

# Digitalluxmeter für universelle Anwendungen

Mit der nationalen Umsetzung der europäischen Richtlinie für die Gestaltung von Arbeitsplätzen wird ein Nachweis über das Einhalten der vorgeschriebenen Beleuchtungsstärkewerte zwingend erforderlich. Im Beitrag wird eine kostengünstige Variante vorgestellt, mit einem Gerät notwendige licht-technische Größen zu messen.

## Beleuchtungsstärkemesser

**Grundanforderungen.** In der überarbeiteten Arbeitsstätten-Richtlinie ASR „Künstliche Beleuchtung“ werden Mindestbeleuchtungsstärkewerte an Arbeitsplätzen vorgegeben. Eine Messung der Werte ist eine unbedingte Voraussetzung für den geforderten Nachweis. Hierzu sind Messgeräte erforderlich, die auf Grund ihrer Bauweise und Eigenschaften bei der Anwendung aller üblichen Lichtquellen (Tageslicht, Glühlampen, Entladungslampen) genaue Werte erfassen können. Für die Betriebsmessungen müssen diese Geräte der Güteklasse B nach DIN 5032, Teil 7 entsprechen und einen Gesamtmessfehler von kleiner als  $\pm 10\%$  aufweisen. Dabei sind die wichtigsten Einzelfehler für die Anpassung an die Hellempfindlichkeitskurve des menschlichen Auges ( $V(\lambda)$ -Kurve) mit  $< 6\%$  und die kosinusgetreue Bewertung des schräg einstrahlenden Lichts mit  $< 3\%$  einzuhalten.

**Erweiterte Anforderungen.** Neben diesen Anforderungen sind darüber hinaus noch folgende Forderungen an einen modernen Beleuchtungsstärkemesser zu stellen:

- linearer Zusammenhang zwischen Beleuchtungsstärke und Fotostrom,
- geringe Temperaturabhängigkeit, Alterung und Ermüdung des Lichtsensors,
- Bewertung des zeitlich linearen Mittelwertes bei welligem Licht gemäß dem Talbot-Plateau'chen Gesetz (z. B. bei Wechselstrom betriebene Entladungslampen),

- großer Messbereich, so dass mit nur einem Gerät Messungen im Bereich von 0,01 lx bis 200 000 lx ohne Anwendung von Schwächungsfiltern und Korrekturfaktoren möglich sind,
- Fehlerfreie Ablesung der Messergebnisse durch digitale Messwertanzeige.

## Messgerät

Das im Bild 1 dargestellt portable Digitalluxmeter „Minilux“ erfüllt die Forderungen der  $V(\lambda)$ -Anpassung mit einem Fehler von  $f_1 \leq 5\%$  und der kosinusgetreuen Bewertung mit  $f_2 \leq 1\%$ . Dazu werden im Gerät zwei Präzisions-Operationsverstärker mit extrem kleinen Biasstrom eingesetzt, um sowohl der Forderung nach einer hohen Messempfindlichkeit (Auflösung = 1 mlx) als auch der Bewertung des zeitlich linearen Mittelwertes von gepulsten Natrium-Xenon-Hochdrucklampen mit einem Lichtstrom-Verhältnis  $\Phi_{\max}/\Phi_{\min} = 20 : 1$  zu entsprechen. Der erste Verstärker sorgt für die Bereichsumschaltung und der zweite arbeitet als mittelwertbildender aktiver Tiefpassverstärker. Das Gerät gibt es in der Ausführung mit angebautem Fotoelement und mit einem über eine Messleitung verbundenen Fotoelement.

**Technische Daten.** Wichtige technischen Daten des Digitalluxmeters „Minilux“ sind:

- lichtempfindliche Fläche des Fotoelements 10 mm Ø;
- 1 mlx Auflösung bis 199 900 lx mit den in Tafel 1 aufgeführten sechs Messbereichen.
- Crestfaktor (Scheitelwert) 15;



**1** Digitalluxmeter „MINILUX“ Fotoelement (über Messleitung verbunden) Vorsatz für Leuchtdichtemessung (Tubus, oben im Bild) Quelle: www.mx-electronic.com

## Leuchtdichtemessung möglich

Mit einem vorsetzbaren Tubus (Bild 1, oben) kann mit dem Beleuchtungsstärkemesser auch eine Leuchtdichtemessung in einem Bewertungswinkel von  $13^\circ$  vorgenommen werden. Dabei sind Leuchtdichtewerte in sechs Bereichen von  $1 \text{ cd/m}^2$  bis  $19,99 \cdot 10^6 \text{ cd/m}^2$  messbar.

## Reflexionsgradbestimmung.

Durch die Messmöglichkeit von Beleuchtungsstärke und Leuchtdichte mit einem Gerät kann der Reflexionsgrad von diffus reflektierenden Flächen (matte Wände, Decken, Arbeitsflächen) bestimmt werden:

$$\rho = \frac{L \left[ \frac{\text{cd}}{\text{m}^2} \right] \cdot \pi}{E [lx]}$$

Gerade die Realisierung der Werte der in der Beleuchtungsplanung angenommenen Reflexionsgrade ist relativ unsicher. So kann die Möglichkeit einer nachträglichen Bestimmung der tatsächlichen Werte Aufschluss über Planung und Ausführung bringen. R. Baer

- 9-Volt-Lithium-Blockbatterie mit 1,2 Ah (Betriebszeit von etwa 500 Stunden);
- 2 Analogausgänge zur Messung des Zeitverlaufs der relativen Beleuchtungsstärke mit einem Oszilloskop oder für PC, Schreiber usw.;
- 4-Sekunden-Selbstauslöser mit Anzeige-Haltefunktion und Display-Beleuchtung (geeignet für abschattungsfreie Notbeleuchtungsmessung);

**Tafel 1** Messbereiche des Digitalluxmeter „Minilux“

Messbereich	Anwendungsgebiet
0.000 ... 1.999 lx	Notbeleuchtung
00.00 ... 19.99 lx	Straßenbeleuchtung
000.0 ... 199.9 lx	Innenraumbeleuchtung
0.000 ... 1.999 klx	Innenraumbeleuchtung
00.00 ... 19.99 klx	Tageslichtbeleuchtung
000.0 ... 199.9 klx	Tageslichtbeleuchtung