

## Leitfaden

# LED-basierte Allgemeinbeleuchtung in Druckereien

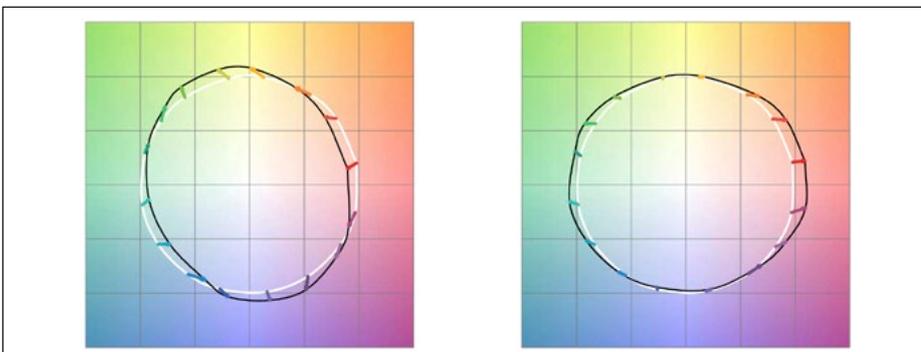
Dieses Fogra-Extra beschreibt die Kriterien für eine „abmusterungsergänzende Allgemeinbeleuchtung“. Diese ermöglichen es Anwendern, beim Lampentausch, bei der Neuausstattung mit LED-Leuchten oder auch bei der vollständigen Neuplanung mittels Lichtmanagement, gleich zu Beginn die korrekten Anforderungen in das Pflichtenheft mit aufzunehmen.

Von Dr. Andreas Kraushaar.

Mit dem Ziel, moderne, energieeffiziente LED-Beleuchtungssysteme auf ihre Eignung zum Einsatz in der grafischen Industrie zu untersuchen, wurden im Rahmen des Fogra-Forschungsvorhabens „Kriterien für LED-basierte Allgemeinbeleuchtung in Druckereien“ (Fogra-Nr. 11.003) sowohl LED-Retrofit-Lampen als auch LED-Leuchten umfassend untersucht. LED-Retrofit-Lampen sind stabförmige LED-Lampen, die für den direkten Austausch der etablierten Leuchtstofflampen gedacht sind. LED-Systeme sind typischerweise als Lichtband oder Panel

ausgeführte LED-Leuchten, die vollständig neu designt sind und so keinerlei Kompromisse hinsichtlich Bauform oder Wärmeabtransport eingehen müssen.

Bei den Untersuchungen für diesen Leitfaden standen diejenigen lichttechnischen Gütekriterien im Zentrum, die für die typischen Sehaufgaben in einer Medienstufe bzw. einer Druckerei maßgeblich sind. Im Schwerpunkt stand die Farbabmusterung, also die kritische Bewertung zweier physischer Vorlagen.



Neben der Darstellung eines Farbwiedergabeindex  $R_a$  (oder des neuen Farbtreueindex'  $R_t$ ) erlaubt eine grafische Darstellung der Farbabweichungen der in 16 Farbgruppen zusammengefassten 99 Testfarben eine deutlich genauere Abschätzung der späteren Farbwiedergabe. Der weiße Kreis repräsentiert die exakte Wiedergabe der 99 Testfarben unter D50 und die farbigen Pfeile die Abweichungen zwischen D50 und der individuellen LED-Lampe. In diesem Fall haben beide Spektren den gleichen Farbwiedergabeindex ( $R_a$ -Wert), sodass man unmittelbar den Vorteil dieser Darstellung erkennt.

## DIE AUTOREN

Dr. Andreas Kraushaar,  
Leiter der Fogra-  
Abteilung Vorstufentechnik

→ Fogra Forschungsinstitut für  
Medientechnologien e.V.  
Einsteinring 1a  
85609 Aschheim b. München  
Deutschland

Telefon  
→ 0049 89 43182-335

E-Mail  
→ [kraushaar@fogra.org](mailto:kraushaar@fogra.org)

## GEMEINSAM MIT:

Technische Universität Ilmenau  
→ [www.tu-ilmenau.de](http://www.tu-ilmenau.de)



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
ILMENAU

Dieser Leitfaden wurde im Rahmen des Fogra-Forschungsvorhabens „Kriterien für LED-basierte Allgemeinbeleuchtung in Druckereien“ herausgegeben. Das IGF-Vorhaben 18340 BG des Fogra Forschungsinstituts für Medientechnologien e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Die Arbeiten wurden gemeinsam vom Fogra Forschungsinstitut für Medientechnologien e.V. und der TU Ilmenau durchgeführt.

## THEMENWEBSITE

Weitere ausführliche Informationen finden Sie hier:

→ <https://www.fogra.org/LED/>

Weitere Infos auf [www.fogra.org](http://www.fogra.org)

Im Hinblick auf eine mögliche Verschlechterung von Gleichmäßigkeit und Beleuchtungsniveau durch den Austausch etablierter, nach allen Seiten abstrahlender Leuchtstofflampen durch „LED-Retrofit-Lampen“, welche einen engeren Lichtaustrittskegel aufweisen, konnten keine nennenswerten Einschränkungen wie „Zebra-Effekte“ gefunden werden.

Die untersuchten LED-Retrofit-Lampen zeigen für druckereitypische Leuchten mit Reflektoren ähnliche Werte wie bei Leuchtstofflampen. Für die untersuchten LED-Leuchten wurde keine nennenswerte Beeinträchtigung im Hinblick auf ihre Flimmerneigung festgestellt. Höhere Leuchtdichten führen beim Einsatz von LED-Lampen zu einer höheren Blendung. Eine im Rahmen des zweijährigen Forschungsprojekts (ausführlicher Bericht bei der Fogra erhältlich!) entwickelte Farbtabelle ermöglicht die Praxisbewertung der Farbwiedergabe. Bei den untersuchten Lampen und Leuchten ist sie im Allgemeinen gut. Lediglich der fehlende UV-Anteil macht diese Lampen für die kritische Abmusterung fluoreszierender Oberflächen unbrauchbar. Aus allen durchgeführten Bewertungen wurden folgende Kriterien für eine „abmusterungsergänzende Allgemeinbeleuchtung“ abgeleitet:

## Leitfaden für den Einsatz von LED-Beleuchtung

### Allgemeine Empfehlung

- Bei allen Anschaffungen ist darauf zu achten, dass wesentliche (auch vom Gesetzgeber geforderte) Informationen vorhanden sind. Hierzu zählen:
  - CE-Kennzeichnung
  - Ein Datenblatt, das die wesentlichen lichttechnischen Parameter wie Lichtstrom, Lichtausbeute, UGR-Wert sowie die Angaben zur Haltbarkeit, den LM-Wert, umfasst
  - Angabe des Spektrums als grafische Darstellung oder besser als Datensatz
  - Darstellung des Farbkreises nach CIE 224:2017

### Empfehlungen zur Lichtstärkeverteilung

- Die Leuchtdichte von LED-Lampen mit opalem Lampenkolben ist im Mittel bis zu einem Faktor 4 höher als die mittlere Leuchtdichte von Leuchtstofflampen. Bei Wechsel zu LED-Lampen ist mit höherer Blendwirkung zu rechnen.
- LED-Lampen mit einem klaren Lampenkolben zeigen hohe Leuchtdichtekontraste zwischen hellen und dunklen Flächen innerhalb der Lampe bei sehr hohen punktuellen Leuchtdichten (bis zu 60-facher Helligkeit im Vergleich zur Leuchtstofflampe). Beim Blick in solche Lampen ist mit sehr störender bis unerträglicher Blendung zu rechnen. Außerdem können störende Reflexe bei Spiegelung auf glänzenden Oberflächen (wie z. B. bei Bildschirmen und Bedienpanels) auftreten. Hier sind Entblendungsmaßnahmen erforderlich oder man verzichtet vollständig auf klare Lampenkolben.
- Soll ein Leuchtmittel mit sichtbaren LEDs (also klarem Lampenkolben) verwendet werden, sollte unbedingt eine Praxisinstallation samt Mitarbeiterbefragung erfolgen.
- Für LED-Lampen, die nur in einen Halbraum abstrahlen (halber Abstrahlwinkel  $< 90^\circ$ ), sind Reflektoren in den Leuchten („alte“ Reflektoren) nahezu wirkungslos. Beim Lampentausch ist der vorhandene Reflektor hinsichtlich der Materialität somit sekundär. Wichtig ist der Zustand der elektrischen Verkabelung, insbesondere der Zustand des Sockels. Es kommt vor, dass diese spröde sind und die schweren LED-Lampen nach einer gewissen Erwärmung aus den Fassungen fallen.
- Es ist darauf zu achten, dass die Lampenlichtströme der Austausch-LED-Lampe vergleichbar zum Lampenlichtstrom der zu ersetzenden Leuchtstofflampe sind.
- Eine breite Abstrahlcharakteristik ist beim Vergleich unterschiedlicher LED-Lampen empfehlenswert (für LED-Lampen, die nur in einen Halbraum abstrahlen, wirken die Reflektoren in den Leuchten kaum). Lichtverteilungen der Leuchten für LED-Lampen mit breiter Abstrahlcharakteristik sind denen von Leuchten mit Leuchtstofflampen am ähnlichsten. Bei

vergleichbaren Leuchtenlichtströmen sind ähnliche Beleuchtungsniveaus und Gleichmäßigkeiten zu erwarten.

### Empfehlungen zur Farbwiedergabe

- Ein allgemeiner Farbwiedergabeindex von  $R_a \geq 85$  ist für die abmusterungsergänzende Allgemeinbeleuchtung nötig. Optimal ist ein  $R_a > 90$ .
- Die speziellen Farbwiedergabeindizes, insbesondere R9 (Rot) und R12 (blau), sollten zusätzlich berücksichtigt werden. Sie sollten  $> 80$ , mindestens jedoch  $> 50$  sein.
- Das neue Verfahren CIE  $R_f$  (Farbtreueindex) ist dem IES-TM30-Verfahren und dem Bezug auf D50 wegen der internationalen Akzeptanz vorzuziehen. Der nationale TM30-15-Standard kann nicht empfohlen werden, da er bei der Berechnung der jeweiligen Referenzlichtart zwischen 4500 K und 5500 K interpoliert. Somit wird diese niemals exakt der in der Druckindustrie vorgeschriebene Normlichtart D50 entsprechen. Die CIE 224:2017 hat diese Berechnung korrigiert, ebenso die aktuelle Revision des nationalen TM30-Standards (TM30-18).
- Der Farbtreueindex  $R_f$  an sich bringt für die eingesetzten Leuchtstoffkonvertierten Weiß-LEDs keinen unmittelbaren Zusatznutzen. Aber die grafische Aufbereitung der Farbabweichungen als Farbkreis (der 99 Testfarben; s. Abb.) ist sehr anschaulich und sollte bei jeder Beleuchtungsanalyse vor und nach der Installation betrachtet werden.
- Bei der Wahl zwischen Leuchtstofflampen und Leuchtstoffkonvertierten Weiß-LEDs sind hinsichtlich Farbumschlängigkeit meist die LEDs zu bevorzugen, da sie für typische Druckproben eine deutlich geringere Metamerie aufweisen.

### Empfehlungen zur Flimmerneigung

- Die Hauptfrequenz sollte über 400 Hz liegen.
- Alle weiteren Parameter der Lichtwellenlänge sind gegenwärtig mit großem Vorbehalt zu interpretieren.
- Direktes Flimmern ist meist kein Problem – bei Anwendungen mit indirektem Flimmern (Stroboskopeffekte) muss eine Testinstallation erfolgen.