet ist. Zur Kontrolle des Lampenzustands werden die tatsächliche Farbtemperatur, die Lichtintensität und die Lampenbetriebszeit auf dem Display der Lichtkabine angezeigt. Die Lebensdauer der Tageslichtlampe ist auf 600 h verlängert worden, um Wartungsintervalle zu reduzieren.

### Mehrere Lichtarten, eine Lichtkabine

Je nachdem, um welche Produktanwendung es sich handelt, muss Farbe unter verschiedenen Lichtarten beurteilt werden. Die für Metamerie ausgelegte »

**Bild 2.** Tageslichtsimulation in der Lichtkabine byko-spectra pro mit gefilterten Halogenlampen mit und ohne LEDs: Der Farbunterschied zwischen den Proben fällt minimal aus  
(Quelle: BYK-Gardner)



Lichtkabine byko-spectra pro bietet die beiden Tageslichtarten D65 und D75 mit Qualitätsklasse A, eine Glühlampenbeleuchtung (Normlichtart A), drei Leuchtstofflichtarten (CWF, TL84, U30) und UV-Licht für die Farbdifferenz-Bewertung an. Da gestreutes Licht bei der Bewertung von Unifarben von entscheidender Bedeutung ist, wird das Licht mithilfe von Streuscheiben verteilt. Das gewährleistet eine gleichmäßige Beleuchtung über das gesamte Prüffeld. In Übereinstimmung mit internationalen Normen bestehen die Innenwände zum Schutz vor externen Einflüssen aus einem matten, hellen Grau.

Neben der technischen Leistungsfähigkeit einer Lichtkabine spielt auch eine effiziente und komfortable Bedienung für den Anwender eine wichtige Rolle. Das große Farbdisplay ermöglicht nicht nur

das Ändern von Lichtarten, sondern auch eine einfache Menübedienung. Die im Lieferumfang enthaltene Fernbedienung erlaubt das Bedienen der Lampen aus ei-

Kategorie	CIELAB ( $MI_{vis}$ )	CIEUV ( $MI_{uv}$ )
A	<0,25	<0,32
B	0,25 bis 0,5	0,32 bis 0,65
C	0,5 bis 1,0	0,65 bis 1,3
D	1,0 bis 2,0	1,3 bis 2,6
E	>2,0	>2,6

**Tabelle 1.** Kategorisierung von Tageslichtquellen nach CIE entsprechend ihrem  $MI_{vis}$  und  $MI_{uv}$

(Quelle: CIE 51.2, 1999)



**Bild 3.** Die byko-spectra pro ist nicht nur als Lichtkabine, sondern auch als Leuchtkasten verfügbar (© BYK-Gardner)

ner Entfernung von bis zu zehn Metern. Ein sogenannter Sequenzmodus durchläuft automatisch eine vordefinierte Reihenfolge der Lichtarten, um eine volle Konzentration auf die Abmusterung zu ermöglichen.

### **Komplette Fahrzeuge bewerten**

BYK-Gardner bietet die byko-spectra pro sowohl als Lichtkabine als auch als Leuchtkasten (**Bild 3**) an. Die Leuchtkästen können entweder als Set oder als Verbund mehrerer Einzelkomponenten an der Decke angebracht werden. Dadurch ist es möglich, auch einen kompletten Raum auszustatten, um die Farbharmonie von Systemkomponenten oder Endprodukten, wie ganzen Fahrzeugen, zu bewerten. ■

## Die Autorin

**Tinka Zavcer, M.Sc.**, arbeitet im technischen Marketing bei BYK-Gardner.

## Service

### Literatur & Digitalversion

Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/2019-12](http://www.kunststoffe.de/2019-12)