REGIOLUX

21
22

LICHT
SYSTEME

MOTOR
HARLEY-DAVIDSON
CYCLES

TECHNISCHE **INFORMATIONEN**

Preisgültigkeit/Haftungsausschluss 2

Light Control 6

Erklärungen 734

1. Die Qualität des Lichts 736

2. Lichttechnische Grundgrößen 737

3. Beleuchtungsplanung 738
   3.1 Voraussetzungen 738
   3.2 Normen 738
   3.3 Besondere Anforderungen 740
   3.4 Wartungsfaktor 740

4. Gütemerkmale für gutes Licht 741
   4.1 Beleuchtungsniveau 741
   4.2 Leuchtdichteverteilung 741
   4.3 Begrenzung der Blendung 741
   4.4 Lichtrichtung und Schattigkeit 742
   4.5 Lichtfarbe und Farbwiedergabe 742
   4.6 Biologisch wirksames Licht 743
   4.7 Energieeffizienz 743

5. Energieeffizienz 744
   5.1 Gebäudeenergiegesetz 744
   5.2 DIN V 18599 744
   5.3 Energieaudit 744
   5.4 Zeitgerechte Beleuchtungsanlagen 744
   5.5 Energieverbrauchskennzeichnung 744

6. Leuchtmittel 746
   6.1 LED 746

7. Elektrotechnik 749
   7.1 Maximale Leuchtenanzahl je Stromkreis 749
   7.2 Notlicht 749

8. Leuchten 750
   8.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch 750
   8.2 Besondere Betriebsbedingungen 750
   8.3 Leuchtenoptiken und deren Anwendung 752
   8.4 Wartung 754
   8.5 Sonderleuchten und Modifikationen 754
   8.6 Prüfzeichen, Schutzklasse und Schutzart 754

9. Entsorgungshinweise 756

10. Geschäftsbedingungen 756

ERKLÄRUNGEN

Betriebsgeräte

Abk.	Beschreibung
ET	Elektronischer Treiber, nicht dimmbar
ETM	Elektronischer Treiber Multi, nicht dimmbar (einstellbare Lichtstufen)
DALI	Elektronischer Treiber, DALI, dimmbar
DALI DT8	Elektronischer Treiber, DALI, dimmbar, Änderung der Lichtfarbe (Tunable white)
LC.	Gerät mit integrierten LC-Komponenten speziellen Typs
M.	Mastereinheit Typ 1-N
S.	Sensoreinheit Typ 1-N
NL-B1, NL-B3	Notlicht Einzelbatterie; 1=1h, 3=3h
NL-ZB	Notlicht Zentralbatterie

Deckensysteme

	Für Decken mit sichtbaren T-Schienen
	Für verdeckt symmetrische Schienenkonstruktionen
	Für verdeckt asymmetrische Schienenkonstruktionen
	Für ausgeschnittene Decken
	Für Paneeldecken, Modul 100, 150, 200
	Ausschnittsmaß für abgehängte Decken

Icons/Ausstattungsmerkmale

	Ausstattung mit Sensorik verfügbar
	Ausstattung mit Notlichteinheit verfügbar
ZB	Sicherheitsleuchte für Zentralbatterie
B3	Sicherheitsleuchte Einzelbatterie 3 h
B3S	Sicherheitsleuchte Einzelbatterie 3 h, Selbsttest
B3C	Sicherheitsleuchte Einzelbatterie 3 h, zentralüberwacht
	Leuchten für HCL (human Centric Lighting)
IoT	Leuchten geeignet für IoT (Internet of Things)
α	Ausstrahlungswinkel
ETM	Multilumentreiber mit einstellbarem Lichtstrom

Materialien

Abk.	Beschreibung
A03S-U	Anerkannter nationaler Leitungstyp: Bemessungs-spannung 300 V bis 300 V; Isolierwerkstoff Silikon-Kautschuk, wärmebeständig bis +180° C; Leiter eindrähtig, rund
ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymerisat
Al	Aluminium
AlMgSi	Aluminium-Magnesium-Silicium (Strangpressprofil)
Cu	Kupfer
EPDM	Synthetischer Kautschuk
Glas	Glas
Glas matt	Glas mattiert
Glas (ESG)	Einscheiben-Sicherheits-Glas
H03VV-F	Harmonisierte Leitung: Bemessungsspannung 300 V bis 300 V; Isolierwerkstoff PVC, wärmebeständig bis +70° C; Mantelwerkstoff PVC, wärmebeständig bis +70 °C; Leiter feindrähtig, flexibel
H05HH-F	Harmonisierte Leitung: Bemessungsspannung 300 V bis 500 V; Isolierwerkstoff flache, aufteilbare Leitung; Mantelwerkstoff flache, aufteilbare Leitung; Leiter feindrähtig, flexibel
H05S-U	Harmonisierte Leitung: Bemessungsspannung 300 V bis 500 V; Isolierwerkstoff Silikon-Kautschuk, wärme-beständig bis +180° C; Leiter eindrähtig, rund
H05V2-U	Harmonisierte Leitung: Bemessungsspannung 300 V bis 500 V; Isolierwerkstoff PVC, wärmebeständig bis +90° C; Leiter eindrähtig, rund
H05VV-F	Harmonisierte Leitung: Bemessungsspannung 300 V bis 500 V; Isolierwerkstoff PVC, wärmebeständig bis +70° C; Mantelwerkstoff PVC, wärmebeständig bis +70 °C; Leiter feindrähtig, flexibel
H07V2-U	Harmonisierte Leitung: Bemessungsspannung 450 V bis 750 V; Isolierwerkstoff PVC, wärmebeständig bis +90° C; Leiter eindrähtig, rund
Inox	Edelstahl (nicht näher definiert)
Inox V2A	Edelstahl (Legierungs-Typ 1.4301 bzw. X5CrNi18-10)
Inox V4A	Edelstahl (Legierungs-Typ 1.4401 bzw. X5CrNi-Mo17-12-2)
Mix	Diverse Materialien
PA	Polyamid
PC	Polycarbonat
PMMA	Polymethylmethacrylat (Acrylglas)
Polymer	Kunststoff (nicht näher definiert)
Polymer klar	Kunststoff (glasklar)
Polymer verstärkt	Kunststoff (mit Beimischung von Verstärkungsstoffen)
PS	Polystyrol
PVC	Polyvinylchlorid
StZn	Stahl mit Zinkbeschichtung

Farbcode

Abk.	Beschreibung
al	aluminium
aeh	aluminium hochglanz
aes	aluminium mattglanz
aen	aluminium natur eloxiert
ap	aluminium pressblank
am	anthrazit metallic
bl/cr	blau chromatiert
cr	chrom
eg	edelstahl, gebürstet
ge/cr	gelb chromatiert
ga	graualuminium
hg	hellgrau
hgl	hochglanz
kg	kieselgrau, RAL 7032
kgm	kieselgrau metallic, RAL 7032
kl	klar
me	metallisch
op	opalweiß
sw	schwarz, RAL 9005
si	silber
sg	silbergrau, RAL 9006
tz	transluzent
tp	transparent
vw	verkehrsweiß, RAL 9016
ws	weiß
wa	weißaluminium, RAL 9006

1. DIE QUALITÄT DES LICHTS

Der Lichtplanung steht heute eine Vielzahl von Leuchtmitteln und damit Instrumenten zur Verfügung, die eine den menschlichen Bedürfnissen angepasste Beleuchtung ermöglicht. Schon in den fünfziger Jahren sind die ersten Ansätze einer qualitativ hochwertigen Lichtplanung verfolgt worden. Der Pionier auf dem Feld einer neuen Beleuchtungsphilosophie war Richard Kelly. Seine Systematisierung der Lichtwirkungen findet bis heute Anerkennung. Richard Kelly löste sich von der Vorgabe einer einheitlichen Beleuchtungsstärke, die bisher als das Zentralkriterium der Lichtplanung gesehen wurde. Die Frage nach der Lichtquantität ersetzte er durch die Frage nach der Qualität des Lichts. Er suchte nach Kriterien, die Beleuchtung nach den Wahrnehmungsprioritäten des Betrachters zu differenzieren. Aus dieser Überlegung ist eine Systematisierung entstanden, in der Kelly drei Grundfunktionen der Beleuchtung unterscheidet.

[Licht zum Sehen]

Licht zum Sehen entspricht in etwa der üblichen quantitativen Vorstellung von Licht. Es wird eine Grundbeleuchtung erzeugt, die zur Wahrnehmung der gegebenen Sehaufgaben ausreichend ist. Dies kann die Wahrnehmung von Objekten oder Gebäudestrukturen sein, die Orientierung in einer Umgebung oder die Orientierung bei einer Fortbewegung. Anders jedoch als bei der quantitativen Lichtplanung, ist **Licht zum Sehen** nicht das Ziel, sondern die Grundlage einer weitergehenden Lichtplanung.

[Licht zum Hinsehen]

Licht zum Hinsehen geht nach Kellys Theorie über eine Grundbeleuchtung hinaus und berücksichtigt die Bedürfnisse des Menschen in der jeweiligen Umgebung. Diese Art der Beleuchtung setzt Prioritäten für die menschliche Wahrnehmung: Zuerst werden Objekte erkannt, die im Raum am hellsten ausgeleuchtet sind, erst danach ergänzt der Betrachter diese um die dunkleren Objekte im Raum. Anders als bei einer gleichmäßigen Beleuchtung strukturiert das Licht zum Hinsehen die visuelle Umgebung in helle und dunkle Zonen. Sie kann schnell und eindeutig differenziert und verstanden werden. Der Blick des Betrachters kann auf einzelne Objekte oder Bereiche im Raum gelenkt werden. Dieses Prinzip hilft nicht nur bei der Orientierung in Räumen, es kann auch bei der Präsentation von Waren und ästhetischen Objekten genutzt werden.

[Licht zum Ansehen]

Licht zum Ansehen beleuchtet nicht nur die Objekte oder vermittelt eine Information – das Licht ist selbst das Objekt der Betrachtung. In dieser Abwandlung trägt das Licht selbst zu ästhetischer Wirkung des Raumes bei, sorgt für Stimmung und Atmosphäre. Das Licht zum Ansehen kann durch eine Kerzenlampe oder ein Lichtobjekt entstehen. Es kann auch die Brillanz des Lichtes selbst sein, die durch das Beleuchten von bestimmten Materialien sichtbar wird.

Um diese 3 Grundfunktionen der Beleuchtung in der Lichtplanung umzusetzen, bietet die Industrie eine breite Palette von Leuchtmitteln, die in verschieden ausgebildeten Leuchtenkörpern eingesetzt werden. Das Design der Leuchten hat dabei nicht nur eine ästhetische Funktion, sondern wird von den lichtlenkenden Optiken beeinflußt, die für präzise Lichtführung und Entblendung sorgen. So ausgestattet kann der Lichtplaner qualitativ mit Licht arbeiten.

Die Allgemeinbeleuchtung, die das **Licht zum Sehen** bereitstellt, kann mit direkt, breit abstrahlenden Leuchten für Leuchtstofflampen oder für Kompaktleuchtstofflampen realisiert werden. Diese Leuchtmittel erzeugen ein diffuses Licht.

Eine gleichmäßige Beleuchtung kann auch durch eine indirekte Beleuchtung erreicht werden. Weil jedoch eine reine direkte oder reine indirekte Beleuchtung keine optimalen Sehverhältnisse schafft, haben sich für die Zwecke der Allgemeinbeleuchtung direkt-indirekt abstrahlende Leuchten bewährt. Zur Verbesserung des Raumeindruckes ist eine Beleuchtung von vertikalen Flächen empfehlenswert. Diese kann mit rechteckigen oder runden Leuchten, mit asymmetrischen Reflektoren für kompakte oder langgestreckte Leuchtstofflampen erreicht werden.

Zur Verbesserung der Grundbeleuchtung vertikaler Flächen kann ebenso gerichtetes Licht eingesetzt werden, das den Raum gleichzeitig strukturiert und dadurch für das **Licht zum Hinsehen** sorgt.

Wenn das **Licht zum Sehen** gewährleistet ist, kann eine Raumwirkung durch Licht zum Hinsehen gesteigert werden. Hierdurch ergeben sich deutlich anspruchsvollere Lichtqualitäten, vor allem eine verbesserte Wiedergabe der Plastizität und der Oberflächenstrukturen beleuchteter Objekte. Gerichtetes Licht erlaubt eine differenzierte Konzentration des Lichtes und eröffnet größere Freiheiten bei der Anordnung von Leuchten im Raum. Es entsteht ein Spiel von Licht und Schatten, das die Reihenfolge der Wahrnehmung festlegt.

Die Raumtiefe wird erlebbar. Aufbaustrahler mit Reflektorleuchtmitteln werden gerne für diese Aufgaben eingesetzt. Auch in die Decken eingebaute schwenk- und drehbare Leuchten, meistens bestückt mit Hochdruckentladungslampen und breitstrahlenden Reflektoren, können gerichtetes Licht zur Verfügung stellen.

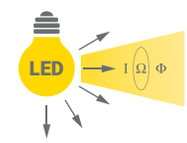
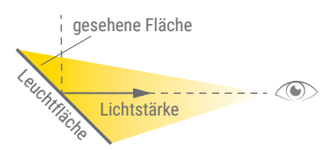
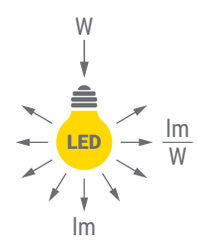
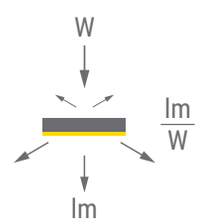
Um dem **Licht zum Hinsehen** Ausdruck zu verleihen, ist es sinnvoll, das Grundbeleuchtungsniveau niedrig zu halten. Durch zusätzlich gerichtetes Licht können dann Modelliereffekte erreicht werden. Bei zu hohem Niveau der Grundbeleuchtung ist der Planer gezwungen mit höheren Leistungsstufen der richtbaren Lichtquellen zu arbeiten. Häufig kann das Streulicht der akzentuierten Bereiche ausreichen, um für eine Umgebungsbeleuchtung zu sorgen.

Das Licht zum Ansehen stellt höhere Ansprüche an Leuchtmittel und Leuchten, als die Aufgabe des Sehens und des Hinsehens. Dieses bedeutet meistens mit nahezu punktförmigen Lichtquellen zu arbeiten. Sobald deren Licht auf Materialien trifft, die eine glänzende Oberfläche besitzen, entstehen Lichtreflexe, die als brillant wahrgenommen werden. Wenn Lichtquellen selbst zum Objekt werden, kommen Lichtfasern, Leuchtdioden oder auch Halogenstiftsockellampen zum Einsatz.

Die Leuchtdichte des Leuchtmittels wird zusätzlich als Glanzlicht erlebbar. Die Lichtlenkung und Beleuchtung sind hier nicht erstrangig.

Literaturquelle: History of Light and Lighting
– Correspondence Course Lighting, Application/Vol. 2

2. LICHTTECHNISCHE GRUNDGRÖSSEN

Lichttechnische Grundgrößen	Einheit	Formelzeichen	Erklärung	
1. Lichtstrom	Lumen (lm)	Φ	Gesamte, von der Lichtquelle abgestrahlte Lichtleistung.	
2. Lichtstärke	Candela (cd)	$I = \frac{\Phi}{\Omega}$	Die Lichtstärke I bewertet das Licht, das in einer bestimmten Richtung ausgestrahlt wird. Sie ist vom Lichtstrom Φ in dieser Richtung und vom bestrahltem Raumwinkel abhängig.	
3. Beleuchtungsstärke	Lux (lx)	$E = \frac{\Phi}{A}$	Die Beleuchtungsstärke E erfasst den Lichtstrom Φ, der auf eine bestimmte Fläche A fällt.	
4. Leuchtdichte	Candela pro m² (cd/m²)	$L = \frac{\Phi}{A \cdot \cos \varepsilon}$	Die Leuchtdichte ist die Lichtstärke pro Flächeneinheit. Die Leuchtdichte L einer beleuchteten Fläche ist das Maß für den wahrgenommenen Helligkeitseindruck.	
5. Lampenlichtausbeute	Lumen pro Watt (lm/W)	$\eta_1 = \frac{\Phi}{P}$	Die Lampenlichtausbeute ist der Bruttolichtstrom einer Lampe bezogen auf ihre elektrische Leistungsaufnahme.	
6. Leuchtenlichtausbeute	Lumen pro Watt (lm/W)	$\eta_2 = \frac{\Phi}{P}$	Die Leuchtenlichtausbeute ist der Nettolichtstrom einer Leuchte bezogen auf ihre elektrische Leistungsaufnahme einschließlich Betriebsgerät.	

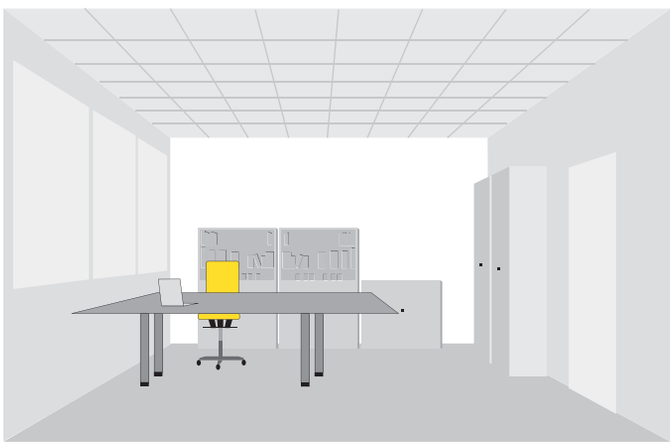
3. BELEUCHTUNGSPLANUNG

Die Planung einer Beleuchtungsanlage stellt eine komplexe Aufgabe dar, bei der in Koordination mit dem Bauherren, dem Architekten und dem Haustechnik-Planer eine Lichtlösung erarbeitet wird. Diese sollte den gültigen Normen und Richtlinien genügen und die Gütemerkmale für eine gute Beleuchtung erfüllen (siehe Abs.4). Nicht zuletzt trägt eine gelungene Lichtplanung in Synergie mit der Innenarchitektur zu einem angenehmen Raumklima bei.

3.1 Voraussetzungen

Zur Planung einer Beleuchtungsanlage sind folgende Unterlagen bzw. Angaben erforderlich:

- Grundriss- und Schnittpläne der Räume bzw. Raumabmessungen
- Deckensystem (Konstruktionsart und Deckenachsmaß)
- Farben bzw. Reflexionsgrade von Decke, Wänden, Boden und Möbeln
- Möblierung oder Maschinenanordnung
- Raumnutzung und Sehaufgabe
- Lage von Arbeits- und Umgebungsbereichen
- Betriebsbedingungen wie z.B. Temperatur, Staub und Feuchtigkeit (siehe auch Abs. 3.3)



3.2 Normen

Beleuchtungsanlagen sollen den einschlägigen Normen und Richtlinien entsprechen. Basis bildet die europäische Norm EN 12464 „Beleuchtung von Arbeitsstätten".

3.2.1 EN 12464 Teil 1 „Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen"

Auszug DIN EN 12464-1

Die angegebenen Wartungswerte der Beleuchtungsstärke sind Mittelwerte über dem Arbeitsbereich auf der Bezugsfläche, die horizontal, vertikal oder geneigt sein kann. Unabhängig vom Alter und Zustand der Beleuchtungsanlage darf die mittlere Beleuchtungsstärke nicht unter den angegebenen Wert fallen. Der UGR-Wert einer Beleuchtungsanlage darf den angegebenen Wert nicht überschreiten.

Überarbeitung DIN EN 12464-1

Die Norm befindet sich derzeit in Überarbeitung und wird voraussichtlich im Herbst 2021 neu erscheinen. Die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Beleuchtungsstärken werden in der neuen Fassung durch weitere, höhere Beleuchtungsstärken ergänzt. Damit entsteht für den Planer ein größerer Handlungsspielraum, um sensiblen Beleuchtungsaufgaben gerecht zu werden.

Art des Raumes, Sehaufgabe oder Tätigkeit	Em (lux)	UGR
Verkehrszonen		
Verkehrsflächen und Flure	100	28
Treppen, Rolltreppen, Fahrbänder	100	25
Laderampen, Ladebereiche	150	25
Pausen-, Sanitär- und Erste-Hilfe-Räume		
Kantinen, Teeküchen	200	22
Pausenräume	100	22
Räume für körperliche Ausgleichsübungen	300	22
Garderoben, Waschräume, Bäder, Toiletten	200	25
Sanitätsräume	500	19
Räume für medizinische Betreuung	500	16
Kontrollräume		
Räume für haustechnische Anlagen, Schaltgeräte-	200	25
räume	500	19
Telex- und Posträume, Telefon-Vermittlungsplätze		
Lager- und Kühlräume		
Vorrats- und Lagerräume	100	25
Versand- und Verpackungsbereiche	300	25
(Hoch-) Regallager		
Fahrweg ohne Personenverkehr	20	-
Fahrweg mit Personenverkehr	150	22
Leitstand	150	22
(Hoch-) Regalfront	200	-
Landwirtschaft		
Beschicken und Bedienen von Fördereinrichtungen und Maschinen	200	25
Viehställe	50	-
Ställe für kranke Tiere, Abkalbställe	200	25
Futteraufbereitung, Milchräume, Gerätereinigung	200	25
Bäckereien		
Vorbereitungs- und Backräume	300	22
Endbearbeitung, Glasieren, Dekorieren	500	22
Elektro-Industrie		
Kabel- und Drahterherstellung	300	25
Wickeln (große Spulen)	300	25
Wickeln (mittlere Spulen)	500	22
Wickeln (feine Spulen)	750	19
Imprägnieren von Spulen	300	25
Galvanisieren	300	25
Montagearbeiten (grobe, z.B. große Transformatoren)	300	25
Montagearbeiten (mittelfeine, z.B. Schalttafeln)	500	22
Montagearbeiten (feine, z.B. Telefone)	750	19
Montagearbeiten (sehr feine, z.B. Meßinstrumente)	1000	16
Elektronikwerkstätten, Prüfen, Justieren	1500	16
Metallbe- und -verarbeitung		
Freiformschmieden	200	25
Gesenkschmieden	300	25
Schweißen	300	25
Grobe und mittlere Maschinenarbeiten: Toleranzen >=	300	22
0.1 mm	500	19
Feine Maschinenarbeiten; Schleifen: Toleranzen <	750	19
0.1 mm	300	25
Anreißen, Kontrolle	200	25
Draht- und Rohrzieherei, Kaltverformung	300	22
Verarbeitung von schweren Blechen: Dicke >= 5 mm	750	19
Verarbeitung von leichten Blechen: Dicke < 5 mm	200	25
Herstellung von Werkzeugen und Schneidwaren	300	25
Montagearbeiten (grobe)	500	22
Montagearbeiten (mittelfeine)	750	19
Montagearbeiten (feine)	300	25
Montagearbeiten (sehr feine)	750	25
Galvanisieren		
Oberflächenbearbeitung und Lackierung	1000	19
Werkzeug-, Lehren- und Vorrichtungsbau,		
Präzisions- und Mikromechanik		

Art des Raumes, Sehaufgabe oder Tätigkeit	Em (lux)	UGR
Druckereien		
Zuschneiden, Vergolden, Prägen, Ätzen von Klischees,		
Arbeiten an Steinen und Platten, Druckmaschinen,	500	19
Matrizenherstellung	500	19
Papiersortierung und Handdruck	1000	19
Typensatz, Retusche, Lithographie	1500	16
Farbkontrolle bei Mehrfarbendruck	2000	16
Stahl- und Kupferstich		
Textilherstellung und -verarbeitung		
Arbeitsplätze und -zonen an Bädern, Ballen aufbrechen	200	25
Krempeln, Waschen, Bügeln, Arbeiten am Reißwolf, Strecken, Kämmen, Schlichten, Kartenschlagen, Vorspinnen, Jute-und Hanfspinnen	300	22
	500	22
Spinnen, Zwirnen, Spulen, Winden	500	22
Zetteln, Weben, Flechten, Stricken	750	22
Nähen, Feinstricken, Maschenaufnehmen	750	22
Entwerfen, Musterzeichnen	500	22
Zurichten, Färben	100	28
Trocknungsraum	500	25
Automatisches Stoffdrucken	1000	19
Noppen, Ketten, Putzen	1000	16
Farbkontrollen, Stoffkontrollen	1500	19
Kunststopfen	500	22
Hutherstellung		
Automobilbau		
Karosseriebau und Montage	500	22
Lackieren, Spritzkabinen, Schleifkabinen	750	22
Lackieren: Ausbessern, Inspektion	1000	19
Polsterei	1000	19
Endkontrolle	1000	19
Allgemeiner Autoservice, Reparatur und Prüfung	300	22
Holzbe- und -verarbeitung		
Automatische Bearbeitung, z.B. Trocknung, Schichtholzherstellung	50	28
Dämpfgruben	150	28
Sägegatter	300	25
Arbeiten an der Hobelbank, Leimen, Zusammenbau	300	25
Schleifen, Lackieren, Modelltischlerei	750	22
Arbeiten an Holzbearbeitungsmaschinen, z.B. Drechseln, Kehlen, Abrichten, Fugen, Schneiden, Sägen, Fräsen	500	19
Auswahl von Furnierhölzern	750	22
Marketerie, Holzeinlegearbeiten	750	22
Qualitätskontrolle	1000	19
Büros		
Ablegen, Kopieren usw.	300	19
Schreiben, Schreibmaschineschreiben, Lesen, Datenverarbeitung	500	19
Technisches Zeichnen	750	16
CAD-Arbeisplätze	500	19
Konferenz- und Besprechungsräume	500	19
Empfangstheke	300	22
Archive	200	25
Verkaufsräume		
Verkaufsbereich	300	22
Kassenbereich	500	19
Packtisch	500	19
Büchereien		
Bücherregale	200	19
Lesebereiche	500	19
Theken	500	19

Art des Raumes, Sehaufgabe oder Tätigkeit	Em (lux)	UGR
Parkgaragen		
Ein- und Ausfahrtwege (während des Tages)	300	25
Ein- und Ausfahrtwege (während der Nacht)	75	25
Fahrwege	75	25
Park-/Abstellflächen	75	-
Schalter	300	19
Kindergärten, Spielschulen (Vorschulen)		
Spielzimmer	300	22
Krippenräume	300	22
Bastelräume (Handarbeitsräume)	300	19
Ausbildungsstätten		
Unterrichtsräume, Seminarräume	300	19
Unterrichtsräume für Abendklassen und Erwachsenenbildung	500	19
Hörsäle	500	19
schwarze, grüne Wandtafeln und White-Boards	500	19
Demonstrationstisch	500	19
Zeichesäle	500	19
Zeichesäle in Kunstschulen	750	19
Räume für technisches Zeichnen	750	16
Übungsräume und Laboratorien	500	19
Handarbeiträume	500	19
Lehrwerkstätten	500	19
Musikübungsräume	300	19
Computerübungsräume (menügesteuert)	300	19
Sprachlaboratorien	300	19
Vorbereitungsräume und Werkstätten	500	22
Eingangshallen	200	22
Verkehrsflächen, Flure	100	25
Treppen	150	25
Gemeinschaftsräume für Schüler / Studenten und Versammlungsräume	200	22
Lehrerzimmer	300	19
Bibliotheken: Bücherregale	200	19
Bibliotheken: Lesebereiche	500	19
Lehrmittelsammlung	100	25
Sporthallen, Gymnastikräume, Schwimmbäder	300	22
Schulkantinen	200	22
Küchen	500	22

3.2.2 Weitere Normen und Richtlinien

EN 1838	Notbeleuchtung
EN 12193	Sportstättenbeleuchtung
EN 15193	Energetische Bewertung von Gebäuden
BSI LG 7	Lighting Guide 7: Office Lighting
DIN 5035	Beleuchtung mit künstlichem Licht
DIN 67528	Beleuchtung von öffentlichen Parkbauten und öffentlichen Parkplätzen
DIN SPEC 67600	Biologisch wirksame Beleuchtung – Planungsempfehlungen
DIN V 18599	Energetische Bewertung von Gebäuden
ASR 7/3	Arbeitsstättenrichtlinie
BGR 131	Berufsgenossenschaftliche Regeln

Vorgaben von Fachverbänden

3. BELEUCHTUNGSPLANUNG

3.3 Besondere Anforderungen

Je nach Einsatzgebiet ist bei der Leuchtenauswahl auf besondere Betriebsbedingungen zu achten. Nachfolgend eine Auswahl häufig vorkommender Anforderungen.

3.3.1 Höhere Schutzart

Zu den häufigsten Belastungen, denen elektrische Betriebsmittel ausgesetzt sind, zählen Staub und Feuchtigkeit. In Räumen mit diesen Bedingungen müssen Leuchten höherer Schutzart eingesetzt werden, die mit Maßnahmen gegen das Eindringen von Fremdkörpern und/oder Wasser ausgestattet sind (siehe Abs. 8.6.).

3.3.2 Feuergefährdete Betriebsstätten

Hierbei handelt es sich um Räume, bei denen die Gefahr besteht, dass sich z.B. leicht entzündliche Stoffe dem elektrischen Betriebsmittel so weit nähern, dass ein Brand verursacht werden kann. Leuchten müssen bei Feuergefährdung durch Staub und/oder Fasern die Mindestschutzart IP 50 und die Kennzeichnung D erfüllen (siehe Abs. 8.6.). In diesem Fall dürfen die Temperaturen der Leuchtenoberflächen, auf denen sich bei bestimmungsgemäßer Montage leichtentzündliche Stoffe ablagern können, bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten.

3.3.3 Hohe bzw. niedrige Umgebungstemperaturen

Leuchten werden unter Laborbedingungen mit genormten Parametern geprüft. Die Raum-Temperatur liegt dabei in der Regel bei 25°C. Sollte in der Praxis die Umgebungstemperatur davon stark abweichen (z.B. Kühlhäuser, Werkhallen mit Prozesswärme), ist mit dem Leuchtenhersteller Rücksprache zu nehmen. Ggf. sind Spezialleuchten erforderlich.

3.3.4 Resistenz gegen aggressive Stoffe

Ist je nach Einsatzgebiet mit aggressiven Stoffen in der Raumatmosphäre zu rechnen, muss mit dem Leuchtenhersteller Rücksprache genommen werden, um die Eignung der Leuchten zu beurteilen. Dazu sind Angaben über die Art der Stoffe, deren Konzentration in der Umgebungsluft, Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit erforderlich. Bezüglich Chemikalienverträglichkeit von Kunststoffen siehe Abs. 8.2.4. In diesem Zusammenhang muss auch die Resistenz gegen chemische Reinigungsmittel geprüft werden.

3.3.5 Splitterschutz

Sowohl in sensiblen Produktionsbereichen wie auch insbesondere in Räumen der Lebensmittelindustrie müssen Verunreinigungen durch Glassplitter (z.B. bei Leuchtmittel-Beschädigung) vermieden werden. Aus diesem Grund sind Lampen mit Schutzschlauch oder geschlossene Leuchten einzusetzen.

3.3.6 Erhöhte Sicherheitsanforderungen in der Lebensmittelindustrie

Beim Einsatz von Leuchten in Räumen der Lebensmittel- und Getränkeindustrie gelten besonders strenge Kriterien. Neben einer höheren Schutzart stehen dabei Splitterschutz, mechanische und chemische Beständigkeit sowie Reinigungs- bzw. Wartungsaspekte im Fokus. Über entsprechende Prüfungen nach DIN 10500 muss der Nachweis erbracht werden, dass diese Leuchten dem IFS Food (International Featured Standards Food, früher International Food Standard) bzw. dem BRC-Global Standard Food (British Retail Consortium) genügen und somit in gemäß dieser Standards zertifizierten Unternehmen eingesetzt werden dürfen.

3.3.7 Ballwurfsicherheit

In Sporthallen ist damit zu rechnen, dass Bälle mit relativ hoher Aufprallgeschwindigkeit mit den Leuchten kollidieren. Dabei muss gewährleistet sein, dass die Leuchtmittel durch den Aufprall nicht zerstört werden und damit durch herabfallende Teile keine Unfallgefahr für Menschen ausgeht. Leuchten für Sporthallen müssen deshalb ballwurfsicher sein (siehe Abs. 8.6.).

3.3.8 Bildschirmarbeitsplatztauglichkeit

In Räumen mit Bildschirmen kann eine nicht bildschirmgerechte Beleuchtung zu Spiegelungen und damit zu Blendungserscheinungen führen. Bei einer Lichtplanung muss deshalb der Bereich für die Leuchtenmontage ermittelt werden, der zu Störungen führen kann, und die Art und Anordnung der Leuchten so gewählt werden, dass keine störenden Reflexionen entstehen. Bildschirmtaugliche Leuchten sind mit spezieller Lichttechnik versehen, bei der die Leuchtdichten in den kritischen Winkelbereichen reduziert sind (siehe Abs. 4.3.).

3.3.9 Höhere Anforderungen an die Farbwiedergabe

Unterschiedliche Farbwiedergabeeigenschaften von Leuchtmitteln führen zu unterschiedlichen Farbwahrnehmungen, wodurch Sehleistung und Wohlbefinden beeinflußt werden. Insbesondere für Sehaufgaben, bei denen Farben abgestimmt und kontrolliert werden müssen (z.B. Zahntechniker-Labor, Druckerei, Textilverarbeitung und –verkauf) ist auf eine wirklichkeitsgetreue Farbwiedergabe zu achten. Dazu sind entsprechende Leuchtmittel mit bestmöglicher Farbwiedergabe einzusetzen.

3.3.10 Reinräume

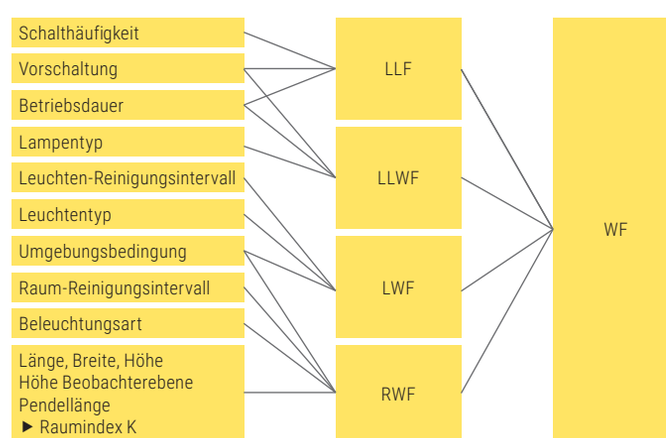
Reinraumtechnik schützt Produkte, Prozesse und den Menschen vor schädlichen Auswirkungen von Verunreinigungen. Somit werden an die Betriebsmittel (u.a. Leuchten) höchste Qualitätsansprüche gestellt wie beispielsweise die Reduzierung der Partikelemission. Reinraum-Anwendungen findet man z.B. in Krankenhäusern, in der Pharma- bzw. Nahrungsmittelindustrie, in der Mikroelektronik und in Forschungslabors.

3.4 Wartungsfaktor

Die in der EN 12464 angegebenen Beleuchtungsstärken sind sogenannte Wartungswerte und dürfen nicht unterschritten werden. Da das tatsächliche Beleuchtungsniveau in der Praxis wegen Alterung der Leuchtmittel und Verschmutzung von Lampen, Leuchten und Räumen abnimmt, wird dies mit der Einrechnung eines Wartungsfaktors kompensiert (siehe Abs. 4.1). Es ist Aufgabe des Lichtplaners, für die jeweilige Raumnutzung den Wartungsfaktor festzulegen bzw. zu errechnen und einen Wartungsplan zu erstellen. Mathematisch stellt der Wartungsfaktor das Produkt aus vier Teilwartungsfaktoren dar:

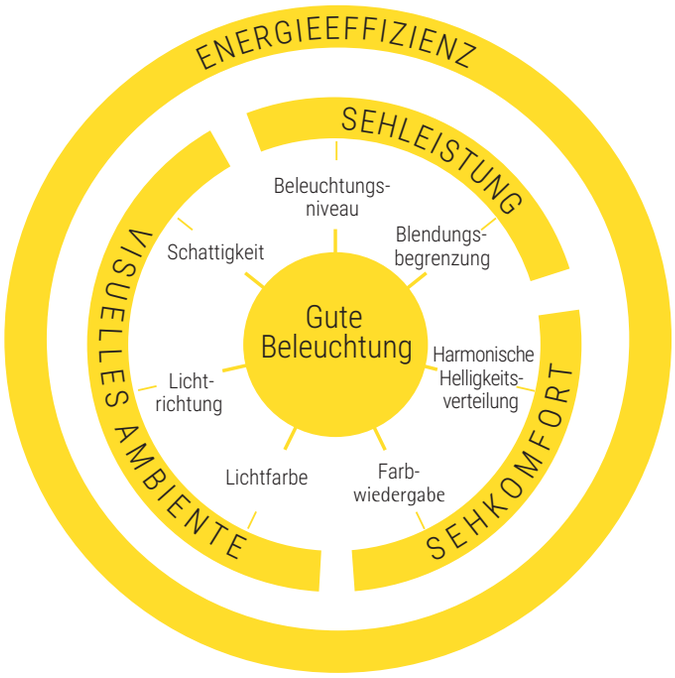
WF = LLWF x LLF x LWF x RWF

LLF	Lampenlebensdauerfaktor (Lampenausfall während der Nutzungsdauer)
LLWF	Lampenlichtstrom-Wartungsfaktor (Abnahme des Lichtstromes während der Nutzungsdauer)
LWF	Leuchtenwartungsfaktor (Verschmutzung der Leuchten zwischen zwei Reinigungen)
RWF	Raumwartungsfaktor (Abnahme der Reflexionsgrade der Raumflächen)
WF	Wartungsfaktor



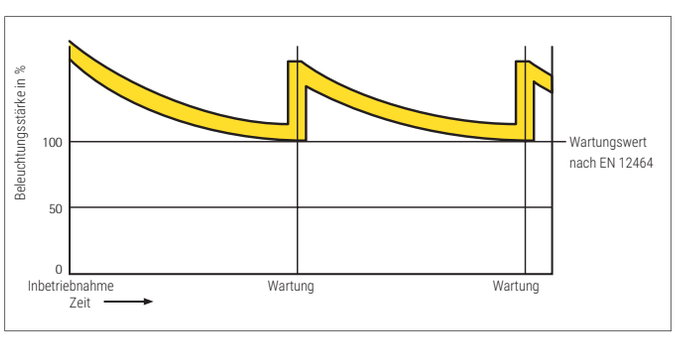
4. GÜTEMERKMALE FÜR GUTES LICHT

Aufgabe der Innenraumbeleuchtung ist, dem Menschen eine Umwelt zu vermitteln, die zu seinem physischen und psychischen Wohlbefinden beiträgt und Unfälle verhütet. Weiterhin soll sie die Stimmung des Menschen auch im Sinne einer hohen Leistungsbereitschaft beeinflussen, vorzeitigem Ermüden entgegenwirken und Fehler verringern. Um diese Bedingungen optimal erfüllen zu können, sind mehrere Gütemerkmale bei der Planung zu beachten:



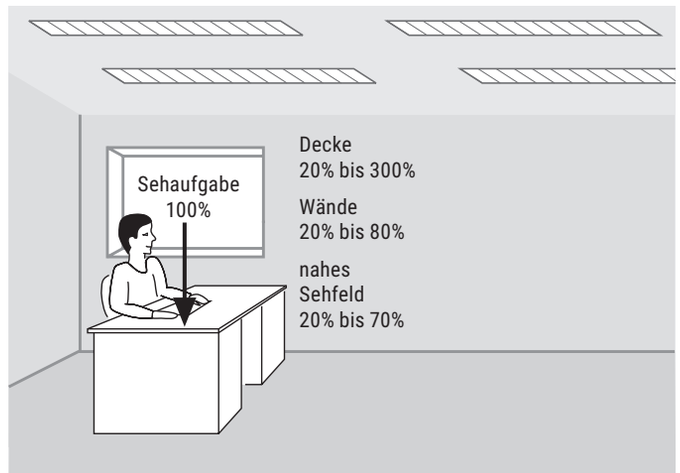
4.1 Beleuchtungsniveau

Das Beleuchtungsniveau wird im wesentlichen durch die Beleuchtungsstärke bestimmt. Diese ist wiederum von der Sehaufgabe abhängig; sie richtet sich nach der Schwierigkeit des Erkennens bestimmter Kontraste und Details, sowie der Geschwindigkeit, mit welcher diese wahrgenommen werden müssen. Aus dem Normblatt EN 12464 sind die erforderlichen Beleuchtungsstärken für die verschiedenen Raumarten bzw. Tätigkeiten zu ersehen. Die angegebenen Wartungswerte der Beleuchtungsstärke sind Mittelwerte im Arbeitsbereich des Raumes in der jeweiligen Nutzebene. Unabhängig von Alter und Zustand der Beleuchtungsanlage darf die mittlere Beleuchtungsstärke nicht unter den angegebenen Wert fallen. Die Beleuchtungsstärke nimmt bei jeder Beleuchtungsanlage mit zunehmender Alterung der Lampen, sowie durch Verstauben ab. Weiterhin dunkeln in der Regel die reflektierenden Raumbegrenzungsflächen ebenfalls nach oder sind evtl. auch verstaubt. Die Beleuchtungsanlage muss deshalb mit einem alle Einflüsse berücksichtigenden Verminderungsfaktor geplant werden, welcher für die vorgesehene Beleuchtungseinrichtung, die räumliche Umgebung und den festzulegenden Wartungsplan errechnet wurde.



4.2 Leuchtdichteverteilung

Die Beleuchtungsstärke in einem Raum sagt noch nichts über eine harmonische ausgewogene Verteilung der Leuchtdichten von verschiedenen Flächen aus. Eine harmonische Helligkeitsverteilung und das dazu erforderliche Beleuchtungsniveau schafft erst die Voraussetzung für das Wohlbefinden des Menschen. Die besten Sehbedingungen sind gegeben, wenn die Leuchtdichtekontraste zwischen dem Sehobjekt und größeren Flächen der Umgebung in bestimmten Grenzen gehalten werden. Das Empfohlene Leuchtdichteverhältniss zwischen Sehaufgabe und dem nahen bzw. entfernten Umfeld sollte nicht größer als 3:1 und nicht kleiner als 1:3 sein. Die Leuchtdichte von Raumbegrenzungsflächen und dem Sehobjekt kann von uns mit Hilfe von speziellen Programmen nachgewiesen werden.



Empfohlene Leuchtendichteverhältnisse zwischen Sehaufgabe und dem nahen bzw. entfernten Umfeld.

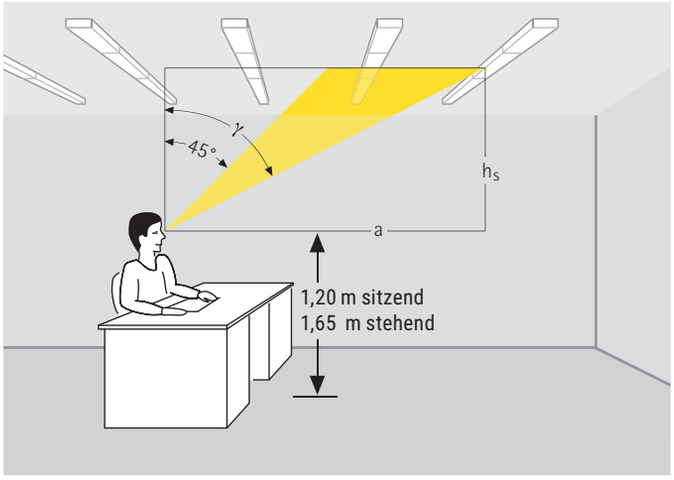
4.3 Begrenzung der Blendung

Direktblendung entsteht durch zu hohe Leuchtdichten im Gesichtsfeld. Sie setzt die Sehleistung herab (physiologische Blendung) und kann das Wohlbefinden des Menschen nachteilig beeinflussen (psychologische Blendung). Methoden der Blendungsbewertung von Leuchten für die Innenraumbeleuchtung beurteilen die Begrenzung der Leuchtdichten innerhalb der kritischen Ausstrahlungswinkel. Als einheitliches Bewertungssystem wurde in Europa mit der Norm EN 12464 das UGR (Unified Glare Rating) - Verfahren eingeführt. Einzelheiten der UGR-Methode sind in der CIE Publikation 117 beschrieben. Der UGR-Wert einer Beleuchtungsanlage, ermittelt nach dem Tabellenverfahren für die Position des Standardbeobachters, darf den in der Norm angegebenen Wert nicht überschreiten.

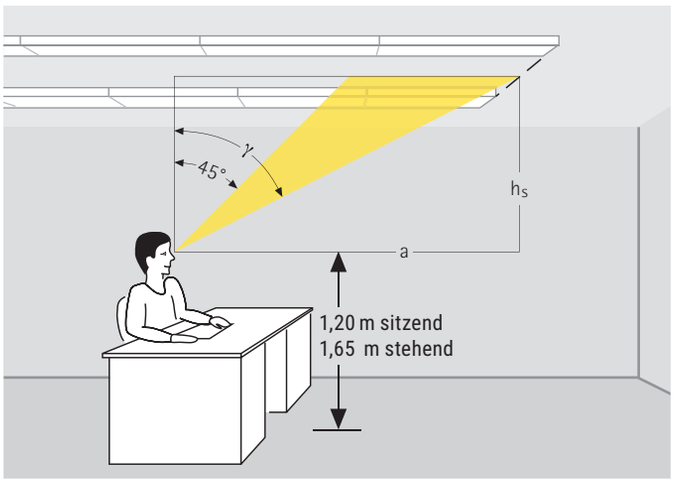
Reflexblendung wird verursacht durch störende Reflexe auf blanken Oberflächen.

Wie das Bild zeigt, sollte aus dem markierten Bereich keinesfalls Licht auf die Arbeitsfläche fallen. Nach dem physikalischen Gesetz „Einfallwinkel = Ausfallwinkel"würden die auftretenden Reflexe genau im Blickfeld des dort arbeitenden Menschen liegen. Matte Arbeitsflächen tragen wesentlich zur Problemlösung von Reflexblendung bei. Reflexblendung führt zu ähnlichen Störungen wie die Direktblendung und beeinträchtigt vor allem die Kontraste, die zum störungsfreien Sehen notwendig sind. Die Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen erfordert besonders sorgfältige Planung, weil starke Reflexe auf dem Bidschirm die Arbeit oft unmöglich machen.

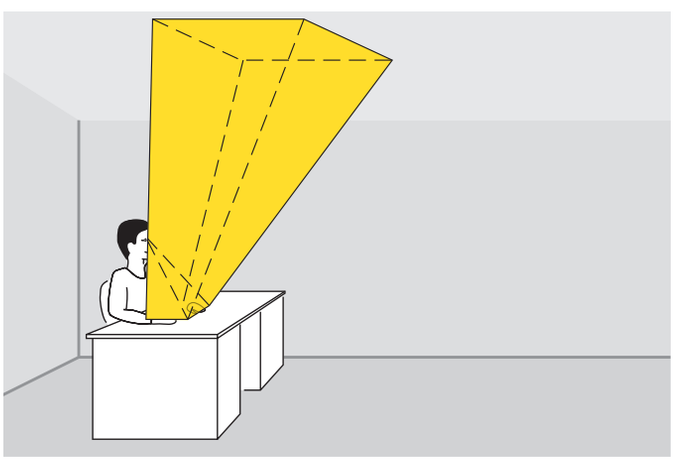
4. GÜTEMERKMALE FÜR GUTES LICHT



Anordnung der Leuchten quer zur Blickrichtung.

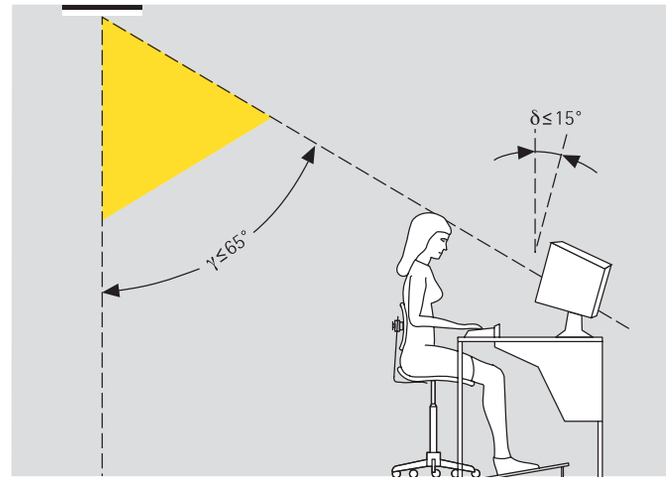


Anordnung parallel zur Blickrichtung.



Reflexblendung wird verursacht durch störende Reflexe auf blanken Oberflächen.

Die Reflexionseigenschaften der Bildschirmoberfläche, die Bildschirmpolarität und die Bildschirmkrümmung sind im Zusammenhang mit leuchtenden Flächen im Raum die entscheidenden Einflußgrößen für die visuelle Informationsaufnahme am Bildschirmarbeitsplatz. Durch Entspiegelungsmaßnahmen der Bildschirmoberfläche können störende Reflexe bereits vermindert werden. Die Bildschirmtauglichkeit von Leuchten wird in der Norm EN 12464-1 geregelt. In Abhängigkeit der Bildschirmgüte sowie der Bildschirmpolarität dürfen die Leuchtdichten von Leuchten und von leuchtenden Flächen, die sich auf dem Bildschirm



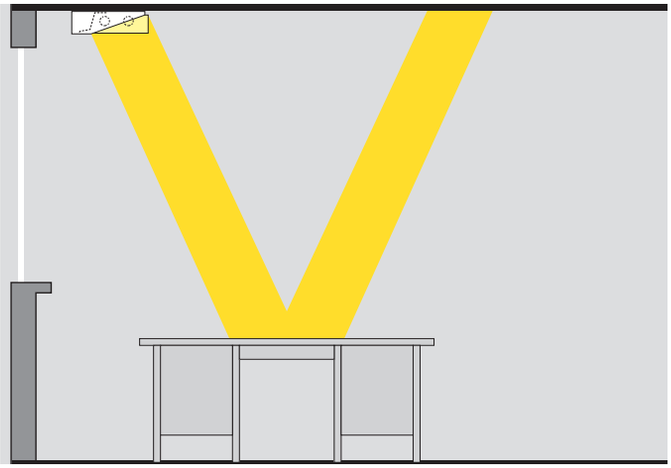
"High state"-Leuchtdichte des Bildschirms	Bildschirm mit hoher Leuchtdichte L > 200 cd/m²	Bildschirm mit mittlerer Leuchtdichte L ≤ 200 cd/m²
Fall A Positive Polarität und übliche Anforderungen im Hinblick auf Farbe und Details der dargestellten Informationen, wie sie z.B. im Büro, Unterricht usw. bestehen.	≤ 3000 cd/m²	≤ 1500 cd/m²
Fall B Negative Polarität und/oder höhere Anforderungen im Hinblick auf Farbe und Details der dargestellten Informationen, wie sie z.B. bei CAD, Farbprüfung usw. bestehen.	≤ 1500 cd/m²	≤ 1000 cd/m²

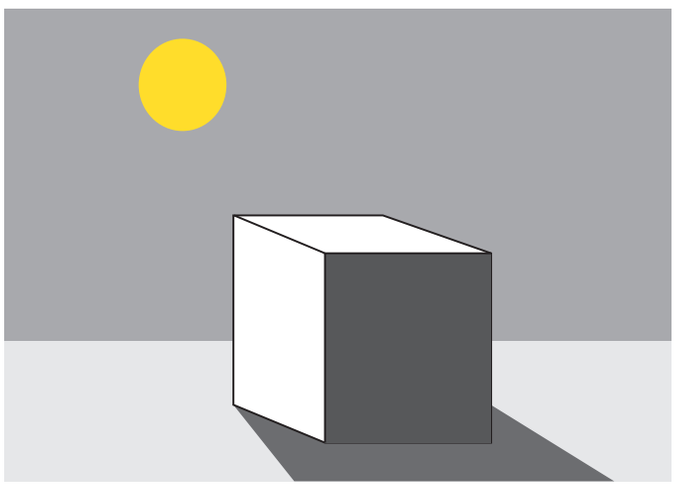
Anmerkung: "High state"-Leuchtdichte des Bildschirms (siehe EN ISO 9241-302) beschreibt die maximale Leuchtdichte des weißen Teils des Bildschirms. Dieser Wert wird vom Hersteller des Bildschirms angegeben.

spiegeln, die angegebenen Grenzwerte der mittleren Leuchtdichte nicht überschreiten. Diese Grenzwerte werden bei Leuchten oberhalb eines Ausstrahlungswinkels von 65° rundum betrachtet.

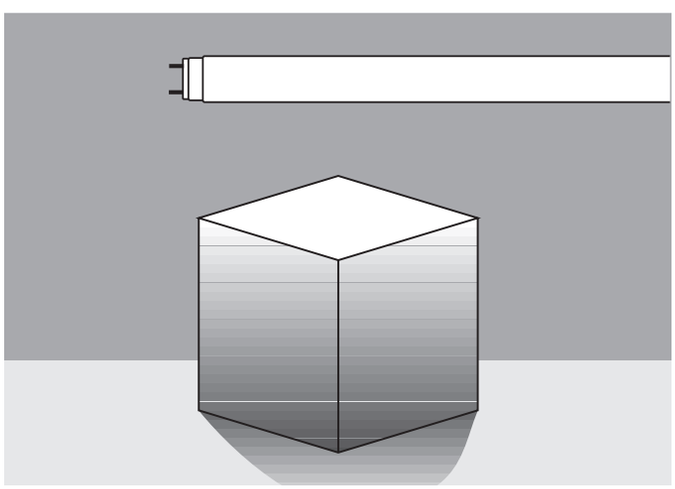
4.4 Lichtrichtung und Schattigkeit

Grundsätzlich sollte die Lichtrichtung dem Tageslichteinfall angepasst sein. Eine wichtige Voraussetzung zur Vermeidung von Direktblendung ist hierbei die richtige Leuchtenanordnung. Die winkelabhängige Reflexblendung kann durch günstige Anordnung auf ein Minimum verringert werden. (Wie das Bild zeigt, verhindert seitlicher Lichteinfall die Spiegelung von glänzenden Schreibtischflächen. Seitliches Licht bei Leuchtenanordnung parallel zur Blickrichtung ist somit die optimale Lösung). Zur guten Erkennbarkeit beleuchteter Körper und Oberflächenstrukturen muss mithilfe der Beleuchtung eine ausreichende Schattenwirkung erzielt werden. Zur Hervorhebung von Verkaufsgegenständen oder Sichtbarmachung von Gefahrenstellen ist eine starke Schattenbildung in den meisten Fällen ein Vorteil. Bei der Allgemeinbeleuchtung von Innenräumen sind jedoch ausgewogene Schatten mit weichen Rändern erwünscht. Gerichtetes Licht und starke Schattenbildung. Bei Allgemeinbeleuchtung kann die Schattigkeit über das Verhältnis von zylindrischer Beleuchtungsstärke EZ zur horizontalen Beleuchtungsstärke E bewertet werden. Eine zu harte Schattenwirkung wird vermieden, wenn in einer Höhe von 1,2 m über dem Boden das Verhältnis von E:E Zh nicht kleiner als 0,3 ist. EZ ist der arithemetische Mittelwert der vier vertikalen Beleuchtungsstärken in Bezugsebene von 1,2 m (siehe DIN 5031, Teil 3). Die Abbildungen zeigen die Schattenbildung bei punktförmiger Beleuchtung und bei Leuchten in Lichtbandanordnung.





Gerichtetes Licht und starke Schattenbildung.



Allgemeinbeleuchtung und ausgewogene Schattenbildung.

4.5 Lichtfarbe und Farbwiedergabe

Sie tragen zur Wahrnehmung des Auges zum Erkennen unserer Umwelt bei. Nur beim richtigen „Farbklima" fühlt sich der Mensch wohl. Es wird durch die Lichtquelle und deren Farbwiedergabeeigenschaften, sowie durch die Farbgestaltung des Raumes bestimmt. Lichtfarbe, Farbwiedergabe und Farbumgebung eines Raumes sind deshalb aufeinander abzustimmen.

4.6 Biologisch wirksames Licht

Licht hat neben der visuellen Funktion auch eine biologisch wirksame Komponente. Steht Tageslicht nicht ausreichend zur Verfügung, da sich der Mensch zu häufig in geschlossenen Räumen aufhält, kann Kunstlicht gewisse Tageslichtfunktionen übernehmen und liefert quasi „das richtige Licht zur richtigen Zeit". Angelehnt an das natürliche Licht erfährt das Kunstlicht dabei eine Dynamik ähnlich dem Tagesverlauf. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Veränderungen im Beleuchtungsniveau und in der Lichtfarbe. Realisiert wird dies mit Leuchten in tunable white-Technologie und einer entsprechenden Lichtsteuerung. Ein darauf aufbauendes Beleuchtungskonzept geht über die Standard-Gütemerkmale einer Beleuchtung hinaus und rückt den Menschen in den Mittelpunkt: Human Centric Lighting (HCL) ist in der Lage, den circadianen Rhythmus des Menschen zu unterstützen, fördert das Wohlbefinden des Menschen und unterstützt eine stabile Gesundheit.

4.7 Energieeffizienz

Neben den o.g. klassischen Gütemerkmalen rückt die Energieeffizienz einer Beleuchtungsanlage immer mehr in den Fokus. Bei den Gesamtkosten der Beleuchtung über die gesamte Nutzungsdauer nehmen die Stromkosten etwa 60% ein. Jeweils ca. 20% sind für Anschaffung / Montage bzw. Instandhaltung zu rechnen. Energiesparende Systeme reduzieren maßgeblich die Kosten, entlasten die Umwelt und erfüllen neue gesetzliche Rahmenbedingungen (siehe Abs. 5.)

WEITERE INFORMATIONEN
im Themenprospekt
„Licht für Menschen"

5. ENERGIEEFFIZIENZ

5.1 Gebäudeenergiegesetz

Die Anforderungen an die energetische Qualität von Neubauten und an die Modernisierung von Altbauten sind in Deutschland seit dem 1.11.2020 im Gebäudeenergiegesetz (GEG) verankert. In diesem Gesetz wurden die Inhalte der Energieeinsparverordnung (EnEV), des Energieeinsparungsgesetzes (EnergieeinsparG) und des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG) zusammengefügt. Der Gesamtenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Kühlung, sowie in Nichtwohngebäuden auch für eingebaute Beleuchtung darf den im GEG definierten Höchstwert nicht überschreiten. Für neue Nichtwohngebäude gilt seit 2021 der Niedrigstenergiegebäude-Standard, bei öffentlichen Gebäuden bereits seit 2019. Als Berechnungsverfahren für die energetische Bewertung definiert das GEG die DIN V 18599 (siehe Abs. 5.2).

5.2 DIN V 18599

In der deutschen Norm DIN V 18599 "Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Beheizung, Kühlung, Belüftung, Warmwasser und Beleuchtung" wird der Energiebedarf für Beleuchtungszwecke im Kontext mit der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden betrachtet. Die Bauwerke werden dabei aus energetischer Sicht zoniert und jede Zone einem Nutzungsprofil zugeordnet. Als Berechnungsmethoden definiert die Norm sowohl einfache Tabellenverfahren wie auch detailierte Fachplanungen.

5.3 Energieaudit

Mit der Novelle des Energiedienstleistungsgesetzes (EDL-G) sind seit Dezember 2015 Energieaudits nach EN 16247-1 Pflicht für alle gewerblichen Unternehmen. Ausgenommen sind nur kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sowie Firmen mit einem eigenen Energiemanagementsystem nach ISO 50001. Beim Audit werden mindestens 90% des Gesamtenergieverbrauchs erfasst und mögliche Einsparpotentiale aufgezeigt. Gesetzlich vorgeschrieben sind Wiederholungsaudits, spätestens 4 Jahre nach dem vorherigen Audit.

5.4 Zeitgerechte Beleuchtungsanlagen

Um den gewachsenen Anforderungen an die Energieeffizienz zu genügen, sollten Beleuchtungsanlagen unter energetischer Sicht optimiert werden. Dies betrifft sowohl Sanierungen von Altanlagen, wie auch neu zu installierende Lichtsysteme.

Die dabei zu untersuchenden Komponenten sind:

- Leuchtmittel (insbesondere Lichtausbeute)
- Betriebsgeräte (Anschlussleistung, Startverhalten, Standby-Verluste)
- Lichttechnik der Leuchte (Leuchtenbetriebswirkungsgrad und Lichtverteilung)
- Lichtmanagement (Lichtregelung, Präsenzerkennung)
- Wartung (Langlebigkeit, Wartungsfreundlichkeit)

5.5 Energieverbrauchskennzeichnung

Mit Geltungsbeginn der EU-Verordnungen 2019/2020 (Ökodesign) und 2019/2015 (Energieverbrauchskennzeichnung) zum 01.09.2021 werden die Energieeffizienzklassen und Energie-Labels von Lichtquellen neu strukturiert. Dazu wurde ein neuer Berechnungs-Algorithmus eingeführt sowie die Effizienzklassen in Stufen von A (höchste Effizienz) bis G (niedrigste Effizienz) definiert. Alte Labels sind übergangsweise noch bis zum 01.03.2023 gültig.

Eine Label-Pflicht für Leuchten besteht mit den neuen Verordnungen nicht mehr, allerdings muss in der Montage- bzw. Bedienungsanleitung der Leuchte die Energieeffizienzklasse der verbauten Lichtquelle angegeben werden. Diese Informationspflicht greift zum 01.03.2022.

WEITERE INFORMATIONEN
im Themenprospekt
„Licht · Energie ·Umwelt"

6. LEUCHTMITTEL

6.1 LED

Die von Regiolux angebotene LED-Technologie überzeugt durch hohen Wirkungsgrad und niedrigem Energieverbrauch. Zur Wirtschaftlichkeit gehört auch ein geringer Wartungsaufwand, Robustheit und eine lange Lebensdauer. Um alle Erwartungen zu erfüllen, ist bei Licht emittierenden Dioden ein effektives Temperaturmanagement in der Leuchtenkonstruktion wichtig. Es stellt die veranschlagten Leistungsmerkmale sicher und erhält die prognostizierte Lebensdauer.

Eine effektive und passive Kühlung ist hier die technische Konsequenz. Eine optimale Lichtlenkung beeinflusst neben der Energieeffizienz auch den Beleuchtungskomfort. Daher können Sie bei all unseren LED-Leuchten eine hochwertige Lichttechnik erwarten. Als energieeffiziente Option zu herkömmlichen Beleuchtungsanlagen müssen unsere LED-Leuchten immer auch den grundsätzlichen Qualitätsansprüchen an Lichtkomfort genügen. Auch hier haben wir solide gearbeitet. Ausgewählte Lumenpakete, beste Farbwiedergabe und verschiedene Farbtemperaturen haben wir für unsere Regiolux-Leuchten bestimmt. Ein einheitlich stabiler Farbort ist ein weiteres Gütemerkmal.

Nicht immer kann die Energieeffizienz und Lebensdauer allein den Ausschlag zugunsten von LED-Beleuchtung geben. Sind schnelle und häufige Schaltungen, die Dimmbarkeit wie z.B. in Anlagen mit Steuerung, lange Wartungsintervalle oder besondere Anforderungen an Robustheit weitere Aufgaben der Beleuchtung, sammelt die LED-Technologie weiter Pluspunkte.

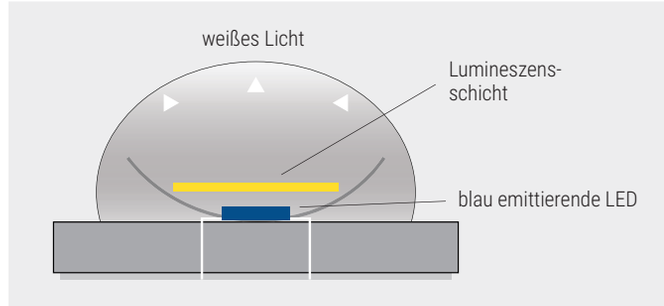
Mit Regiolux LED-Leuchten können Sie so auch anspruchsvolle Beleuchtungskonzepte realisieren und Ihre Projekte tadellos beleuchten. Unsere lichttechnischen Daten werden mit größter Sorgfalt von uns erstellt. Aufgrund der hohen Dynamik im LED und LED-Treiber Bereich werden jedoch von unseren Lieferanten die elektrischen und photometrischen Angaben mit einer Toleranz von üblicherweise ±10% angegeben. Es gelten somit für unsere Angaben die Toleranzen, die unser Lieferant auf seinen Datenblättern angibt. Diese Datenblätter stellen wir Ihnen auf Anfrage auch gern zur Verfügung.

6.1.1 LED Vorteile

- Geringe Leistungsaufnahme
- Lange Lebensdauer
- Unbegrenzt schaltbar
- Sofort volles Licht
- Stufenlos dimmbar
- Keine IR- und keine UV-Strahlung
- Hohe Stoß- und Vibrationsfestigkeit
- Kleine Abmessungen
- Quecksilberfrei

6.1.2 Lichtstrom und Lichtausbeute

Durch ihre rasante Entwicklung in den letzten Jahren ist die LED in der Lage, auch die relativ hohen Lichtmengen für Allgemeinbeleuchtung im Bereich technisches Licht bereitzustellen. Die Lichtmenge, bzw. der Lichtstrom (Einheit: Lumen) beschreibt die Gesamtheit der abgegebenen Lichtleistung einer Lampe oder Leuchte. Ist der Lichtstrom bei LED nur auf das LED-Modul (oder einen LED-Lichtpunkt) bezogen, spricht man vom Bruttolichtstrom. Diese Angabe ist abhängig von verschiedenen Betriebsparametern und wird vom LED-Hersteller definiert. Wird das Modul in eine Leuchte eingebaut, wird sich der Lichtstrom aufgrund veränderter Betriebsbedingungen (u.a. Temperatur) verändern. Zusätzlich treten durch lichttechnische Maßnahmen an der Leuchte (z.B. Entblendung) Verluste auf, so dass ein reduzierter Lichtstrom letztendlich die Leuchte verlässt. Dieser wird als Nettolichtstrom bezeichnet.



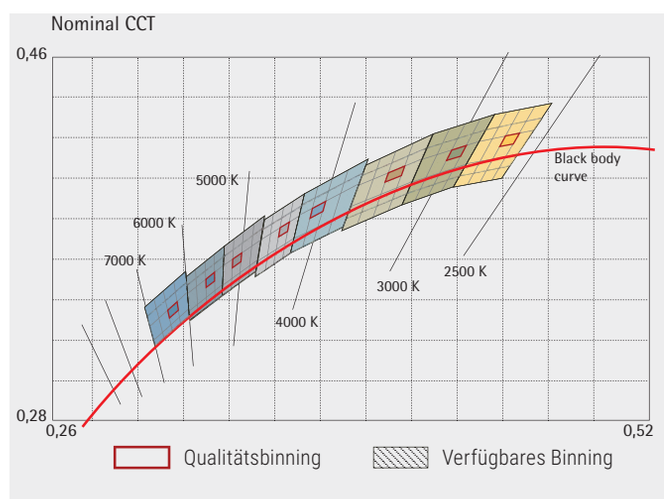
Entstehung der Lichtfarbe bei LED

Gemäß Definition beschreibt die Lichtausbeute das Verhältnis vom abgegebenen Lichtstrom zur zugeführten elektrischen Leistung und wird in Lumen pro Watt angegeben. Auch bei dieser Größe muss bei der Betrachtungsweise in brutto und netto unterschieden werden. Bei der Bruttolichtausbeute wird der Bruttolichtstrom des Moduls herangezogen, wobei die elektrische Anschlussleistung mit oder ohne Betriebsgerät gerechnet werden kann. In den Planungsprogrammen wie Relux wird jedoch die Nettolichtausbeute errechnet und als Leuchten-Lichtausbeute bezeichnet. Basis dafür bilden der Nettolichtstrom sowie die Systemleistung aus LED und Treiber. Ein Erkennungsmerkmal für die Netto-Betrachtungsweise ist die Angabe des Leuchtenbetriebswirkungsgrades der LED-Leuchte mit exakt 100 %. In der Lichttechnik wird in diesem Zusammenhang von Absolutphotometrie gesprochen.

Im Markt wird mittlerweile die Darstellung mit Nettowerten favorisiert. Insbesondere beim Vergleich von verschiedenen LED-Leuchtentypen ist das Wissen über brutto und netto unabdingbar, da ansonsten Äpfel mit Birnen verglichen werden.

6.1.3 Lichtstrom und Lichtfarbe

Im Gegensatz zur Farbmischung aus Rot/Grün/Blau beruht die Wirkungsweise der meisten weiß abstrahlenden LED darauf, dass im LED-Chip zunächst eine blaue Strahlung erzeugt wird. Dieses blaue Licht wird



Feine Sortierung nach dem Farbort (Binning) wahren den Qualitätsanspruch der LED-Technik.

durch eine Leuchtschicht geleitet, welche z.B. aus gelben Phosphor aufgebaut ist. Nach dem Prinzip der Lumineszenzkonversion ergibt sich aus blau und gelb dann weißes Licht.

Soll eine wärmere Lichtfarbe erzeugt werden, bedarf es der Beimengung zusätzlicher roter Komponenten in die Leuchtschicht. Diese Komponenten arbeiten allerdings weniger effektiv. Dies ist die Ursache dafür, dass LED-Leuchten mit warmweißer Lichtfarbe bei gleicher Bauart und Leistung einen geringeren Lichtstrom aufweisen als die Variante mit höherer Farbtemperatur.

6.1.4 Binning

Bedingt durch Fertigungstoleranzen bei der Produktion von LED variieren diese in ihrer Lichtmenge und Farbtemperatur. Um dennoch eine konstante Lichtqualität mit gleicher Helligkeit und Lichtfarbe zu erzielen, werden die LED entsprechend ihren Werten sortiert. LED mit gleichen bzw. ähnlichen Parametern fallen in den gleichen „Behälter" (Bin). Je enger die Toleranzen dabei gesetzt werden, umso höher wird die Qualität des Binnings.

In Verbindung mit Binning sind auch folgende Fachbegriffe üblich:
Farbkonsistenz – Gleiche Lichtfarbe von Lampe zu Lampe

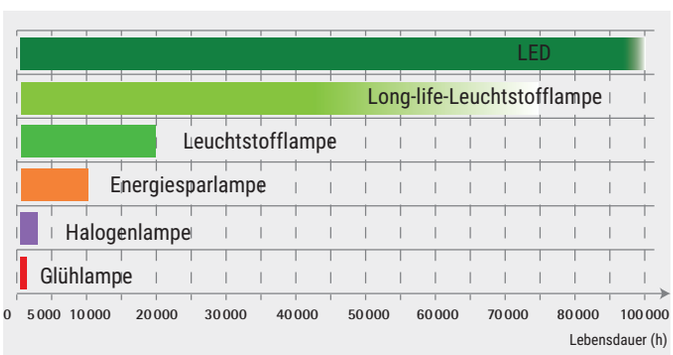
Farbortkonstanz – Kein Abdriften der Lichtfarbe durch Alterung oder beim Dimmen der Lampen

6.1.5 Thermomanagement

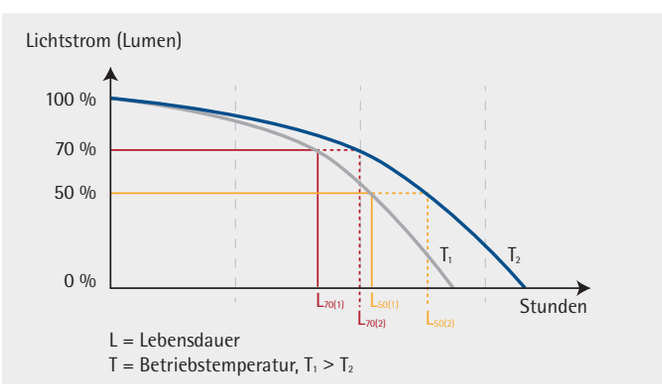
Das Licht der LED ist frei von Infrarot-Strahlung. Somit ist die LED ideal für die Beleuchtung von sensiblen Objekten, wie z.B. in Museen oder im Shopbereich, geeignet. Ein hoher Wärmeanteil entsteht allerdings bei der Lichterzeugung direkt im LED-Chip, was in der hohen Leistungsdichte auf kleiner Fläche begründet ist. Diese Wärme muss abgeführt werden, da bei hohen Temperaturen der Lichtstrom abnimmt und sich die Lebensdauer verkürzt. Der Konstruktion der Leuchte mit entsprechenden Maßnahmen zur Wärmeableitung kommt somit eine große Bedeutung zu, um die optimale Betriebstemperatur der LED zu gewährleisten.

6.1.6 Lebensdauer

LEDs für die Anwendung im Bereich technisches Licht besitzen meist eine Lebensdauer von 50.000 Stunden und mehr. Damit gehört die LED unbestritten zu den langlebigsten Leuchtmitteln, die heute erhältlich sind. Für die Praxis bedeutet dies eine erhebliche Reduzierung der Wartungskosten. Die Angaben zur Lebensdauer werden komplettiert mit den



Werten zu Degradation und Mortalität. Unter Degradation, angegeben in Lx, versteht man den Lichtstromrückgang der LED aufgrund Alterung. Die Mortalität By beschreibt die Ausfallrate der LED. Die Ermittlung der Lebensdauerangaben basiert auf den internationalen Standards LM 80 und TM 21. Beim Messverfahren LM 80 (Measuring Lumen Maintenance of LED Light Sources) erfolgt eine Messung der Lichtstromabnahme bei 3 verschiedenen Umgebungstemperaturen über eine Zeitdauer von mindestens 6000 Stunden. Für Leuchten, die mit 50000 Stunden Lebensdauer klassifiziert werden sollen, muss die Testdauer auf über 8300 Stunden



ausgedehnt werden und beträgt somit fast ein ganzes Jahr. Die ermittelten LM 80 Werte fließen anschließend in die Kalkulationsmethode TM 21 (Projection Long Term Maintanance) ein. Hierbei handelt es sich um ein mathematisches Modell, bei dem über Extrapolation die voraussichtlich weitere Lichtstromabnahme hochgerechnet wird.

Wird eine LED-Leuchte beispielsweise mit L80B10 charakterisiert, bedeutet dies, dass nach 50000 Stunden Brenndauer der Lichtstrom auf 80% des Anfangswertes zurückgegangen ist. Zehn Prozent der LEDs dürfen dabei auch unterhalb der 80%-Marke liegen, Totalausfälle eingeschlossen. Eine wichtige Einflussgröße, sowohl auf den Lichtstrom wie auch auf die Lebensdauer, stellt die Temperatur dar. Bei zu viel Wärme werden Lichtstrom und Lebensdauer negativ beeinflusst. Ein effektives Thermomanagement mit einer effizienten Wärmeableitung ist für LED-Leuchten somit besonders wichtig.

6.1.7 Flicker

Die LED als elektronische Lichtquelle reagiert auf Änderungen ihres Versorgungsstroms extrem schnell. Führt dies zu einer zeitlichen Variation des emittierten Lichts in Intensität oder Lichtfarbe, spricht man von Flimmern (engl.: flicker). Je nach Frequenz ist das Flimmern für das menschliche Auge sichtbar bzw. nicht sichtbar und kann zu Beeinträchtigungen der Gesundheit führen, wie beispielsweise Kopfschmerzen oder neurologische Probleme (es kann ein epileptischer Anfall ausgelöst werden.). Auch bei technischen Geräten sind Wechselwirkungen bekannt, z.B. bei der Nutzung von Videokameras oder Barcodescannern.

Bei LED-Leuchten ist das Auftreten von Flimmererscheinungen nicht vom Leuchtmittel sondern der Qualität des eingesetzten Betriebsgerätes abhängig. Entscheidend ist dabei die Tatsache, ob der Gleichstrom zum Betreiben der LED eine Restwelligkeit aufweist. Kontaktieren Sie uns, wenn Sie dahingehend sensible Bereiche beleuchten möchten. Wir definieren mit Ihnen gemeinsam die richtigen Komponenten.

6.1.8 Photobiologische Sicherheit

Die photobiologische Sicherheit gemäß DIN EN 62471 betrachtet Ultraviolett-, sichtbare und Infrarotstrahlung von Lampen und Leuchten. LEDs für Beleuchtungszwecke im Bereich technisches Licht emittieren üblicherweise ausschließlich im sichtbaren Bereich. Das Potenzial für Schädigungen, z.B. der Netzhaut des Auges, ist wellenlängenabhängig und im blauen Spektralbereich am höchsten (Blaulichtgefährdung). Weitere Einflussfaktoren sind Leuchtdichte, Abstand zur Lichtquelle und Bestrahlungsdauer.

Bei Regiolux werden die LEDs so ausgesucht, dass die Risikogruppen (RG) von vornherein ≤ 1 ist. Die o.g. Norm klassifiziert eine Gefährdung durch Strahlungsquellen in vier Risikogruppen. LED-Leuchten von Regiolux sind geprüft und entsprechen den Risikogruppen RG 0 oder RG1. Von Leuchten dieser Gruppen geht beim normalen Verhalten des Nutzers keine Gefahr aus.

6. LEUCHTMITTEL

6.1.9 Lichtmanagement mit LED

Durch den Einsatz von Lichtmanagementkomponenten lässt sich die Energieeffizienz von Beleuchtungsanlagen weiter erhöhen. Bereits einfache Präsenzmelder-Schaltungen verbessern mit relativ geringem Aufwand die Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen. Da bei der LED häufiges Schalten keine Reduzierung der Lebensdauer zur Folge hat, ist dieses Leuchtmittel prädestiniert für derartige Anwendungen. Zudem startet die LED sofort mit 100 % Licht und es müssen keine Nachlaufzeiten eingestellt werden.

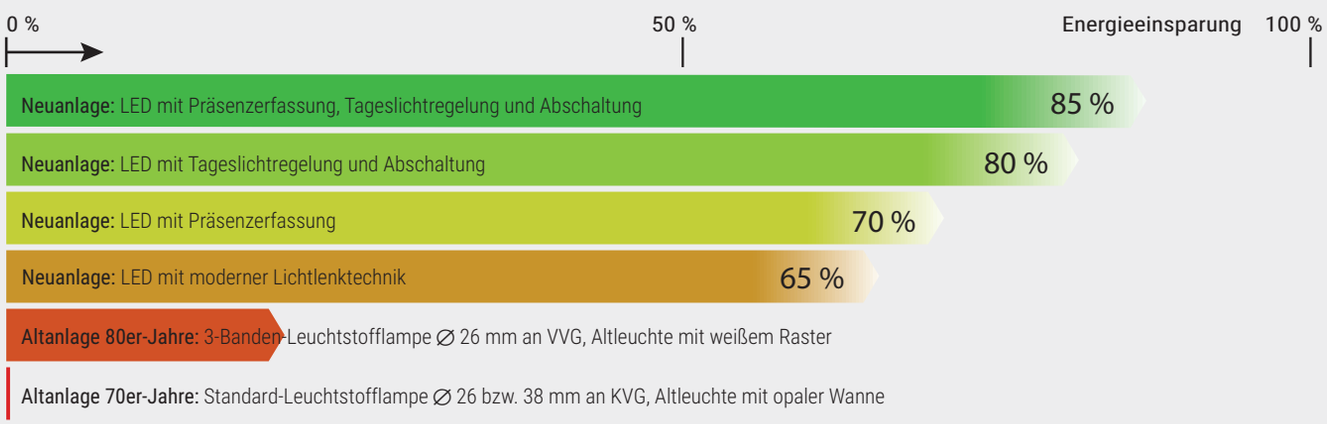
Tageslichtabhängige Regelungen mit oder ohne Präsenzfunktion können mit Komponenten aus dem Katalogkapitel „Light Control“ oder mit vorbereiteten Masterleuchten wie z.B. alvia LC01 umgesetzt werden. Im Vergleich zu Altanlagen mit konventionellen Lampen und magnetischer Vorschaltung kann das Einsparpotenzial an Energiekosten bis zu 85 % betragen.

WEITERE INFORMATIONEN
im Themenprospekt
„Qualitätsmerkmale
für LED-Leuchten“

6.1.10 Garantie

Regiolux übernimmt eine Hersteller-Garantie dafür, dass LED-Produkte bei bestimmungsgemäßem Gebrauch während eines Garantiezeitraums von fünf Jahren bei Produkten mit einer Nennlebensdauer ≥ 50.000 Betriebsstunden bzw. drei Jahre bei Produkten mit einer Nennlebensdauer< 50.000 Betriebsstunden ab Rechnungsdatum frei von Fabrikations- und/oder Materialfehlern ist. Diese Herstellergarantie gilt europaweit. www.regiolux.de/service/garantie/

Energieeinsparung Innenbeleuchtung



7. ELEKTROTECHNIK

7.1 Maximale Leuchtenanzahl je Stromkreis

Die maximal zulässige Anzahl von LED-Leuchten differiert je nach Hersteller und Typ der elektronischen Treiber. Die Anzahl der Treiber pro Leuchte ist auf der jeweiligen Produktseite angegeben, die entsprechenden technischen Daten erhalten Sie auf Anfrage. Treiberspezifische Installationshinweise, z.B. für 2-Gruppenschaltung, sind auf der Montageanleitung der Leuchte dokumentiert.

7.2 Notlicht

7.2.1 Anforderungen an die Sicherheitsbeleuchtung.

(s. Tabelle/Grafik unten)

7.2.2 Sicherheitsleuchten an Zentralbatterieanlagen

Mit der Anforderung zum Betrieb an Zentralbatterie, darf nur eine entsprechend geprüfte Sicherheitsleuchte zum Einsatz kommen. Selbst wenn viele LED-Treiber bereits für Wechsel- und Gleichspannung geeignet sind, bedeutet dies nicht, dass die Leuchte für den Betrieb an Gleichspannung, und als Sicherheitsleuchte, verwendet werden darf. Auf Anfrage sind entsprechend geprüfte und für den Einsatz vorgesehene Leuchten lieferbar.

7.2.3 Sicherheitsleuchten mit Umschaltweiche

Sollen Sicherheitsleuchten im Notlichtfall über eine Zentralbatterieanlage gespeist werden, ist eine Umschaltweiche notwendig welche extern oder leuchtenintegriert platziert wird. Bei Netzausfall schaltet die Weiche automatisch auf Zentralbatterieversorgung um. Der Lichtstrom im Notbetrieb liegt für Standard-Treiber bei 100 Prozent. Werden DALI-Betriebsgeräte verwendet, ist der Not-Lichtstrom je nach Werkseinstellung definiert bzw. über eine Programmierung einstellbar.

7.2.4 Sicherheitsleuchten mit Einzelbatterie

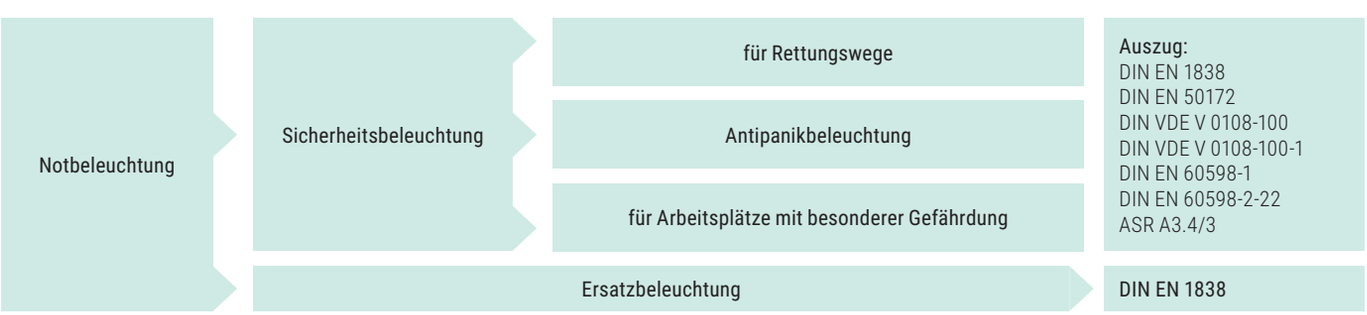
Leuchten in dieser Bauart sind mit Treiber, Notlichtbaustein, Akku und einer Ladezustandsanzeige ausgerüstet. Zum Laden der Akkus wird eine zusätzliche, nicht geschaltete Dauerphase benötigt. Regiolux-Leuchten mit Einzelbatterie sind in der Regel für eine Brenndauer von 3 Stunden ausgelegt, andere Ausführungen sind auf Anfrage möglich. Die Akkulebensdauer ist begrenzt, sodass bei Unterschreitung der Bemessungs-Betriebsdauer ein bauseitiger Akkuwechsel vorzunehmen ist. Im Notlichtfall wird die Einzelbatterieleuchte mit reduzierter Lichtmenge betrieben. Den leuchtenspezifisch exakten Notlichtstrom teilen wir Ihnen gerne auf Anfrage mit.

Ausführungen mit automatischem Selbsttest, oder für zentrale Überwachung über einen Datenbus, erleichtern dem Betreiber bzw. dem Wartungsbeauftragten die zyklische Überprüfung der Sicherheitsleuchten.

zu 7.2.1 Anforderungen an die Sicherheitsbeleuchtung:

Anforderungen nach DIN EN 50172 bzw. DIN VDE V 0108-100(-1)

Anforderungen	Versammlungsstätten, Geschäftshäuser	Versammlungsstätten mit max. 20 Sicherheitsleuchten	Beherbergungsbetriebe, Hochhäuser, Schulen	Rettungswege in Arbeitsstätten	Arbeitsplätze mit besonderer Gefährdung
Mindestbeleuchtungsstärke	1 lux	1 lux	1 lux	1 lux	10 % von En – E min. = 15 lx
Umschaltzeit	max. 1 s	max. 1 s	max. 15 s	max. 15 s	max. 0,5 s
Nennbetriebsdauer der Ersatzstromquelle	3 h	3 h	3 h	1 h	> 1/60 h
Zulässige Ersatzstromquellen	Zentralbatterie, Gruppenbatterie mit oder ohne Wechselrichter, Sofortbereitschaftsaggregat	Zentralbatterie, Gruppenbatterie mit oder ohne Wechselrichter, Sofortbereitschaftsaggregat, Einzelbatterien	Zentralbatterie, Gruppenbatterie mit oder ohne Wechselrichter, Sofortbereitschaftsaggregat, Einzelbatterien, Ersatzstromaggregat	Zentralbatterie, Gruppenbatterie mit oder ohne Wechselrichter, Schnellbereitschafts-/Sofortbereitschaftsaggregat, Einzelbatterien, besonders gesichertes Netz	



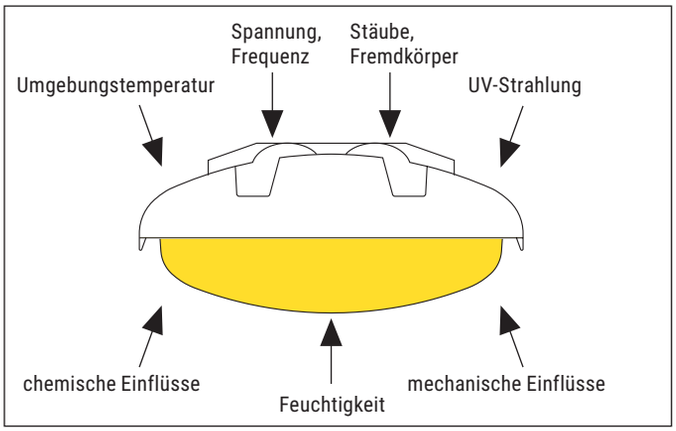
8. LEUCHTEN

8.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Regiolux-Leuchten dürfen nur mit Leuchtmitteln bestückt werden, die auf dem Typenschild und den Genehmigungsausweisen aufgeführt sind. Die Verwendung von anderen Lampen, wie auch LED oder T5-Adaptern, ist kein bestimmungsgemäßer Gebrauch und kann zu Funktionsbeeinträchtigungen und Gefahrensituationen führen. Im Rahmen unserer gesetzlichen Produktbeobachtungspflicht nach § 6 Abs. 4 des Produktsicherheitsgesetzes (ProdSG) weisen wir ausdrücklich auf diese Gefahren hin. Im Schadensfall ist mit rechtlichen Problemen zu rechnen.

8.2 Besondere Betriebsbedingungen

Leuchten sind einer Vielzahl von äußeren Einflüssen ausgesetzt. Unter Umständen kann dies erschwerte Betriebsbedingungen für die Leuchten bedeuten, welche sich z.B. auf die Lebensdauer der Leuchte und Lampen auswirken. Gegebenenfalls können solche Einflüsse zu Einschränkungen



bis hin zum Verlust der Gewährleistung führen. Bezüglich der Auswirkungen solcher besonderen Betriebsbedingungen auf die Leuchten sollte der Hersteller befragt werden. Nachfolgend geben wir eine kurze Übersicht von ausgewählten Beispielen.

8.2.1 Netzversorgung

Regiolux-Leuchten sind für eine sinusförmige Wechselspannung von 230 V und 50 Hz ausgelegt (siehe Abs. 8.6). In abweichenden Fällen (z.B. Ausland) müssen die Betriebsgeräte an die tatsächlichen Werte der Versorgungsspannung angepasst werden. Aus diesem Grund ist auf die Auslegung des vorhandenen Netzes und dessen Werte/Toleranzen zu achten. Dies gilt auch bei Netzverunreinigungen. Insbesondere Überspannungen können im Extremfall zur Zerstörung von Komponenten führen. Störquellen sind, falls nötig in Abstimmung mit dem Energieversorgungsunternehmen, zu beseitigen.

8.2.2 Elektromagnetische Verträglichkeit

Die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) umfasst sowohl die Störfestigkeit der Leuchten gegen externe Störquellen wie auch die Störaussendung auf Systeme außerhalb der Beleuchtung. Dazu sind in verschiedenen Normen entsprechende Grenzwerte definiert. Trotz Einhaltung dieser Grenzwerte kann es bei ungünstigen Betriebsbedingungen vereinzelt zu Störungen kommen (z.B. Radio- oder Funkübertragung). In solchen Fällen sollte die Störfestigkeit der Elektrogeräte geprüft werden. Mögliche Maßnahmen zur Störungsbeseitigung sind auch Vergrößern der Distanz zwischen Leuchte und Elektrogerät oder Ändern des Frequenzbandes der Signalübertragung.

8.2.3 Umgebungstemperatur

Regiolux-Leuchten sind für eine Umgebungstemperatur von 25°C ausgelegt (siehe Abs. 8.6.). Sollte in der Praxis die Umgebungstemperatur davon stark abweichen (z.B. Kühlhäuser, Werkhallen mit Prozesswärme), ist mit uns Rücksprache zu nehmen, inwieweit die ausgewählten Leuchten für die jeweiligen Temperaturbedingungen freigegeben werden können. Insbesondere der Betrieb bei erhöhten Umgebungstemperaturen kann zu Ausfällen, z.B. des elektronischen Vorschaltgerätes, führen (siehe Abs. 7.1.2.). Ggf. sind Spezialleuchten erforderlich.

8.2.4 Chemische Einflüsse

Umgebungen mit besonderen chemischen Stoffen in der Atmosphäre können vielfältige Auswirkungen auf Lampen, Leuchten und Beleuchtungsanlagen haben.

8.2.4.1 Resistenzen von Kunststoffen

Die Resistenz-Tabelle gibt eine Übersicht über die chemische Beständigkeit der wichtigsten im Leuchtenbau verwendeten Kunststoffe. Die Angaben der chemischen Resistenz beziehen sich auf eine Umgebungstemperatur von ca. 22° C.

Reinigungsmittel	PMMA	PC
Ajax	beständig	beständig
Alleskleber	beständig	mit Einschränkung
Dor	beständig	beständig
Fewa	beständig	beständig
Haarfestiger	beständig	beständig
Nagellack/Nagellackentferner	nicht resistent	nicht resistent
Perchloräthylen	nicht resistent	nicht resistent
Persil	beständig	mit Einschränkung
Plexiklar	beständig	beständig
Pril	beständig	beständig
Sidolin	nicht resistent	beständig
Silikonöl	beständig	beständig
Spüli	mit Einschränkung	beständig
Tri	nicht resistent	nicht resistent

Beim Reinigen der Wanne/Gehäuse empfiehlt es sich, eine schwache Lösung der geeigneten Mittel zu verwenden. Die Verwendung von chem. Reinigungsmitteln ist begrenzt möglich.

8.2.4.2 Resistenzen von elektronischen Bauteilen und LED

Chemikalien haben unter Umständen auch Einfluss auf elektronische Bauteile, Platinen und LED. Leuchten mit elektronischen Komponenten und Platinen können beispielsweise durch erhöhte Ammoniak-Konzentrationen in derAtmosphäre geschädigt werden. Ebenso können LED auf chemische Einflüsse sensibel reagieren. Als kritisch gelten beispielsweise Atmosphären mit erhöhtem Anteil an Schwefelverbindungen oder Chloriden, die zu Eintrübungen, Verfärbungen und einer Verringerung der Lebensdauer führen können.

8.2.5 Einbauleuchten

Voraussetzung für die Montage unserer Leuchten ist, dass die jeweilige Deckenkonstruktion das Gewicht der Leuchten aufnehmen kann und auch dafür geeignet ist.

Chemischer Stoff	Polyester	Acrylglas (Wanne PMMA)	Polycarbonat (Wanne/Gehäuse PC)
Aceton	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Aliphat. Kohlenwasserstoffe	mit Einschränkung	mit Einschränkung	beständig
Alkohol bis 30 %	beständig	beständig	beständig
Alkohol konzentriert	mit Einschränkung	nicht resistent	nicht resistent
Ammoniak 25 %	nicht resistent	beständig	nicht resistent
Akkumulatorensäure	beständig	beständig	beständig
Anilin	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Aromat. Kohlenwasserstoffe	mit Einschränkung	nicht resistent	nicht resistent
Äther	mit Einschränkung	nicht resistent	nicht resistent
Äthylacetat (Ester)	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Benzin (Waschbenzin)	beständig	beständig	beständig
Benzol	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Bier	beständig	beständig	beständig
Blut	beständig	beständig	beständig
Bromsäure	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Chloroform	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Chlorophenol	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Dieselöl, Rohöl	beständig	beständig	mit Einschränkung
Dioxan	beständig	nicht resistent	nicht resistent
Essigsäure bis 5 %	beständig	mit Einschränkung	beständig
Essigsäure bis 30 %	beständig	nicht resistent	mit Einschränkung
Glycerin	beständig	beständig	mit Einschränkung
Glykol	beständig	beständig	beständig
Glysantin	beständig	beständig	beständig
Kohlendioxyd	beständig	beständig	beständig
Kohlenmonoxyd	beständig	beständig	beständig
Kalkmilch	beständig	beständig	mit Einschränkung
Kochsalzlösung	beständig	beständig	beständig
Ketone	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Lysol	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Meerwasser	beständig	beständig	beständig
Methylenchlorid	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Methanol	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Metallsalze und ihre wässrigen Lösungen	beständig	beständig	beständig
Natronlauge 2 %	mit Einschränkung	beständig	nicht resistent
Natronlauge 10 %	nicht resistent	beständig	nicht resistent
Petroläther	beständig	beständig	mit Einschränkung
Pyridin	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Phenol	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Salpetersäure bis 10 %	beständig	beständig	beständig
Salpetersäure 10 bis 20 %	mit Einschränkung	mit Einschränkung	mit Einschränkung
Salpetersäure ab 20 %	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Salzsäure bis 20 %	beständig	beständig	beständig
Salzsäure ab 20 %	beständig	beständig	mit Einschränkung
Schwefelsäure bis 50 %	beständig	beständig	beständig
Schwefelsäure bis 70 %	beständig	mit Einschränkung	mit Einschränkung
Schwefelsäure ab 70 %	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Schwefelige Säure bis 5 %	mit Einschränkung	mit Einschränkung	nicht resistent
Schwefelwasserstoff	beständig	beständig	beständig
Seifenlauge	beständig	beständig	beständig
Soda	beständig	beständig	beständig
Synth. Waschlauge	beständig	beständig	mit Einschränkung
Terpentinöl	beständig	mit Einschränkung	mit Einschränkung
Tetrachlorkohlenstoff	beständig	nicht resistent	nicht resistent
Wasser bis 60° C	beständig	beständig	beständig
Wasserstoffperoxyd bis 40 %	nicht resistent	nicht resistent	mit Einschränkung
Wasserstoffperoxyd über 40 %	nicht resistent	mit Einschränkung	mit Einschränkung
Xylol	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent

8.2.6 Geräusche

Bitte beachten Sie, dass Leuchten zum einen durch Schallwellen zu Resonanz angeregt werden können. Des Weiteren können lampen- und betriebsgerätebedingt Geräusche von Leuchten ausgehen, außerdem können Wärmeausdehnungen bis zum Erreichen des Verharrungszustandes Geräusche verursachen. Sollen die Leuchten in Bereichen hoher Geräuschsensibilität (Tonstudios, Probenräume, Sakralräume, usw.) eingesetzt werden, bitten wir Sie vorher diesbezüglich Kontakt mit uns aufzunehmen.

8. LEUCHTEN

8.3 Leuchtenoptiken und deren Anwendung

8.3.1 Central.Line.Optic

Bei der Central.Line.Optic handelt es sich um eine Doppel- oder auch Bi-LED-Linse die nach dem Totalreflektions-Verfahren („total internal reflection") kurz TIR-Prinzip arbeitet und somit extrem hohe Wirkungsgrade erlaubt. Die Spitzeneffizienz der Leuchtenlichtausbeute liegt bei bis zu 195 lm/W. Die präzise auf die Anwendung abgestimmte Linsenform sorgt für Bestwerte bei der Entblendung, nachgewiesen im UGR-Wert. Zum überzeugenden Erscheinungsbild trägt bei, dass die LED sehr dicht in einer Linie angeordnet sind und daher die Einzelpunkte zu einer Linie verschmelzen. Die daraus entstehende gleichmäßige Lichtverteilung mit seitlicher Randaufhellung verringert den Hell-Dunkel-Kontrast im Auge des Betrachters und vertieft den positiven Eindruck. Diese Lichttechnik ist in den Ausführungen breit- (Abstrahlwinkel 95° rotationssymmetrisch), tief-breit- (C0 80° C90 75°) sowie tiefstrahlend (C0 25° C90 100°) verfügbar. Weitere Vorteile dieser Lichttechnik aus hochwertigem Acrylglas sind die schraubenfreie Befestigung, die leicht zu reinigende Oberfläche sowie die transparente IP54 Dichtung für Anwendungen bis IP54. Die Central.Line.Optic bedient vielfältige Anwendungen in den Bereichen Industrie, Logistik, Verkauf, Bildung und Büro.

8.3.2 Individual.Lens.Optic

In der Kombination LED und Punktlinse sitzt die wirksame Fläche der Linse nur über den LED-Lichtpunkten selbst und nicht über die komplette Platine hinweg. Die Punktlinsen aus PMMA (Acrylglas) haben eine spezielle, lichttechnisch berechnete Struktur wobei das Licht gezielt gerichtet, ausgekoppelt und verteilt wird. Punktlinsen stehen für eine besonders effiziente Form der Lichtlenkung mit hohem Wirkungsgrad und optimierter Rundumentblendung. Die Lichtverteilung kann u.a. breit-, tief- und extrem tiefstrahlend (Hochregallagergang-Beleuchtung) sein. Auch eine Lichtverteilungskurve in doppelt asymmetrisch ist möglich. Letztere wird vorzugsweise in Verkaufsräumen wie Discountern oder Fachmärkten eingesetzt und ermöglicht über vertikales Beleuchtungsniveau eine gezielte Aufhellung der Waren beidseitig der Verkaufsgänge. Anwendungen der symmetrisch abstrahlenden Punktlinsen-Leuchten sind in der Industrie u.a. in Werk- und Lagerhallen zu finden. Im Erscheinungsbild der Leuchte bleibt die LED als sichtbarer Lichtpunkt erhalten.

8.3.3 Linear.Lens.Profil

Bei dieser Art Linse spricht man auch von refraktiven Linsen. Auch hier werden bereits vorwärtssteuende Nanopartikel eingesetzt. Diese Linsenform aus PMMA (Acrylglas) wird vorrangig für die Lichttechnik von linearen LED-Modulen verwendet. Linearlinsen haben eine spezielle, lichttechnisch berechnete Struktur wobei das Licht gezielt gerichtet, ausgekoppelt und verteilt wird. Linearlinsen stehen für eine besonders effiziente Form der Lichtlenkung mit hohem Wirkungsgrad. Die Lichtverteilung kann u.a. breit-, tief- und extrem tiefstrahlend (Hochregallagergang-Beleuchtung) sein. Auch eine Lichtverteilungskurve in doppelt asymmetrisch ist möglich. Letztere wird vorzugsweise in Verkaufsräumen wie Discountern oder Fachmärkten eingesetzt und ermöglicht über vertikales Beleuchtungsniveau eine gezielte Aufhellung der Waren beidseitig der Verkaufsgänge. Anwendungen der symmetrisch abstrahlenden Linearlinsen-Leuchten sind in der Industrie u.a. in Werk- und Lagerhallen zu finden. Im Erscheinungsbild wird die Linearlinse als Lichtlinie wahrgenommen.

8.3.4 Fresnellinse

Diese Linse ist durch einen speziellen Aufbau mit einer stufenförmigen Rillenstruktur gekennzeichnet. Als lineare Linse ausgebildet, reduziert sich die Bauform auf eine lichttechnisch berechnete Scheibe aus PMMA (Acrylglas) und wird u.a. bei LED-Leuchten verwendet. Das Licht wird gebündelt und über verschiedene Brechungswinkel gezielt ausgekoppelt, wobei auch asymmetrische Verteilungen möglich sind. Dies nutzt man z.B. bei Möbelleuchten für Voutenbeleuchtung oder zum Beleuchten von vertikalen Flächen, z.B. Tafelbeleuchtung.

8.3.5 Multilayer Lichttechnik

Diese Lichtlenkung basiert auf der intelligenten Kombination verschiedener Folien-Layern die mit Ihren spezifischen Eigenschaften die gewünschte Gesamt - Lichtcharakteristik erzeugen. Ziel ist es unerwünschte Punktleuchtdichten durch gezielte Streuung – in ein bis zwei Layerschichten – zu vermeiden, damit ein für das Auge sanftes, homogen wirkendes Erscheinungsbild generiert wird. Dazu kommt eine speziell entwickelte Lichtlenkende Schicht, die für eine entsprechende Entblendung sorgt. Die Multi-Layer Technologie ermöglicht hervorragende Entblendungswerte mit UGR ≤19 und Leuchtdichten <3000 cd/m² und das bei relativ kleinen Lichtaustrittsöffnungen.

8.3.6 Mikroprismenscheibe für Kanteneinspeisung

Beim Prinzip der Kanteneinspeisung sind die LED-Chips einer Leuchte nicht klassisch in Richtung der Lichtaustrittsfläche orientiert, sondern koppeln ihr Licht zunächst seitlich in eine Multilayer-Lichttechnik ein. Dabei wird das Licht mittels einer Lichttransportscheibe weiterreflektiert und anschließend gezielt nach oben und unten ausgeleitet. Insofern kein oder nur ein reduzierter Indirekt-Lichtanteil generiert werden soll, erhält die Scheibe auf der Oberseite zusätzliche Reflexionsbereiche. Nach unten wird die Multilayertechnik mit einer hoch wirksamen Mikroprismenscheibe mit berechneten Pyramiden-Prismen abgeschlossen. Diese sorgt für bildschirmtaugliche Beleuchtung mit einer Leuchtdichtereduzierung < 3000 cd/qm. LED-Punkte sind bei dieser Technologie für den Betrachter nicht sichtbar.

8.3.7 Mikroprismenscheibe für Backlight-Lichttechnik

Diese hochwertige Kunststoff-Scheibe aus PMMA (Acrylglas) besitzt lichttechnisch berechnete Pyramiden-Prismen. Homogene Lichtverteilung sowie sehr gute Entblendung charakterisieren diese Scheibe, die auch für die Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen mit dem Leuchtdichtegrenzwert < 3000 cd/qm geeignet ist. In Kombi-

nation mit LED bleiben die einzelnen LED-Lichtpunkte sichtbar und die Leuchte wird im eingeschalteten Zustand auch als LED-Leuchte wahrgenommen. Bei der planara z.B. wird eine MP-Scheibe eingesetzt, die zusätzlich zu den Prismen vorwärtsstreuende Partikel besitzt. Das führt bei guter Entblendung zusätzlich zu einem homogenen Erscheinungsbild unter normalen Blickwinkeln.

8.3.8 Diffusoren mit Längsprismierung

Durch das Einbringen von Prismierungen in geeiste Diffusoren ist es möglich, die Abstrahlcharakteristik der klassischen diffusen Normalverteilung zu modifizieren. Dabei kommt der Abstimmung zwischen der Lichttechnik und dem Grad der Einfärbung des Diffusor-Materials eine entscheidende Rolle zu. Vorwärtsstreuende Nanopartikel im Kunststoff des Diffusors verstärken die lichttechnische Wirkung ohne die optische Erscheinung negativ zu beeinflussen. Dank dieser Füllstoffe und deren lichttechnischen Eigenschaften werden für Diffusorleuchten herausragende System-Effizienzen von bis zu 176 lm/W erreicht, ohne dass die Homogenität der Ausleuchtung darunter leidet. Die Oberfläche der Diffusorwanne ist außen glatt und daher leicht zu reinigen. Diffusoren mit tief-breitstrahlender Abstrahlcharakteristik sind z.B. ideal für niedrige Regalräume, bei denen die Regale bis unter die Decke reichen. Auch die oberen Regalbereiche werden über den Indirekt-Lichtanteil der seitlichen Diffusorflächen ausreichend beleuchtet.

8.3.9 Diffusoren

Diffusoren können als Scheiben oder auch in Wannenform ausgebildet sein. Als Materialien kommen PMMA (Acrylglas) oder Polycarbonat zum Einsatz, in rauheren Industrieanwendungen können die Scheiben auch aus Einscheibensicherheitsglas bestehen. Die Optiken untergliedern sich in klar, klar mit Prismatik-Struktur, geeist (satiniert) und opal. Lichttechnisch unterscheiden sich die Abdeckungen im Transmissionsgrad und somit auch im Wirkungsgrad. Insbesondere bei geeisten und opalen Ausführungen bestechen die Leuchten mit einem ruhigen und homogenen Erscheinungsbild. So können z.B. quadratische Einbauleuchten als Oberlicht wirken. Kantige Diffusoren (Wannen) verfügen über leuchtende Seitenteile und generieren so einen Indirektanteil zur dezenten Deckenaufhellung. Einsatzgebiete sind beispielsweise Verwaltungsräume ohne Bildschirme, Unterrichtsräume, Verkaufsräume und Industrie.

8.3.10 Raster

Leuchtenraster sind aus metallischen Komponenten zusammengesetzt und bestehen aus Rasterseitenteilen sowie Querlamellen. Die Seitenteile beeinflussen je nach Kontur die Lichtverteilung einer Leuchte und sorgen für die Querentblendung, während die Lamellen in erster Linie der Längsentblendung dienen. Hochwertige Raster sind aus parabolförmigen Aluminium-Rasterelementen aufgebaut, wobei die Oberfläche hochglänzend oder seidenmatt eloxiert ist. Spezielle Bauformen wie das Mikroraster mit Niederquerschnittslamellen ermöglichen sehr flache Leuchten und verfügen über eine zusätzliche reflexionsverstärkende Silberbeschichtung. Die dadurch möglichen hohen Wirkungsgrade gepaart mit exakter Blendungsbegrenzung ergeben einen sehr hohen Sehkomfort beispielsweise für Bildschirmarbeitsplätze. Die Leuchtdichten oberhalb des Grenzausstrahlungswinkels von 65° sind dabei auf <1000 cd/qm reduziert. Störende Reflexe auf Bildschirmen werden vermieden. Weitere Einsatzgebiete sind repräsentative Räume wie Besprechungs-, Konferenz- und Empfangsräume. Spiegelraster können – ggf. mit asymmetrisch angeordneten Leuchtmittelpositionen – auch asymmetrisch abstrahlen und beleuchten vertikale Flächen wie Wandtafeln oder Präsentationsflächen.

Einfache Rastervarianten mit weißer Oberfläche werden in Räumen mit geringeren lichttechnischen Anforderungen eingesetzt, beispielsweise in Fluren und Wartezonen.

8. LEUCHTEN

8.4 Wartung

Um den Erhalt der Wirkungsgrade sicherzustellen, ist eine regelmäßige Reinigung von Leuchten in der Norm vorgesehen und auch sinnvoll. Lichttechniken sind oft hochwertige optische Oberflächen und müssen deshalb mit besonderer Vorsicht behandelt werden. Mechanische Belastungen (wischen, reiben usw.) müssen genauso vermieden werden wie der Einsatz von ungeeigneten Reinigungsmitteln, denn beides kann zur Beeinträchtigung oder gar Zerstörung der lichttechnischen Eigenschaften der Oberfläche führen (siehe Abs. 8.1.7.). Auch Rückstände einer evtl. verwendeten Reinigungsflüssigkeit können Ränder, Schlieren usw. zur Folge haben, die wiederum die Lichtlenkung negativ beeinflussen. Für Rückfragen zur sachgerechten Reinigung von Leuchten geben wir Ihnen gerne detailliert Auskunft.

8.5 Sonderleuchten und Modifikationen

Sondervarianten mit elektrotechnischen bzw. mechanischen Modifikationen, sowie Sonderlackierungen nach RAL-Farben, sind nach Prüfung der Realisierbarkeit gegen Mehrpreis lieferbar. Sonderleuchten durchlaufen bei Regiolux die gleichen Prüfungen wie Standardleuchten.

8.6 Prüfzeichen, Schutzklasse und Schutzart

Alle Regiolux-Leuchten sind nach den anerkannten Regeln der Technik gebaut und zu 100% elektrotechnisch überprüft. Standardmäßig werden die Leuchten für 230 V, 50 Hz und eine Umgebungstemperatur von 25° C ausgelegt und erfüllen die Anforderungen der europäischen Normen und Richtlinien inklusive der ENEC-Bestimmungen bezüglich Gerätesicherheit, elektromagnetischer Verträglichkeit und Energieeffizienz.

IP Schutzarten nach der ersten Kennziffer

Erste Kennziffer	Kurzbeschreibung	Kurze Einzelheiten, welche Fremdkörper nicht in das Gehäuse eindringen können
0	Ungeschützt	Kein besonderer Schutz.
1	Geschützt gegen feste Fremdkörper größer als 50 mm	Große Körperoberfläche, z.B. eine Hand (jedoch keine Schutzmaßnahme gegen absichtliches Berühren); feste Fremdkörper.
2	Geschützt gegen feste Fremdkörper größer als 12 mm	Finger oder ähnliches bis 80 mm Länge; feste Fremdkörper über 12 mm Durchmesser.
3	Geschützt gegen feste Fremdkörper größer als 2,5 mm	Werkzeuge, Drähte usw. mit Durchmesser oder Dicke größer als 2,5 mm; feste Fremdkörper über 2,5 mm Durchmesser.
4	Geschützt gegen feste Fremdkörper größer als 1 mm	Drähte oder Streifen dicker als 1 mm; feste Fremdkörper größer als 1 mm Durchmesser.
5	Staubgeschützt	Eindringen von Staub ist nicht völlig verhindert, aber Staub dringt nicht in solchen Mengen ein, dass ein ordnungsgemäßer Betrieb des Betriebsmittels behindert wird.
6	Staubdicht	Kein Eindringen von Staub.

IP Schutzarten nach der zweiten Kennziffer

Zweite Kennziffer	Kurzbeschreibung	Einzelheiten zur Schutzmaßnahme durch das Gehäuse
0	Ungeschützt	Kein besonderer Schutz.
1	Geschützt gegen Tropfwasser	Herabtropfendes Wasser (senkrecht fallende Tropfen) darf keine schädliche Wirkung haben.
2	Geschützt gegen Tropfwasser unter 15°	Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädliche Wirkung haben, wenn das Gehäuse bis zu 15° aus seiner bestimmungsgemäßen Gebrauchslage geneigt wird.
3	Geschützt gegen Sprühwasser	Sprühendes Wasser darf aus einer Neigung bis zu 60° gegen die Senkrechte keine schädliche Wirkung haben.
4	Geschützt gegen Spritzwasser	Aus beliebiger Richtung gegen das Gehäuse gespritztes Wasser darf keine schädliche Wirkung haben.
5	Geschützt gegen Strahlwasser	Aus beliebiger Richtung gegen das Gehäuse mit einer Düse gespritztes Wasser darf keine schädliche Wirkung haben.
6	Geschützt gegen schwere See	Wasser von schwerer See oder Strahlwasser unter hohem Druck darf nicht in schädlicher Menge in das Gehäuse eindringen.
7	Geschützt gegen die Folgen von Eintauchen	Eindringen von Wasser in schädlicher Menge darf nicht möglich sein, wenn das Gehäuse in Wasser unter vorgegebenen Bedingungen hinsichtlich Druck und Zeit eingetaucht ist.
8	Geschützt gegen Untertauchen	Das Gerät ist für dauerndes Untertauchen in Wasser geeignet; die Bedingungen sind vom Hersteller anzugeben Anmerkung: Üblicherweise bedeutet dies, dass das Gerät vollständig abgedichtet ist; jedoch kann dies bei bestimmten Geräten auch bedeuten, dass Wasser zwar eindringt, jedoch keine Schädigung verursacht.

Schutzklassen

	Leuchten mit Indoor-Zeichen nach IEC 60417-5957 sind nur für den Einsatz in Gebäuden geeignet und zugelassen.		Leuchten der Schutzklasse I müssen an einen Schutzleiter angeschlossen werden.
	Leuchten der Schutzklasse II sind schutzisoliert, ein Schutzleiteranschluss ist nicht zulässig.		Leuchten der Schutzklasse III sind für den Betrieb an Schutzkleinspannung < 50V (effektiv) zugelassen.

Prüfzeichen

Angaben zu den Prüfzeichen werden mehrheitlich verallgemeinert im Katalog dargestellt. Eine Überprüfung auf Artikelebene ist im Internet problemlos machbar.

	Das -Zeichen ist das europäische Sicherheitszeichen für Leuchten. Die Prüfbestimmungen sind in der DIN EN 60598 festgelegt. Das -Zeichen wird in Verbindung mit der Identitäts-Nummer einer europäischen Prüfstelle vergeben (VDE = 10). Damit wird dokumentiert, dass die Leuchten „normenkonform", entsprechend der Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG, gebaut und geprüft sind.
F	Kennzeichnung für wärmegedämmte Decken. Leuchten dürfen mit Dämmmaterial direkt bedeckt werden.
D	In Betriebsstätten, die durch Staub- und/oder Faserablagerungen feuergefährdet sind, müssen die Leuchten nach EN 60598-2-24 mit dem -Zeichen gekennzeichnet sein und mindestens Schutzart IP50 erfüllen. Bei der Montage sind die Montageanleitungen zu beachten.
M	Leuchten mit -Kennzeichnung sind für den Anbau an und Einbau in Möbeln bestimmt. Sie sind so konstruiert, dass im Fehlerfall der Leuchte, normal oder schwer entflammbare Werkstoffe im Sinne der VDE 0710 Teil 14 nicht entzündet werden können. Um Montagefehler auszuschließen, sind die Montageanleitungen zu beachten.
M M	Leuchten mit -Kennzeichnung sind für den Anbau an und Einbau in Möbeln bestimmt. Sie sind so gebaut, dass im Fehlerfall der Leuchte, Werkstoffe deren Entflammeigenschaften im Sinne der VDE 0710 Teil 14 nicht bekannt sind nicht entzündet werden können. Um Montagefehler auszuschließen, sind die Montageanleitungen zu beachten.
IK	Schlagfestigkeit - Der IK-Code als international gültige Klassifizierung nach IEC 62262 beschreibt die Widerstandsfähigkeit von Gehäusen elektrischer Betriebsmittel gegen mechanische Beanspruchungen, insbesondere Stoßbeanspruchungen. Die IK-Klassen entsprechen einer jeweiligen Schlagenergie in Joule, der das Gehäuse mindestens standhalten muss.

IK-Code	Schlagenergie (Joule)	IK-Code	Schlagenergie (Joule)
00	kein Schutz	06	1
01	0,15	07	2
02	0,20	08	5
03	0,35	09	10
04	0,50	10	20
05	0,70		

650°C 850°C	Leuchten mit diesem Zeichen entsprechen den Normbedingungen EN 60598-1 für die beim Zeichen angegebene Temperatur. Die Prüfungen erfolgen gemäß IEC 60695-11-5 (Nadelbrennprüfung) bzw. IEC 60695-2-10 (Glühdrahtprüfung).
	Ballwurfsichere Leuchten nach DIN 18032 Teil 3 und VDE 0710 Teil 13.
	Leuchten optimal abgestimmt auf Tennis nach DIN 67526 .
CE	Die CE-Kennzeichnung wird vom Hersteller selbst vorgenommen. Damit bestätigt er in Eigenverantwortung die Konformität mit den jeweiligen EG- bzw. EU-Richtlinien. Die Konformität nach der „Niederspannungsrichtlinie" 2006/95/EG, der „EMV-Richtlinie" 2004/108/EG (Störfestigkeit, Störaussendung) und der Energieeffizienz (Richtlinien 2005/32/EG und EG 245/2009) sind die Voraussetzungen für die CE-Kennzeichnung für unsere Produkte.
1000 1500 3000	Mit diesem Symbol wird die Eignung von Leuchten für Bildschirmarbeitsplätze auf Basis der DIN EN 12464-1 ausgewiesen. Die Gradzahl bedeutet, dass die Leuchtdichte rundum in allen Leuchtenebenen oberhalb dieses Winkels gewisse Grenzwerte nicht überschreitet. Je nach Bildschirmgüte und Bildschirmdarstellung sieht die Norm unterschiedliche Grenzwerte vor.
UGR 19	Die Leuchten erfüllen gemäß Blendungsbewertungsverfahren UGR den Grenzwert <= 19. Basis für die Bewertung bilden die Bedingungen des sogenannten Standardraumes mit den Blickrichtungen quer und längs zur Leuchte.
IoT	Ready for IoT - Leuchten mit integriertem DALI- oder DALI2-Treiber stellen zusätzliche Gerätedaten zur Weiterverwendung im Internet of Things (IoT) zur Verfügung. Zur Erfassung, Auswertung und zum Transfer dieser Daten ist eine geeignete Anlagensteuerung erforderlich.
	Die Leuchten sind mit tunable white Technik ausgestattet und ermöglichen in Verbindung mit einer entsprechenden Steuerung einen dynamischen Verlauf von Lichtfarbe und Beleuchtungsniveau. Als Simulation des Tageslichtverlaufs geeignet für biologisch wirksames Licht (Human Centric Lighting).
	Die Leuchten sind grundsätzlich geeignet, von IFS Vers. 6 und/oder BRC Global Standard Food Vers. 6 zertifizierten Unternehmen der Lebensmittel- und Getränkeindustrie eingesetzt zu werden.
clean tested	Leuchten mit diesem Zeichen wurden vom Fraunhofer-Institut IPA für den Einsatz in Reinräumen bezüglich Partikelemission und Kolonie bildende Einheiten (KBE) getestet und zertifiziert.
	Leuchten mit diesem Zeichen wurden gemäß der Erkenntnisse aus den getesteten Leuchten [clean tested] entwickelt, wurden aber nicht speziell vom Fraunhofer-Institut IPA zertifiziert.
	Leuchten mit diesem Zeichen wurden einer speziellen Bewertung unterzogen, welche die Flickerfreiheit in bestimmten Frequenzbereichen, z. B. Filmaufnahmen, Scannereinsatz etc. sicherstellt.

9. ENTSORGUNGSHINWEISE

Die Rücknahme und Verwertung von Verpackungsmaterial übernimmt für Regiolux GmbH die Interseroh Dienstleistungs GmbH (www.interseroh.com). Die Interseroh-Hersteller-Nummer lautet 80019.

In Erfüllung der gesetzlichen Produktrücknahmeverpflichtung ist Regiolux GmbH unter der Reg.-Nr. 16667402 bei dem Elektro-Altgeräte Register (EAR) gemeldet. Mit der Entsorgung der Leuchten ist die Interseroh Dienstleistungs GmbH beauftragt. Die mit der Anlieferung verbundenen Kosten gehen ausschließlich zu Lasten des Bestellers.

AGB

1 Allgemeine Bedingungen

1.1 Für alle gegenwärtigen und zukünftigen Geschäftsbeziehungen mit Wiederverkäufern oder gewerblichen Abnehmern (Besteller) im Sinne des § 14 BGB gelten ausschließlich diese Bedingungen. Abweichende oder ergänzende Bedingungen des Bestellers sowie Nebenabreden sind nur verbindlich, wenn sie von der Regiolux GmbH (Lieferer) schriftlich bestätigt werden.

1.2 Preis- und Leistungsangaben sind für den Lieferer nur dann verbindlich, wenn sie von ihm bestätigt oder eine Lieferung vorgenommen wurde. Darüber hinausgehende Erklärungen sowie Zusicherungen bedürfen zu ihrer Verbindlichkeit der Schriftform.

2 Angebot und Auftragsannahme

2.1 In Prospekten, Anzeigen, Internetseiten usw. enthaltene Angebote sind - auch hinsichtlich der Preisangaben - freibleibend und unverbindlich. Individuell ausgearbeitete schriftliche Angebote des Lieferers werden spätestens 90 Tage nach dem Datum des Angebotes unwirksam, soweit keine Annahme erfolgte.

2.2 Wird eine beim Lieferer eingegangene Bestellung nicht innerhalb eines Monats nach ihrem Eingang schriftlich bestätigt oder ausgeführt, ist der Besteller zur Rücknahme der Bestellung berechtigt, ohne dass er hieraus irgendwelche Schadensersatzansprüche gegen den Lieferer geltend machen kann.

2.3 Bei einem Netto-Auftragswert unter 250,00 Euro wird ein Mindermengenzuschlag von 25,00 Euro berechnet.

3 Preise

3.1 Die Preise werden in Euro berechnet zuzüglich Mehrwertsteuer, die zum jeweiligen gültigen Satz gesondert berechnet wird. Der Preisberechnung werden die am Tage des Vertragsabschlusses gültigen Preise zugrunde gelegt. Erfolgt die Lieferung später als 4 Monate nach Vertragsabschluss, so können die am Tage der Lieferung geltenden Preise berechnet werden.

3.2 Die Preise gelten, falls nicht andere Abmachungen schriftlich getätigt sind, innerhalb der Bundesrepublik Deutschland ab Werk einschließlich Originalverpackung, die aufgrund einer Vereinbarung des Lieferers mit der Interseroh GmbH nicht zurückgenommen wird.

3.3 Der nicht private Besteller verpflichtet sich, die Entsorgung der gelieferten Erzeugnisse nach den Bestimmungen der Altgeräte-Verordnung zu gewährleisten. Bei Weiterverkauf überträgt der Besteller diese Verpflichtung an seinen Vertragspartner.

4 Zahlungsbedingungen

4.1 Soweit nichts anderes vereinbart, sind unsere Rechnungen innerhalb von 30 Tagen ab Rechnungsdatum zu zahlen. Sie können nach Wahl des Lieferers auf andere, noch offenstehende Forderungen verrechnet werden. Für Zahlungen, die innerhalb von 8 Tagen nach Rechnungsdatum beim Lieferer eingehen, gewährt der Lieferer 2 % Skonto.

4.2 Ein Zurückbehaltungsrecht des Bestellers, soweit es nicht auf demselben Vertragsverhältnis beruht, sowie die Aufrechnung mit bestrittenen oder nicht rechtskräftig festgestellten Forderungen, ist ausgeschlossen.

4.3 Kommt der Besteller mit einer Zahlungspflicht ganz oder teilweise in Verzug, so hat er - unbeschadet aller anderen Rechte des Lieferers - ab diesem Zeitpunkt Verzugszinsen in Höhe von 6 % p.a. über dem Basiszinssatz zu zahlen.

4.4 Stellt der Besteller seine Zahlung ein oder wird die Eröffnung des Insolvenzverfahrens beantragt oder löst er fällige Schecks oder Wechsel nicht ein, so wird die Gesamtforderung des Lieferers sofort fällig.

5 Eigentumsvorbehalt

5.1 Der Lieferer behält sich das Eigentum an der Ware bis zur vollständigen Begleichung aller Forderungen aus einer laufenden Geschäftsbeziehung vor. Eine Verpfändung oder Sicherungsübereignung der Vorbehaltsware ist nicht zulässig.

5.2 Der Besteller tritt für den Fall des - im Rahmen des ordnungsgemäßen - Geschäftsbetriebes zulässigen Weiterverkaufs der Vorbehaltsware dem Lieferer schon jetzt bis zur Tilgung sämtlicher Forderungen des Lieferers die ihm aus dem Weiterverkauf entstehenden künftigen Forderungen gegen seine Kunden sicherheitshalber ab, ohne dass es noch späterer besonderer Erklärungen bedarf; die Abtretung erstreckt sich auch auf Saldoforderungen, die sich im Rahmen bestehender Kontokorrentverhältnisse oder bei deren Beendigung des Bestellers mit seinem Kunden ergeben. Wird die Vorbehaltsware zusammen mit anderen Waren verkauft, ohne dass für die Vorbehaltsware ein Einzelpreis vereinbart wurde, so tritt der Besteller dem Lieferer mit Vorrang vor den übrigen Forderungen denjenigen Teil der Gesamtpreisforderung ab, der dem vom Lieferer in Rechnung gestellten Wert entspricht. Bis auf Widerruf ist der Besteller zur Einziehung der abgetretenen Forderungen aus dem Weiterverkauf befugt; er ist nicht berechtigt, über sie in anderer Weise, z. B. Abtretung, zu verfügen. Auf Verlangen des Lieferers hat der Besteller die Abtretung dem Kunden bekanntzugeben und dem Lieferer die zur Geltendmachung seiner Rechte gegen den Kunden erforderlichen Unterlagen, z. B. Rechnungen, auszuhändigen und die erforderlichen Auskünfte zu erteilen.

5.3 Erfüllt der Besteller seine Zahlungsverpflichtung innerhalb von 10 Tagen nach Fälligkeit ganz oder teilweise nicht, löst er fällige Schecks nicht ein oder ist Insolvenzantrag gestellt, ist der Lieferer berechtigt, vom Vertrag zurückzutreten und die Ware herauszuverlangen. Der Besteller ist verpflichtet, dem Lieferer den Besitz der Waren zu verschaffen. Der Besteller gewährt dem Lieferer oder Beauftragten des Lieferers während der Geschäftsstunden Zutritt zu sämtlichen Geschäftsräumen. Der Lieferer ist berechtigt, die Vorbehaltsware mit der Sorgfalt eines ordentlichen Kaufmanns zu verwerten und sich unter Anrechnung auf die offenen Ansprüche aus deren Erlös zu befriedigen.

5.4 Übersteigt der Wert der Sicherung die Ansprüche des Lieferers gegen den Besteller aus der laufenden Geschäftsverbindung insgesamt um mehr als 20 %, so ist der Lieferer auf Verlangen des Bestellers verpflichtet, ihm zustehende Sicherungen nach seiner Wahl insoweit freizugeben.

6 Lieferung

6.1 Die Lieferung erfolgt bei einem Netto-Auftragswert ab 1.200 Euro: frei Ladefläche Lieferadresse innerhalb von Deutschland.

6.2 Lieferfristen sind nur verbindlich, wenn sie vom Lieferer ausdrücklich als verbindlich bestätigt wurden.

6.3 Die Lieferfrist beginnt an dem Tag, an dem Übereinstimmung über die Bestellung zwischen Besteller und Lieferer schriftlich vorliegt. Die Lieferfrist ist eingehalten, wenn die Ware das Lager innerhalb der Frist verlassen hat. Verzögert sich der Versand oder die Abwicklung aus Gründen, die der Lieferer nicht zu vertreten hat, gilt die Frist als eingehalten bei Meldung der Versandbereitschaft innerhalb der vereinbarten Frist.

6.4 Ist die Nichteinhaltung der Lieferfrist nachweislich auf Mobilmachung, Krieg, Aufruhr, Streik, Aussperrung oder den Eintritt sonstiger unvorhergesehener Hindernisse, die außerhalb des Willens des Lieferers oder seiner Zulieferanten liegen, zurückzuführen, verlängert sich die Frist angemessen.

6.5 Kommt der Lieferer in Verzug, kann der Besteller unter Nachweis des ihm entstandenen Schadens eine Verzugsentschädigung für jede vollendete Woche der Verspätung von 0,5 % bis zur Höhe von im Ganzen 5 % vom Wert der verspätet gelieferten Ware verlangen. Darüber hinausgehende Schadensersatzansprüche sind in allen Fällen verspäteter Lieferung, auch nach Ablauf einer dem Lieferer etwa gesetzten Nachfrist, ausgeschlossen. Vom Vertrag

kann der Besteller im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen nur zurücktreten, soweit die Verzögerung der Lieferung vom Lieferer zu vertreten ist.

6.6 Der Besteller ist verpflichtet, auf Verlangen des Lieferers innerhalb einer angemessenen Frist zu erklären, ob er wegen der Verzögerung der Lieferung vom Vertrag zurücktritt und/oder Schadensersatz statt der Leistung verlangt oder auf der Lieferung besteht.

6.7 Verursacht der Besteller eine Verzögerung des Versandes oder der Zustellung der Ware, ist der Lieferer berechtigt, die ihm dadurch entstehenden Mehrkosten dem Besteller zu berechnen.

6.8 Teillieferungen sind zulässig, es sei denn, dass berechtigte Interessen des Bestellers entgegenstehen.

7 Versand

Die Gefahr geht mit der Auslieferung der Ware an den Spediteur oder den Frachtführer auf den Besteller über und zwar ohne Rücksicht darauf, wer die Kosten des Versandes trägt. Sofern der Besteller es wünscht, wird die Lieferung durch eine Transportversicherung eindeckt; die insoweit anfallenden Kosten trägt der Besteller. Für Transportbruch wird kein Ersatz geleistet, wenn die Bruchversicherung abgelehnt wird.

8 Entgegennahme

8.1 Der Besteller hat dem Lieferer in angemessener Frist vor Lieferung der Ware verbindlich eine oder mehrere Person(en) namentlich zu benennen, die zur Entgegennahme der Lieferung und Unterzeichnung des Lieferscheins bevollmächtigt ist bzw. sind. Dies gilt insbesondere dann, wenn an einen anderen Ort als den Sitz des Bestellers geliefert werden soll.

8.2 Ist keine der von dem Besteller genannten bevollmächtigten Personen zum vereinbarten Liefertermin an dem vereinbarten Ort der Lieferung anwesend oder zur Annahme der Ware bereit, gerät der Besteller in Annahmeverzug mit der Folge, dass die Gefahr auf ihn übergeht. Ferner hat er die Mehrkosten zu tragen, die dadurch entstehen, dass eine erneute Anlieferung vorgenommen werden muss.

8.3 Der Besteller hat die Ware bei Ankunft unverzüglich auf Transportschäden hin zu untersuchen und dem Frachtführer und dem Lieferer etwaige Schäden oder Verluste sofort mitzuteilen. Der Besteller darf die Entgegennahme von Lieferungen wegen unerheblicher Mängel nicht verweigern.

9 Rücknahme von Waren

Rücknahmen, die nicht auf einen gesetzlichen Rückgewährschuldverhältnis beruhen, bedürfen der ausdrücklichen schriftlichen Zustimmung des Lieferers, wobei vorausgesetzt wird, dass die Ware unbeschädigt ist und im Originalkarton zurückgegeben wird. Bearbeitungskosten in Höhe von 30 % des Lieferwertes werden an der Gutschrift gekürzt. Alle Aufarbeitungs-, Fracht- und Verpackungskosten gehen zu Lasten des Bestellers. Sonder- und Einbauleuchten sind von der Rücknahme ausgeschlossen.

10 Gewährleistung

10.1 Der Lieferer leistet für Mängel der Ware innerhalb einer angemessenen Frist zunächst nach seiner Wahl Gewähr durch Nachbesserung oder Ersatzlieferung.

10.2 Schlägt die Nachbesserung oder der Austausch nach einem erfolglosen zweiten Versuch fehl, kann der Besteller grundsätzlich nach seiner Wahl Herabsetzung der Vergütung (Minderung) oder Rückgängigmachung des Vertrages (Rücktritt) verlangen. Bei einer nur geringfügigen Vertragswidrigkeit, insbesondere bei nur geringfügigen Mängeln, steht dem Besteller jedoch kein Rücktrittsrecht zu.

10.3 Der Besteller muss dem Lieferer Mängel innerhalb einer Frist von zwei Wochen ab Empfang der Ware oder ab Feststellung schriftlich anzeigen; andernfalls ist die Geltendmachung des Gewährleistungsanspruchs ausgeschlossen. Die Rügepflicht gilt auch für die Rückgriffansprüche des Bestellers gem. § 478 BGB ab Bekanntwerden des von dem Abnehmer des Bestellers gerügten Mangels. § 377 HBG bleibt unberührt.

10.4 Wählt der Besteller nach gescheiterter Nacherfüllung den Rücktritt vom Vertrag, steht ihm daneben kein Schadensersatzanspruch wegen des Mangels zu.

10.5 Die Gewährleistungsfrist beträgt ein Jahr ab Gefahrenübergang der Ware.

10.6 Der Besteller kann die Erstattung von Kosten der Nacherfüllung nur geltend machen, wenn er nachweist, dass er gegenüber seinem Vertragspartner und Anspruchsteller gesetzlich zur Rücknahme oder Reparatur der Ware verpflichtet war. Rückgriffansprüche des Bestellers gegen den Lieferer gemäß § 445a BGB bestehen auch nur insoweit, als der Besteller mit seinem Abnehmer keine über die gesetzlichen Mängelansprüche hinausgehenden Vereinbarungen getroffen hat.

Im Fall der berechtigten Nacherfüllung wegen Mängeln ist der Lieferer nur dann verpflichtet, die hierfür erforderlichen Aufwendungen, insbesondere Transport-, Wege,- Arbeits- und Materialkosten zu tragen, wenn sich diese nicht dadurch erhöht haben, dass die Ware an einen anderen Ort als den Sitz oder die gewerbliche Niederlassung des Bestellers, an die geliefert wurde, verbracht wurde.

Ansprüche wegen der zum Zwecke der Nacherfüllung erforderlichen Neu-Inbetriebnahmen, Software-Neuinstallationen oder Software-Updates sind ausgeschlossen, sofern der letzte Vertrag der Lieferkette kein Verbrauchsgüterkauf ist. Der Lieferer ist unter Einbeziehung dieser Ausnahme auch nicht verpflichtet, Vorschüsse auf Transportkosten oder Schadensaufklärungskosten an den Besteller zu leisten.

10.7 Jegliche Manipulation der Produkte des Lieferers sowie deren Verpackung, wie beispielsweise Veränderung, Umarbeitung, Umstempelung, ist unzulässig und verletzt u. a. die eingetragenen Warenzeichenrechte des Lieferers. Derartige Modifikationen können technische Eigenschaften der Produkte des Lieferers negativ beeinflussen, diese zerstören und möglicherweise Folgeschäden an anderen Objekten verursachen. Für die durch solche Modifikationen verursachten Schäden kann der Lieferer in keinem Fall verantwortlich gemacht werden.

11 Haftung

11.1 Schadensersatzansprüche, ob wegen Mängeln der Ware oder wegen sonstiger Schäden einschließlich Folgeschäden, die dem Besteller oder einem Dritten entstehen, insbesondere auch solche aus Verschulden bei Vertragsabschluss, schuldhafter Forderungsverletzung und unerlaubter Handlung sind ausgeschlossen.

11.2 Dies gilt nicht bei Arglist, bei Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz, bei Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit und bei einer vorsätzlichen und grob fahrlässigen Pflichtverletzung.

Für durch leichte und normale Fahrlässigkeit verursachte Sach- und Vermögensschäden haftet der Lieferer nur bei Verletzung wesentlicher Vertragspflichten und insoweit begrenzt auf den bei Vertragsschluss vorhersehbaren und vertragstypischen Schaden.

11.3 Schadensersatzansprüche des Bestellers, ob wegen Mängeln der Ware oder wegen sonstiger Schäden, verjähren nach einem Jahr ab Gefahrenübergang der Ware. Dies gilt nicht bei einem arglistigen Verhalten, bei Nichteinhaltung einer Beschaffenheitsgarantie und in den Fällen, in denen das Gesetz längere Fristen vorschreibt.

11.4 Soweit die Haftung des Lieferers beschränkt ist, gilt dies auch für die persönliche Haftung der Mitarbeiter, gesetzlichen Vertreter und der Erfüllungsgehilfen des Lieferers.

12 Schlussbestimmungen

Es gilt das Recht der Bundesrepublik Deutschland. Ausschließlicher Gerichtsstand für alle Streitigkeiten ist Hassfurt.

Sollten einzelne Regelungen dieser Bedingungen unwirksam sein, so wird hierdurch die Gültigkeit der übrigen Regelungen sowie des Vertrages selbst nicht berührt.

Königsberg, Juni 2021

Bildindex

Fotograf	Projekt	Seite
Nils Koenning, Berlin DE	Axel Springer Berlin, DE	Einband
Jana Wenderoth, Kassel DE	T2 Maschinenbau Brückel, Hüttenberg, DE	5
Oliver Kuty, Lübeck DE	Stadtwerke Neustadt, Neustadt/Holstein, DE	9
ismagilov	istockphoto.com	13
Austin Distel	unsplash.com	17
Hermann Kaufmann, Euro Unitech GmbH, Wien AT	TrotecGmbH, Wels, AT	21
DIE LICHTFÄNGER–Josef Sälzle, Ulm DE	Busse Design Elchingen, Elchingen, DE	24
Frank Freihofer, Kitzingen DE	ÜZ Lülsfeld, Lülsfeld DE	25
Christian Hillebrand	adobe.stock.com	26
denisismagilov	adobe.stock.com	31
Oliver Kuty, Lübeck DE	Stadtwerke Neustadt, Neustadt/Holstein, DE	35
Michael Christian Peters -www. peters-fotodesign.com, Amerang DE	Rathaus Sipplingen, Sipplingen, DE	41
Michael Christian Peters -www. peters-fotodesign.com, Amerang DE	Rathaus Sipplingen, Sipplingen, DE	43
Dan Ax, Frankfurt/Main DE	Postquartier, Stuttgart, DE	45
Tom Gundelwein, Saarbrücken DE	Friedrich Wilhelm Gymnasium, Trier, DE	49
Jan-Eric Winkelmann, Rostock DE	Ernst-Moritz-Arndt Universität, Greifswald, DE	50
Tom Gundelwein, Saarbrücken DE	Friedrich Wilhelm Gymnasium, Trier, DE	52
Detlef Podehl, Dortmund DE	Reinoldi Sekundarschule Dortmund, Dortmund, DE	55
Jana Wenderoth, Kassel DE	Hürner Luft- und Umwelttechnik, Mücke, DE	61
Gerhard Hagen, Bamberg DE	Fichtelgebirgsrealschule, Marktredwitz, DE	63
Gerhard Hagen, Bamberg DE	Georg Hartmann Realschule, Forchheim, DE	65
Christian Tech, Fulda DE	ZEE–Zentrum für Elektromobilität und Energieeffizienz, Barleben, DE	67
ImageFlow	shutterstock.com	69
Inga Paas, Köln DE	Kindergarten Solingen, Solingen, DE	73
Hermann Kaumann, Euro Unitech GmbH, Wien	Trotec, Wels, AT	74
Frank Freihofer, Kitzingen DE	Christian-von-Bomhard-Schule Uffenheim, Uffenheim, DE	77
peshkow	adobe.stock.com	85
denisismagilov	adobe.stock.com	89
Edvard Nalbantjan	123RF.com	91
Tino Metten, Lichtwerk GmbH, Königsberg DE	AWT GmbH, Werneck, DE	95
Hermann Kaufmann, Euro Unitech GmbH Wien AT	Wertheim, Gutramsdorf, AT	97
Stefan Meyer Architekturfotografie, Berlin DE	MBFZ toolcraft GmbH, Spalt, DE	103
Michael Meschede, Kaufungen DE	GoePaTec GmbH, Göttingen, DE	107
Jens Schumann, Berlin DE	KiTa Farbklecks, Berlin, DE	109
Jens Schumann, Berlin DE	KiTa Farbklecks, Berlin, DE	111
Frank Freihofer, Kitzingen DE	Christian-von-Bomhard-Schule Uffenheim, Uffenheim, DE	113
Frank Freihofer, Kitzingen DE	Christian-von-Bomhard-Schule Uffenheim, Uffenheim, DE	116
Gerhard Hagen, Bamberg DE	Fichtelgebirgsrealschule, Marktredwitz, DE	119
Hermann Kaufmann, Euro Unitech GmbH Wien AT	Vienna-City-Marathon, Wien, AT	125
Peter Bogner, Gemeinde Edelsfeld DE	Grundschule Edelsfeld, Edelsfeld, DE	129
denisismagilov	adobe.stock.com	131
Christian Fischer, Oesterreichs Energie, Wien, AT	Oesterreichs Energie, Wien, AT	133
Michael Christian Peters -www. peters-fotodesign.com, Amerang DE	Rathaus Sipplingen, Sipplingen, DE	135
Gerhard Hagen, Bamberg DE	Fichtelgebirgsrealschule, Marktredwitz, DE	139
Tom Gundelwein, Saarbrücken DE	Friedrich Wilhelm Gymnasium, Trier, DE	141
Tom Gundelwein, Saarbrücken DE	Friedrich Wilhelm Gymnasium, Trier, DE	143
Torsten Kiesslich-Koecher, Regiolux GmbH, Königsberg DE	BCK, Kiew, UA	145
ALHO Holding GmbH, Morsbach DE	Juwi, Wörrstadt, DE	147
upixa	adobe.stock.com	149
Robert Endres, Regiolux GmbH, Königsberg DE	AWO Sozialzentrum, Heidingsfeld, DE	153
Peter Hartung, Fellbach DE	Herder Verlag, Freiburg, DE	157
Brückner und Fuchs, Chemnitz DE	Europäisches Gymnasium Waldenburg, Waldenburg, DE	161
Peter Hartung, Fellbach DE	Herder Verlag, Freiburg, DE	163
Hermann Kaufmann, Euro Unitech GmbH, Wien AT	Brucha, Grosswilfersdorf, AT	165
Detlef Podehl, Dortmund DE	Reinoldi Sekundarschule Dortmund, Dortmund, DE	169
ismagilov	stockphoto	173

Fotograf	Projekt	Seite
Tredeaux Grobler, Stuttgart DE	Fischer-Zander, Weingarten, DE	179
Tino Metten, Lichtwerk GmbH, Königsberg DE	Frankentherme Bad Königshofen, Bad Königshofen, DE	185
Jake Campbell, Kiel DE	Heinrich-Heine-Schule, Büdelsdorf, DE	187
Jake Campbell, Kiel DE	Heinrich-Heine-Schule, Büdelsdorf, DE	191
Viktor Meshko, atlier zudem, Kitzingen	Allrad Schmitt, Kitzingen, DE	193
Viktor Meshko, atlier zudem, Kitzingen	Allrad Schmitt, Kitzingen, DE	199
Matthias Frank Schmidt, Erfurt DE	BayWa Neuburg, Neuburg, DE	203
Michael Moser, Leipzig DE	alphalphaomega Labor, Leipzig, DE	207
Jan-Eric Winkelmann, Rostock DE	Ernst-Moritz-Arndt Universität, Greifswald, DE	215
Detlef Podehl, Dortmund DE	Reinoldi Sekundarschule Dortmund, Dortmund, DE	217
Detlef Podehl, Dortmund DE	Reinoldi Sekundarschule Dortmund, Dortmund, DE	220
Tom Gundelwein, Saarbrücken DE	Friedrich Wilhelm Gymnasium, Trier, DE	223
Christian Tech, Fulda DE	Lutherschule-Zella-Mehlis, Zella-Mehlis, DE	227
Hermann Kaufmann, Euro Unitech GmbH Wien AT	Vienna-City-Marathon, Wien, AT	231
Frank Freihofer, Kitzingen DE	Arena Erfurt, Erfurt, DE	235
adam	stock.adobe.com	237
Frank Freihofer, Kitzingen DE,	Rathaus Haßfurt, Haßfurt DE	241
Tino Metten, Lichtwerk GmbH, Königsberg DE	AWT GmbH, Werneck, DE	243
Hermann Kaufmann, Euro Unitech GmbH Wien AT	Steuerkanzlei Emsenhuber, Melk, AT	245
Tino Metten, Lichtwerk GmbH, Königsberg DE	Frankentherme Bad Königshofen, Bad Königshofen, DE	247
peshkova	stock.adobe.com	249
navee	stock.adobe.com	251
Michael Christian Peters -www. peters-fotodesign.com, Amerang DE	Rathaus Sipplingen, Sipplingen, DE	253
Tredeaux Grobler, Stuttgart DE	Volksbank Remseck am Neckar, Aldingen, DE	255
Regiolux GmbH, Königsberg DE	Regiolux GmbH, Königsberg, DE	259
Robert Endres, Regiolux GmbH, Königsberg DE	Regiolux GmbH, Königsberg, DE	261
Jake Campbell, Kiel DE	Heinrich-Heine-Schule, Büdelsdorf, DE	263
Gerhard Hagen, Bamberg DE	Waldi Finn, Haßfurt, DE	265
Jens Arbogast, Graben-Neudorf DE	Pneu Matthy GmbH, Karlsruhe, DE	267
Boris Golz, Arnsberg DE	IGS - Integrierte Gesamtschule Nienburg, Nienburg, DE	269
Hermann Kaufmann, Euro Unitech GmbH Wien AT	Brucha, Grosswilfersdorf, AT	273
Jana Wenderoth, Kassel DE	Schauenburghalle, Elgershausen, Hoof, DE	275
Boris Golz, Arnsberg DE	IGS - Integrierte Gesamtschule Nienburg, Nienburg, DE	277
Jana Wenderoth, Kassel DE	Hürner Luft- und Umwelttechnik, Mücke, DE	279
Matthias Frank Schmidt, Erfurt DE	BayWa Neuburg, Neuburg, DE	281
Jon Norddahl, Frederiksberg DK	Movianto, Greve, DK	283
Tredeaux Grobler, Stuttgart DE	Fischer-Zander, Weingarten, DE	285
Jana Wenderoth, Kassel DE	Firmenzentrale medDV, Fernwald, DE	287
Jana Wenderoth, Kassel DE	Firmenzentrale medDV, Fernwald, DE	291
Viktor Meshko, atlier zudem, Kitzingen	Allrad Schmitt, Kitzingen, DE	293
Jana Wenderoth, Kassel DE	Nordhessischer Baustoffmarkt, Gudensberg, DE	297
Nadja Weiß, Lichtwerk GmbH, Königsberg DE	Zweirad Seifert, Bergrheinfeld, Bergrheinfeld, DE	299
Isaac Gonzalez EyeEm	adobe.stock.com	302
exclusive-design	adobe.stock.com	303
Nadja Weiß, Lichtwerk GmbH, Königsberg DE	Zweirad Seifert, Bergrheinfeld, Bergrheinfeld, DE	305
Gerhard Hagen, Bamberg DE	CleverFit, Bayreuth DE	307
Dan Ax, Frankfurt/Main DE	Postquartier, Stuttgart, DE	311
Mikael Dubois, Stockholm SE	Lyko, Warehouse, SE	312
Tino Metten, Lichtwerk GmbH, Königsberg DE	Fränkische Rohrwerke, Königsberg DE	320
Tino Metten, Lichtwerk GmbH, Königsberg DE	Fränkische Rohrwerke, Königsberg DE	321
Jan-Eric Winkelmann, Rostock DE	Ernst-Moritz-Arndt Universität, Greifswald DE	321
Willy Naessens, NL	NL	321
Marguerite De Valois	stock.adobe.com	321
Tino Metten, Lichtwerk GmbH, Königsberg DE	Fränkische Rohrwerke, Königsberg DE	324
hacohob	adobe.stock.com	330
harchob	adobe.stock.com	330
Robert Kneschke	adobe.stock.com	330

Bildindex

Fotograf	Projekt	Seite
pololia	adobe.stock.com	331
denisismagilov	adobe.stock.com	331
peepo	istockphoto.com	331
Frank Freihofer, Kitzingen DE	Frank Freihofer, Kitzingen DE	390
Nils Koenning, Berlin DE	Axel Springer Berlin, DE	416
Romana Dziedzic, PL	Regiolux Polska Sp. z o. o., PL	418
David Fuentes	stock.adobe.com	419
Marguerite De Valois	adobe.stock.com	419
Willy Naessens Nederland	Nederland	419
Tino Metten, Lichtwerk GmbH, Königsberg DE	Lichtwerk GmbH, Königsberg, DE	420
Romana Dziedzic, PL	Regiolux Polska Sp. z o. o., PL	420
David Fuentes	stock.adobe.com	421
Willy Naessens NL	NL	421
Marguerite De Valois	stock.adobe.com	421
Tino Metten, Lichtwerk GmbH, Königsberg DE	Fränkische Rohrwerke, Königsberg, DE	422
Tino Metten, Lichtwerk GmbH, Königsberg DE	Fränkische Rohrwerke, Königsberg, DE	422
Robert Kneschke	stock.adobe.com	422
David Fuentes	stock.adobe.com	423
Willy Naessens NL	NL	423
Gerhard Hagen, Bamberg, DE	Kunststoffwerk-Mauer_Drei-Gleichen, DE	443
Robert Endres, Regiolux GmbH, Königsberg DE	Regiolux GmbH, Königsberg DE	449
Robert Endes, Regiolux GmbH, Königsberg DE	Fränkische, Königsberg, DE	471
Willy Naessens	Nederlande	480
AndyDauer	stock.adobe.com	502
AndyDauer	stock.adobe.com	503
Romana Dziedzic, PL	Regiolux Polska Sp. z o. o., PL	505
Hermann Kaufmann, Euro Unitech GmbH Wien AT	Wolf-Systembau, Scharnstein AT	512
Gerhard Hagen, Bamberg, DE	Kunststoffwerk-Mauer_Drei-Gleichen, DE	519
Cornelia Bartke, Regiolux GmbH, Königsberg DE	Regiolux, Königsberg, DE	521
Matthias Frank Schmidt, Erfurt DE	BB Stanz- und Umformtechnik, Berga, DE	565
bildraum|west Wiebke Wollner, Weiden DE	Riedl Holzbau Waldthurn, Waldthurn, DE	567
bildraum|west Wiebke Wollner, Weiden DE	Riedl Holzbau Waldthurn, Waldthurn, DE	569
Matthias Frank Schmidt, Erfurt DE	BB Stanz- und Umformtechnik, Berga, DE	575
Matthias Frank Schmidt, Erfurt DE	BB Stanz- und Umformtechnik, Berga, DE	579
Matthias Frank Schmidt, Erfurt DE	BB Stanz- und Umformtechnik, Berga, DE	583
Michael Christian Peters -www. peters-fotodesign.com, Amerang DE	Schlossberg Sporthalle, Stephanskirchen, DE	584
Tredeaux Grobler, Stuttgart DE	TSV Schmiden Sportforum, Schmiden, DE	587
Jana Wenderoth, Kassel DE	Fitness Future , Göttingen–Grone, DE	589
Tino Metten, Lichtwerk GmbH, Königsberg DE	Turnhalle TV Hofheim, Hofheim, DE	593
Frank Freihofer, Kitzingen DE	Sporthalle Volksschule Walsdorf DE	597
Inga Paas, Köln DE	Klingenhalle Solingen, Solingen, DE	601
Gerhard Hagen, Bamberg DE	Frankenhalle Sennfeld, Sennfeld, DE	609
Matthias Frank Schmidt, Erfurt DE	BayWa, Neuburg, DE	617
Jana Wenderoth, Kassel DE	Fitness Future, Göttingen - Grone	619
Jan-Eric Winkelmann, Rostock DE	Ernst-Moritz-Arndt Universität, Greifswald, DE	621
Nadja Weiß, Lichtwerk GmbH, Königsberg DE	Hallenbad Königsberg, Königsberg in Bay., DE	622
Hermann Kaufmann, Euro Unitech GmbH Wien AT	Vienna-City-Marathon, Wien, AT	625
Gerhard Hagen, Bamberg DE	Parkhaus Schäffler, Bamberg, DE	626
Jana Wenderoth, Kassel DE	Fitness Future, Göttingen–Grone, DE	631
Matthias Frank Schmidt, Erfurt DE	BayWa Neuburg, Neuburg, DE	633
Frank Freihofer, Kitzingen DE	Milchwerke Oberfranken West, Hofheim DE	635
Jana Wenderoth, Kassel DE	Firmenzentrale medDV , Fernwald, DE	637
sveta	shutterstock.com	639
Mila Hacke, Berlin DE	Schweizerhof Grundschule, Berlin, DE	641
Mehmet Cetin, Istanbul TR	shutterstock.com	642
Tino Metten, Lichtwerk GmbH, Königsberg DE	Frankentherme Bad Königshofen	647
Jens Hagen	adobe.stock.com	649

Fotograf	Projekt	Seite
Roman Zaiets	shutterstock.com	651
Michael Moser, Leipzig DE	alphalphaomega Labor , DE	653
HGEsch Photography, Hennef DE	Centogene AG, Rostock, DE	653
Robert Endres, Regiolux GmbH, Königsberg DE	Regiolux GmbH, Königsberg, DE	654
Robert Endres, Regiolux GmbH, Königsberg DE	Regiolux GmbH, Königsberg, DE	655
dotshock	123RF.com	657
triocean	adobe.stock.com	662
ammentorp	123RF.com	663
HGEsch Photography,Hennef DE	Centogene CentoNew, Rostock DE	663
OceanProd	adobe.stock.com	665
Robert Endres, Regiolux GmbH, Königsberg DE	Regiolux GmbH, Königsberg DE	667
Michael Meschede, Kaufungen DE	GoePaTec GmbH, Göttingen DE	673
Alexander + Antonia Feig, Selb DE	Jean-Paul-Grund- und Mittelschule, Wunsiedel DE	675
HGEsch Photography, Hennef DE	Centogene AG, Rostock, DE	676
Undrey	shutterstock.com	678
Oliver Kuty, Lübeck DE	Stadtwerke Neustadt, Neustadt, DE	681
agnormark	adobe.stock.com	682
Aleksandr Ivasenko	123RF.com	685
Wago Kontakttechnik GmbH & Co. KG, Minden DE	Wago Kontakttechnik GmbH & Co. KG, Minden, DE	689
i3d	shutterstock.com	691
Brückner und Fuchs, Chemnitz,DE	Bosch Rexroth AG, Chemnitz,DE	704
Supersizer	istockphoto.com	705
Inga Paas, Köln DE	Klingenhalle, Solingen DE	706
Frank Freihofer, Kitzingen DE	Sporthalle Volksschule Walsdorf, Walsdorf DE	708
Timo Metten, Lichtwerk GmbH, Königsberg DE	Turnhalle TV Hofheim, Hofheim DE	709
issaro prakalung	shutterstock.com	710
Alan Mcateer,Glasgow UK	Ducati+Harley-Davidson Glasgow, UK	730
HGEsch Photography, Hennef, DE	Brunner Rheinau-Freistett, Rheinau-Freistett, DE	732
Frank Freihofer, Kitzingen DE	Technologie- und Gründerzentrum Würzburg GmbH, Würzburg, DE	743
TommL	istockphoto.com	745
Fotostudio Betriebsges. mbH & Co KG, Graz AT	Wein-Kompetenz-Zentrum, Krems, AT	757
Frank Freihofer, Kitzingen DE	ESN Deutsche Tischtennis Technologie GmbH, Hofheim, DE	762

REGIOLUX
INHOUSE

Kundenbetreuung
T 09525 89-250
F 09525 89-251
bestellungen@regiolux.de

Angebots-/Objektbearbeitung
T 09525 89-255
F 09525 89-256
angebote@regiolux.de

Technischer Service
T 09525 89-260
F 09525 89-261
service@regiolux.de

Lichtplanung
T 09525 89-260
F 09525 89-261
lichtplanung@regiolux.de

Key-Account Energieoptimierte Lichtsysteme
T 09525 89-230
F 09525 89-231
keyaccount@regiolux.de

Ansprechpartner vor Ort
Die Kontaktdaten zu Ihren Ansprechpartnern vor Ort finden Sie immer aktuell im Internet unter www.regiolux.de

KONTAKT
DEUTSCHLAND

NORD

01 Mecklenburg-Vorpommern
Gritt Schlemminger
M 0151 14733968
gritt.schlemminger@regiolux.de

02 Hamburg, Schleswig-Holstein
Michael Brott
M 0160 7177747
michael.brott@regiolux.de

03 Bremen
Thomas Meyer Lichtberatung
Hans-Mohrmann-Str. 19
28357 Bremen
T 0421 20076166
t.meyer-licht@t-online.de

04 Berlin, Brandenburg
ELLUX Vertriebs GmbH
Fritschestraße 27/28
1. OG, Aufgang C
10585 Berlin-Charlottenburg
T 030 772035-0
info@ellux.de

05 Hannover
Ralf Reichel
M 0160 7177738
ralf.reichel@regiolux.de

06 Bielefeld
scharkon Lichtkonzepte GmbH
Kruppstraße 47
59227 Ahlen
T 02382 96868-0
F 02382 96868-29
info@scharkon.de

07 Sachsen-Anhalt
Detlef Sikora GmbH
Gewerbegebiet Süd Nr. 2
39443 Staßfurt
T 039266 931-0
F 039266 931-15
stassfurt@sikora.de

08 Düsseldorf
Daniel Pangritz
M 0160 7177745
daniel.pangritz@regiolux.de

Dominic Pauli
M 0160 7177737
dominic.pauli@regionlux.de

09 Kassel
Jörg Wenderoth
Industrievertretung
Kirchweg 1
34225 Baunatal-Großenritte
T 05601 9999040
info@wenderoth-iv.de

10 Köln
Wolfgang Küsgen
Industrievertretungen GmbH
Immendorfer Straße 1d
50354 Hürth-Efferen
T 02233 80803-0
F 02233 80803-29
info@kuesgen-gmbh.de

11 Wipperfürth
Martin Rösgen
Industrievertretungen
Julius-Doms-Straße 15
51373 Leverkusen
T 0214 6026555
info@ivroesgen.de

14/17 Koblenz/Saarbrücken
bernd oedekoven gmbh
gebäudetechnik & licht
Rudolf-Diesel-Straße 11
56220 Urmitz
T 02630 9635-0
F 02630 9635-35
info@oedekovengmbh.de

SÜD

12 Sachsen
Jürgen Bergmann
M 0172 8670049
juergen.bergmann@regiolux.de

Jörg Irmisch
T 03771 3650910
M 0172 8670062
F 03771 3650909
joerg.irmisch@regiolux.de

13 Thüringen
Jens Schlothauer
T 036077 933587
M 0151 14733955
F 036077 933588
jens.schlothauer@regiolux.de

15 Rhein-Main
Markus Schimmer
M 0151 14733980
markus.schimmer@regiolux.de

16 Nordbayern
Peter Gröger
T 09722 944826
M 0172 8670045
F 09722 944827
peter.groeger@regiolux.de

Stephan Althaus
T 09194 7955983
M 0160 7177731
stephan.althaus@regiolux.de

18 Bayern-Mitte
Bernhard Zirkelbach
T 09528 950103
M 0172 8670047
F 09528 950163
bernhard.zirkelbach@regiolux.de

20 Stuttgart
Frank Bossert e.Kfm.
Industrievertretungen
Industriegebiet Aldingen
Hofener Weg 17
71686 Remseck
T 0711 577669-60
F 0711 577669-66
info@bossert-weissinger.de

21 Südbayern
Stephan Schlatzer
Lichtberatung
Thalhammerstraße 12
83075 Bad Feilnbach
T 08064 909495
F 08064 909496
Schlatzer@DieLichtberater.de

Dieter Beier
T 08435 9448966
M 0151 14733958
F 08435 9448572
dieter.beier@regiolux.de

Andrea Fleischmann
M 0160 7177739
andrea.fleischmann@regiolux.de

22 Mannheim, Nordbaden-Pfalz
Steffen Leuschel
steffen.leuschel@regiolux.de
M 0160 7177740

23 Südbaden
Fred Abel GmbH
Vertretungen der Elektroindustrie
Im Ebnet 1
79238 Ehrenkirchen
T 07633 9501-0
F 07633 9501-30
info@fredabel.de

FSC
www.fsc.org
MIX
Papier aus verantwortungsvollen Quellen
FSC® C111834

PDF

REGIOLUX
Regiolux GmbH
Hellinger Straße 3
D 97486 Königsberg
T +49 9525 89 0
info@regiolux.de
www.regiolux.de

9999 2298 121 1.A 11000 06/21 MA/GS Änderungen vorbehalten