

Diese Fachbeitragsserie entsteht in
Zusammenarbeit mit den Licht-
Profis von Ledvance



Es werde Licht! (II)

UNSERE FACHBEITRAGSSERIE BESCHÄFTIGT SICH MIT WESENTLICHEN THEMEN RUND UMS LICHT BZW. DIE RICHTIGE BELEUCHTUNG. TEIL II SCHLIESST DIE ERKLÄRUNG DER VERPACKUNGS-ICONS AB UND LIEFERT EINE GRUNDLEGENDE ÜBERSICHT DER GRÖSSEN UND BEGRIFFE DER LICHTTECHNIK.

Die Planung einer Beleuchtungsanlage setzt die Kenntnis grundsätzlicher Begriffe und Größen der Lichttechnik voraus.

Der **Lichtstrom** gibt an, wie viel Licht eine Lichtquelle in alle Richtungen abgibt. Er kennzeichnet die gesamte Lichtleistung und wird in Lumen (lm) gemessen. Der Lichtstrom gilt als Maßstab für die vom menschlichen Auge wahrgenommene Gesamthelligkeit eines Leuchtmittels. Im LED-Zeitalter ersetzt die Lumenangabe zunehmend die Wattzahl, die früher bei der Glühlampe als Maß der Helligkeit galt.

Bei Glühlampen basierte die Helligkeit des von der Lichtquelle emittierten Lichts

auf der Wattzahl. Wenn man eine helle Lampe benötigte, wurde eine 100-Watt-Glühlampe gekauft: Das bedeutete, dass 100 Watt Leistung die gleiche Menge an Licht erzeugen. Bei LED-Lampen sagt die Wattzahl zwar immer noch etwas über die verbrauchte Leistung aus, aber sie bestimmt nicht die Helligkeit des emittierten Lichts. Für die Lichtplanung zählt hier der **Leuchtenlichtstrom**, der – im Gegensatz zum Lampenlichtstrom – bereits durch das Leuchtendesign bedingte Verluste berücksichtigt. (Hinweis: Eine 100-Watt-Glühlampe kann durch eine LED-Lampe mit 11 W und ca. 1.500 Lumen ersetzt werden, um die gleiche Helligkeit zu erreichen.)

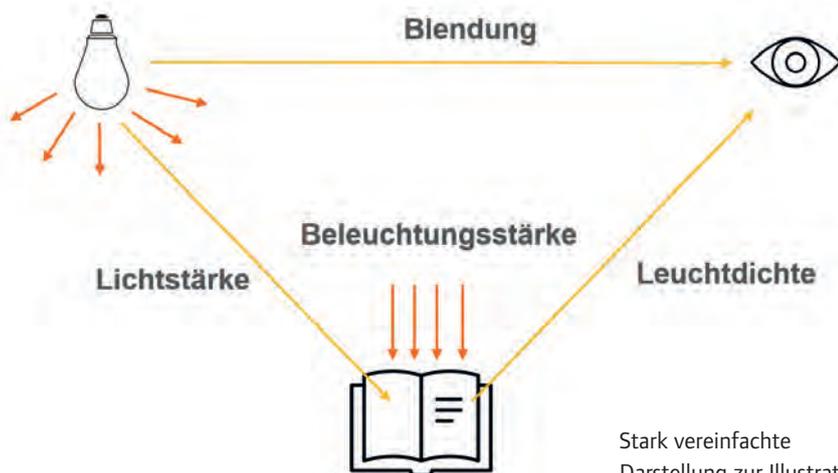
Für die Berechnung der Lichtver-

teilung in einer Beleuchtungsanlage ist die Kenntnis des Lichtstroms allerdings nicht ausreichend; hier muss die Verteilung des Lichtstroms pro Raumwinkel bekannt sein. Die **Lichtstärke** ist also der Teil des Lichtstroms, der in eine bestimmte Richtung strahlt. Sie wird in Candela (cd) gemessen.

Die **Beleuchtungsstärke** beschreibt, wie viel Licht auf eine Fläche fällt. Dazu wird der Quotient aus dem Lichtstrom und der beleuchteten Fläche bestimmt. Einheit für die Beleuchtungsstärke ist Lumen pro Quadratmeter; in der Maßeinheit Lux (lx) angegeben. Die Beleuchtungsstärke lässt sich in jeder virtuellen Ebene im Raum berechnen oder einfach mit einem Luxmeter messen.

Die **Leuchtdichte** kann vom Auge wahrgenommen werden. Sie bestimmt den Helligkeitseindruck einer Fläche, der von Farbe und Material abhängt. Die Einheit der Leuchtdichte ist cd/m^2 . Die Leuchtdichte wird in der Außenbeleuchtung als Planungsgröße verwendet. Für vollkommen diffus reflektierende Oberflächen in Innenräumen kann die Leuchtdichte aus der Beleuchtungsstärke in Lux und dem Reflexionsgrad berechnet werden.

Der **Reflexionsgrad** besagt, wie viel Prozent des auf eine Fläche treffenden Lichtstroms reflektiert wird. Er ist eine wichtige Größe für die Berechnung der



Stark vereinfachte
Darstellung zur Illustration.



Tunable-White: Eine Lichtquelle mit Tunable-White-Option kann die Lichtfarbe ändern. Diese wird entweder automatisch angepasst oder manuell. Die Lichtquelle enthält zwei verschiedene LEDs, von denen eine kaltweiß und die zweite eine warmweiße Lichtfarbe hat. Durch das Mischen dieser Farben in einem bestimmten Verhältnis zueinander entstehen unterschiedliche Bereiche weißen Lichts aus derselben Lichtquelle.



RGBW: Durch die Farbmischung mit drei LED-Chips in verschiedenen Farben (Rot, Grün, Blau) kann die Lichtquelle alle Farben aus dem Farbdreieck realisieren. Die dedizierte Steuerung ermöglicht sogar die Einstellung von Sequenzen, die manuell oder automatisch gesteuert werden können. RGB+W enthält eine weitere weiße Lichtquelle, um weiße Farbe zu erzeugen.



Farbwiedergabeindex (CRI): Das menschliche Auge nimmt Wellenlängen zwischen 380 und 760 nm wahr. Sonnenlicht hat das homogenste Lichtspektrum.



Das bedeutet, dass die Authentizität der Farben bei Tageslicht am besten ist. Der Farbwiedergabeindex (CRI) ist ein Maß für die Farbgenauigkeit und wird als Zahl auf einer Skala bis 100 ausgedrückt, wobei 100 „ausgezeichnet“ bedeutet. Je höher die Zahl, desto genauer kann die Lichtquelle die Farben eines Objekts wiedergeben.

Sonnenlicht hat den höchsten CRI-Wert mit 100, da es die wahren Farben eines Objekts zeigt (siehe Apfel rechts). Andere Lichtquellen werden mit diesem natürlichen Lichtstandard verglichen (linker Apfel: CRI > 80).

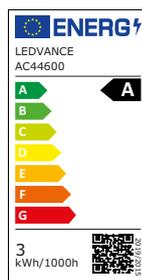
Eigenschaften einer Lichtquelle: Alle wesentlichen Eigenschaften einer Lichtquelle werden auf der Verpackung mittels Symbolen bzw. Icons dargestellt.

Innenraumbeleuchtung. Dunkle Oberflächen benötigen eine hohe, hellere Oberflächen eine geringere Beleuchtungsstärke, um den gleichen Helligkeitseindruck zu erzeugen. In der Straßenbeleuchtung ist darüber hinaus auch die räumliche Verteilung des reflektierten Lichtes aufgrund des richtungsabhängigen Reflexionsgrades (zum Beispiel einer abgefahrenen Straßenoberfläche) eine wichtige Planungsgröße.

Die **Lichtausbeute** ist das Maß für die Effizienz von Lichtquellen. Sie gibt an, wieviel Energie für einen bestimmten Lichtstrom aufgewendet werden muss und wird in Lumen pro Watt (lm/W) angegeben. Dabei gilt: Je höher dieser Wert, desto effizienter ist das Leuchtmittel. In der Praxis ist allerdings die Effizienz des gesamten Systems aus Lichtquelle, Leuchte, Optiken und Betriebsgeräten entscheidend. Generell gilt: Je höher die Effizienz, desto effektiver ist die Lampe bzw. Leuchte, verbraucht weniger Strom und ist umweltfreundlicher. Glühlampen verbrauchen viel Energie, die größtenteils in Wärme statt in Licht umgewandelt wird. LED-Lampen sind effizienter, da ihr gesamtes Licht in den Raum abgegeben wird, sie haben eine hohe Energieeffizienz und eine lange Lebensdauer. Allerdings werden bei LEDs mitunter sehr hohe Lichtausbeute-Werte genannt, die im Labor unter idealen Bedingungen entstanden sind und sich im praktischen Betrieb nicht halten lassen.



Farbtemperaturtoleranz (SDCM): Beim Einsatz von LEDs in langen Reihen sind bereits kleine Unterschiede in der Farbe des weißen Lichts sichtbar. Die Standard Deviation Color Matching (SDCM), auch MacAdam-Ellipsen genannt, wird verwendet, um eine einheitliche Lichtfarbe sicherzustellen. Damit wird definiert, wie ähnliche Farben einander entsprechen. Wenn die Abweichung nämlich zu groß ist, können Unterschiede mit dem menschlichen Auge erkannt werden. **1:** Fast niemand wird einen Farbunterschied erkennen können. **2 bis 4:** Nur wenige können es unterscheiden. **5 bis 7:** Kann durch viele/die meisten unterschieden werden. Für Premium-Produkte ist ein dreistufiger MacAdams-Ellipsenunterschied akzeptabel.



Energieetikett: Basierend auf der Gesamtnetzeffizienz wird dem Produkt seine Energieeffizienzklasse zugeordnet, die auf dem Energieetikett zu finden ist.

Die **Blendung** ist lästig. Sie kann direkt von den Lampen oder indirekt von Reflektoren auf glänzenden Flächen ausgehen. Blendung ist abhängig von der Leuchtdichte und Größe der Lichtquelle, ihrer Lage zum Betrachter, der Helligkeit des Umfeldes und des Hintergrunds. Durch die richtige Anordnung und Abschirmung der Leuchten und die Auswahl heller Farben und matter Oberflächenstruktur der Raumflächen kann Blendung so gering wie möglich gehalten werden – ganz zu verhindern ist sie allerdings nicht. In der Straßenbeleuchtung ist Direktblendung

ein Sicherheitsthema und muss vermieden werden. Im Büro geht es vor allem darum, an Bildschirmarbeitsplätzen Reflexblendung im Sinne guter Ergonomie auszuschließen.

UGR steht für **Unified Glare Rating**. Es handelt sich um einen internationalen Index gemäß der Norm EN12464-1, der die Blendung und deren empfohlenes Maximum für verschiedene Situationen beschreibt. Bei einem UGR-Rating von unter 13 spricht man von „keiner oder irrelevanter Blendung“, bei einem UGR-Rating von über 28 von „hoher Blendung“.