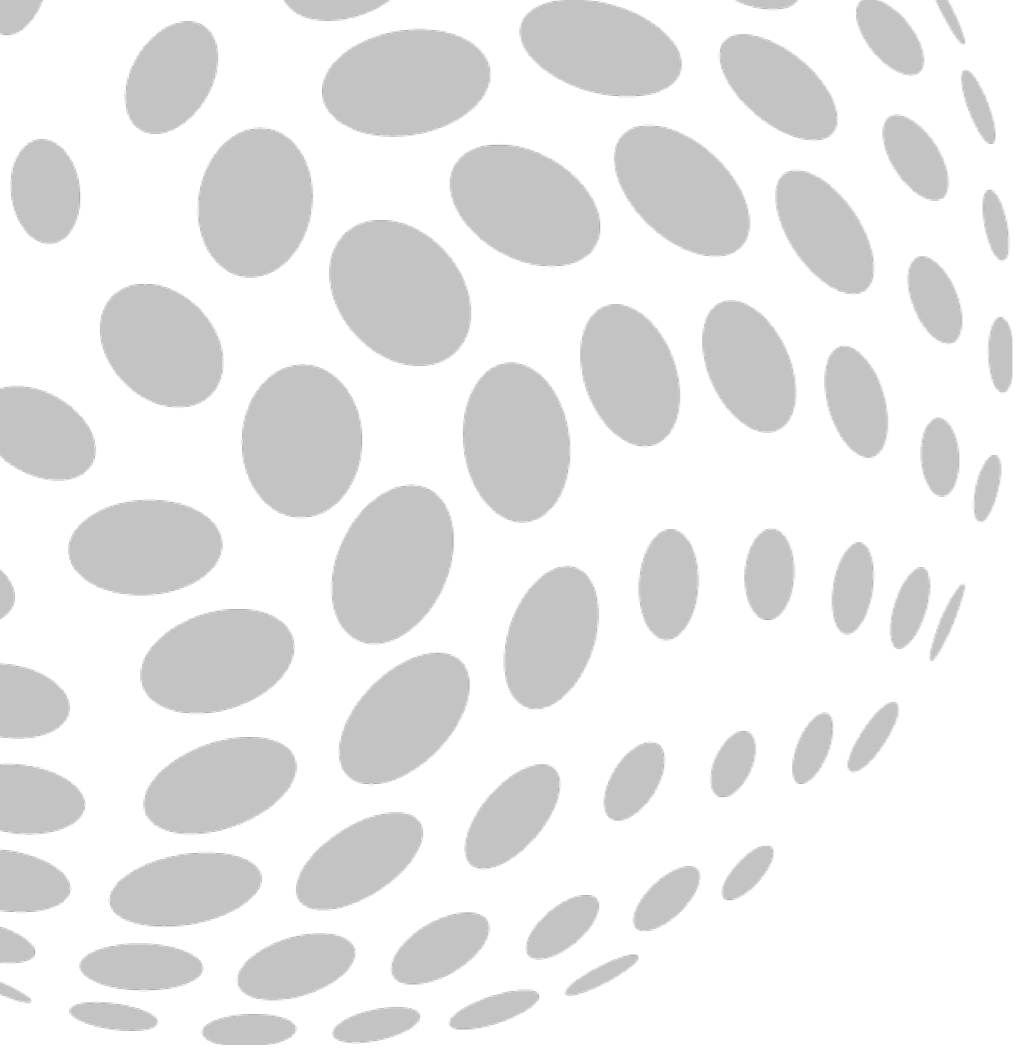




## **E-Handwerker Update**





# ÖKO DESIGN RICHTLINIE

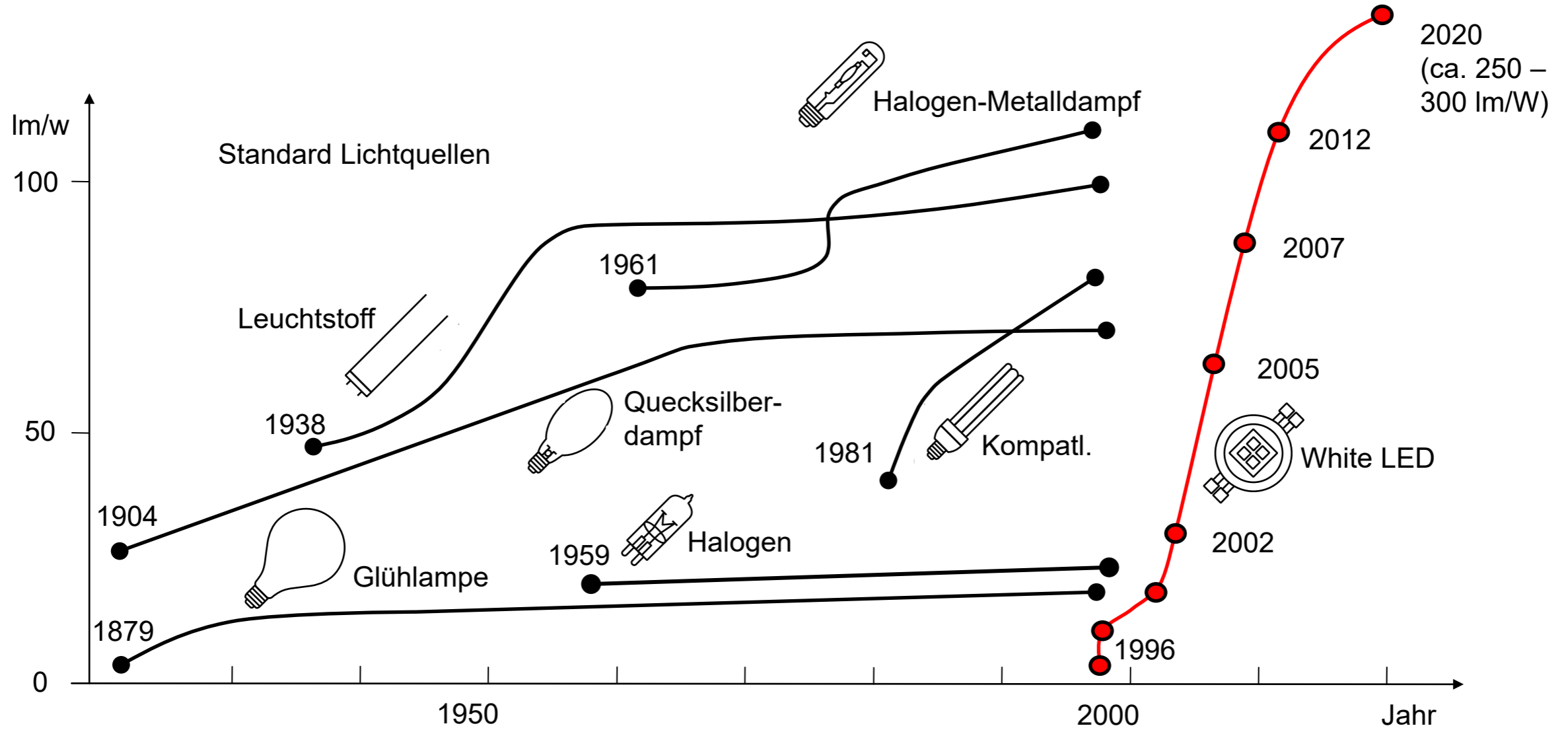


Wie alles begann...

# Wie alles begann...

Lampentyp	Jahr	Bemerkung
Glühlampe	2018 (Start 2009)	Alle!
Halogenlampen	2018	R7s- oder G9-Sockel, die auch mit EEK  noch zulässig sind.
Quecksilberdampflampen	2015	Im speziellen HQL Lampen

# LICHTAUSBEUTEN - HISTORIE



**Das muss die Lampe ebenfalls haben:**

Bemessungslichtstrom:  
60 – 80.000 lm

CRI:  
größer „0“




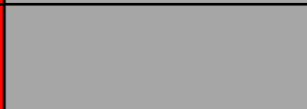

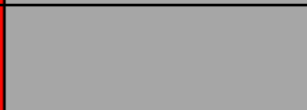
12500 K

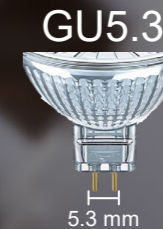
1940 K

Zu finden, in verschiedenen Suchmaschinen, unter:  
Document 32019R2020

# AUSPHASUNG VON LICHTQUELLEN

01.09.2021

<b>Kompaktleuchtstofflampen</b> (mit integriertem Vorschaltgerät / E14, E27 etc.)		
<b>Hochvolt-Halogenlampen linear</b> (R7s > 2.700 lm = ca. 140 W)		
<b>Niedervolt-Halogenlampen</b> (mit Reflektor / GU4, GU5,3 etc.)		



# AUSPHASUNG VON LICHTQUELLEN

01.09.2021

<b>Kompaktleuchtstofflampen</b> (mit integriertem Vorschaltgerät / E14, E27 etc.)		
<b>Hochvolt-Halogenlampen linear</b> (R7s > 2.700 lm = ca. 140 W)		
<b>Niedervolt-Halogenlampen</b> (mit Reflektor / GU4, GU5,3 etc.)		<b>01.09.2023</b>
<b>Lineare Leuchtstofflampen T8</b> (600 mm, 1.200 mm, 1.500 mm)		
<b>Hochvolt-Halogenlampen</b> (G9)		
<b>Niedervolt-Halogenlampen</b> (G4, GY6,35)		

T8



G9



G4



GY6.35





# AUSPHASUNG VON LICHTQUELLEN

01.09.2021

<b>Kompaktleuchtstofflampen</b> (mit integriertem Vorschaltgerät / E14, E27 etc.)			
<b>Hochvolt-Halogenlampen linear</b> (R7s > 2.700 lm = ca. 140 W)			
<b>Niedervolt-Halogenlampen</b> (mit Reflektor / GU4, GU5,3 etc.)		01.09.2023	
<b>Lineare Leuchtstofflampen T8</b> (600 mm, 1.200 mm, 1.500 mm)			
<b>Hochvolt-Halogenlampen</b> (G9)			
<b>Niedervolt-Halogenlampen</b> (G4, GY6,35)			
<b>Kompaktleuchtstofflampen</b> (ohne integriertem Vorschaltgerät)			
<b>Hochvolt-Halogenlampen</b> (R7s ≤ 2.700 lm)			
<b>Lineare Leuchtstofflampe T5</b>			
<b>Kreisförmige Leuchtstofflampen</b>			
<b>Hochdruck-Entladungslampen</b>			

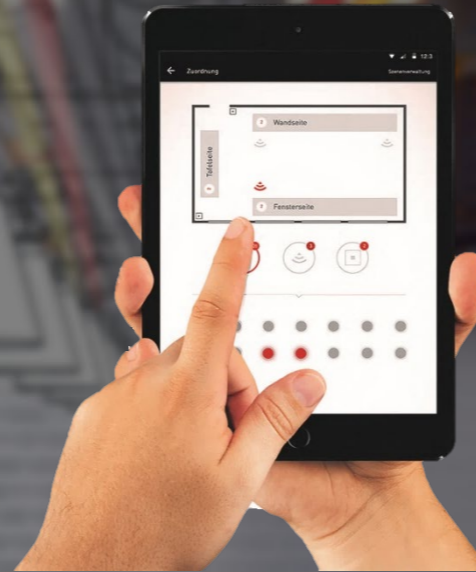
# UNSERE EMPFEHLUNG

## Schritt 1



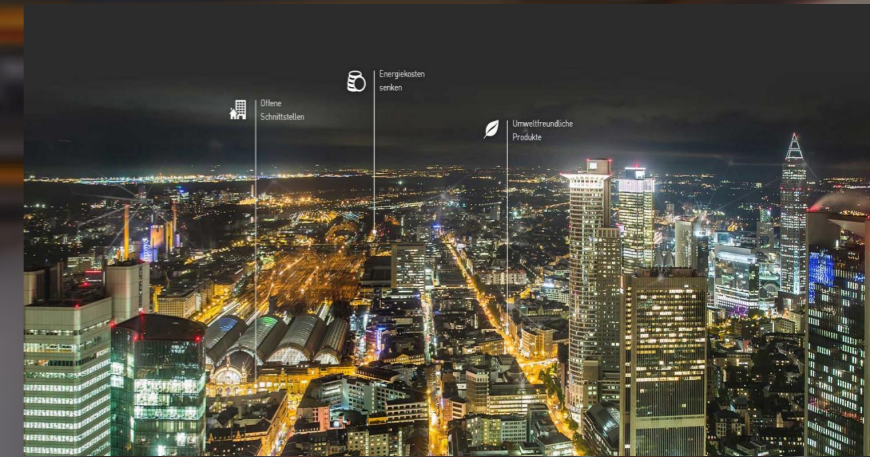
Schon jetzt Beleuchtungsanlagen hinsichtlich möglicher Leuchtmittel-Verbote im Blick haben und Altanlagen systematisch durch LED-Technologie ersetzen

## Schritt 2



Verwenden von Steuerungstechnologien

## Schritt 3



Vorbereiten auf „digitale“ Anwendungen von morgen  
Smart City meets Smart Lighting

**Lohnt sich jetzt schon eine Sanierung und wie sollte ich sanieren?**

# **Die Retrofit-Lampe als Alternative?**



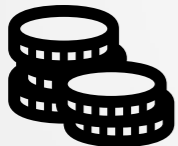
# PROBLEMATIK UND GEFAHREN



- Lichttechnisch
  - Keine vergleichbaren Lichtströme
  - Keine vergleichbaren Abstrahlwinkel
  - Häufig sichtbare stroboskopische Effekte und Flickergefahr



- Elektrotechnisch
  - Mögliche höhere Blindstromanteile
  - Oftmals nur für bestimmte VG vorgesehen
  - Technische Veränderung der Leuchte – Keine fehlerfreie Funktion gewährleistet
    - VDE, ENEC, EMV
  - Keine Gewährleistungsansprüche



- Wirtschaftlich
  - Keine Fördermittel, da LED Leuchten deutlich effizienter und somit nachhaltiger sind.
  - Es ist ein Invest in eine Altanlage!

**WEITERE INFORMATIONEN AUF UNSEREM UPDATE-PORTAL!**



# **Planen von Beleuchtungsanlagen nach dem neusten Stand der Technik**



# ÜBERARBEITUNG EN 12464-1

## BELEUCHTUNG VON ARBEITSPLÄTZEN IN INNENRÄUMEN

DEUTSCHE NORM		August 2011
	<b>DIN EN 12464-1</b>	<b>DIN</b>
ICS 91.160.10		Ersatz für DIN EN 12464-1:2003-03
<b>Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen; Deutsche Fassung EN 12464-1:2011</b>		
Light and lighting – Lighting of work places – Part 1: Indoor work places; German version EN 12464-1:2011		
Lumière et éclairage – Éclairage des lieux de travail – Partie 1: Lieux de travail intérieurs; Version allemande EN 12464-1:2011		

**Weiterentwicklung**

**gewonnenes Wissen implementieren**

# DIE ERWEITERTE TABELLE



Ref. No.	Art des Innenraum(bereich)s, des Bereichs der Sehaufgabe oder des Bereichs der Tätigkeit	$\bar{E}_m$ lx	$UGR$	$U_o$	$R_a$	Spezifische Bedingungen
----------	--	-------------------	-------	-------	-------	-------------------------



Ref. No.	Aufgabenbereich	$\bar{E}_m$ lx		$U_o$	$R_a$	$R_{UGL}$	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,Wand}$ lx	$\bar{E}_{m,Decke}$ lx	Spezielle Anforderungen
		erforderlich	modifiziert				$U_o \geq 0,10$			

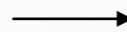


# BELEUCHTUNGSSTÄRKEN - STÄNDIG BESETZTE ARBEITSPLÄTZE

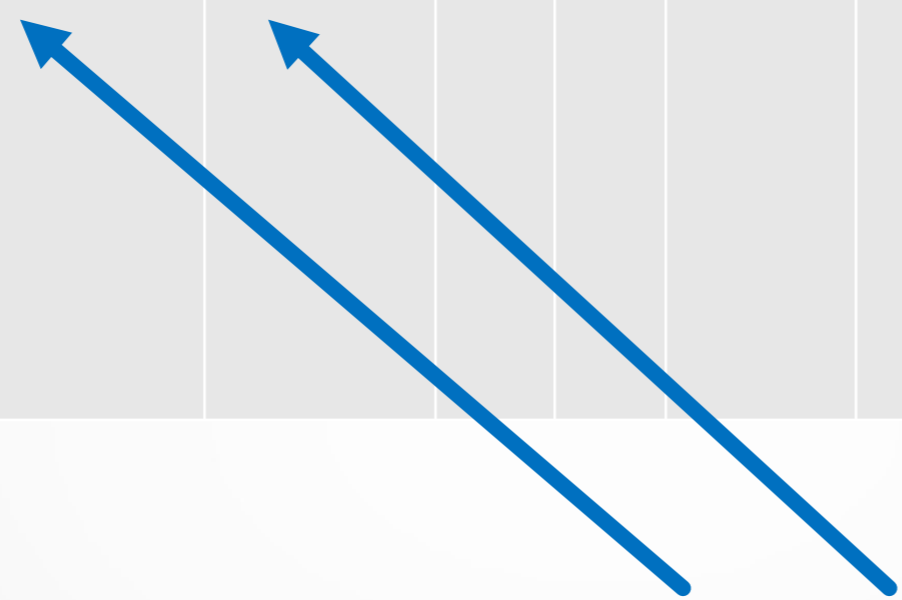
Ref. No.	Aufgabenbereich	$\bar{E}_m$		$U_o$	$R_a$	$R_{UGL}$	$\bar{E}_{m,z}$	$\bar{E}_{m,Wand}$	$\bar{E}_{m,Decke}$	Spezielle Anforderungen
		erforderlich	modifiziert							
33.2	Schreiben, Tippen, Lesen, Datenverarbeitung	500	1000	0,60	80	19	150	150	100	Bildschirmarbeit, siehe 5.9 Raumhelligkeit, siehe 6.7 und Anhang B Beleuchtung sollte steuerbar sein, siehe 6.2.4. Bei kleineren Zellenbüros gilt die Wandanforderung für die Wand in Hauptblickrichtung. Für andere Wände kann eine niedrigere Anforderung von mindestens 75 lx akzeptiert werden.

Skala der Beleuchtungsstärke:

5 - 7,5 - 10 - 15 - 20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 750 - 1 000 - 1 500 - 2 000 - 3 000 - 5 000 - 7 500 - 10 000 lx



2 Stufen der Beleuchtungsstärke



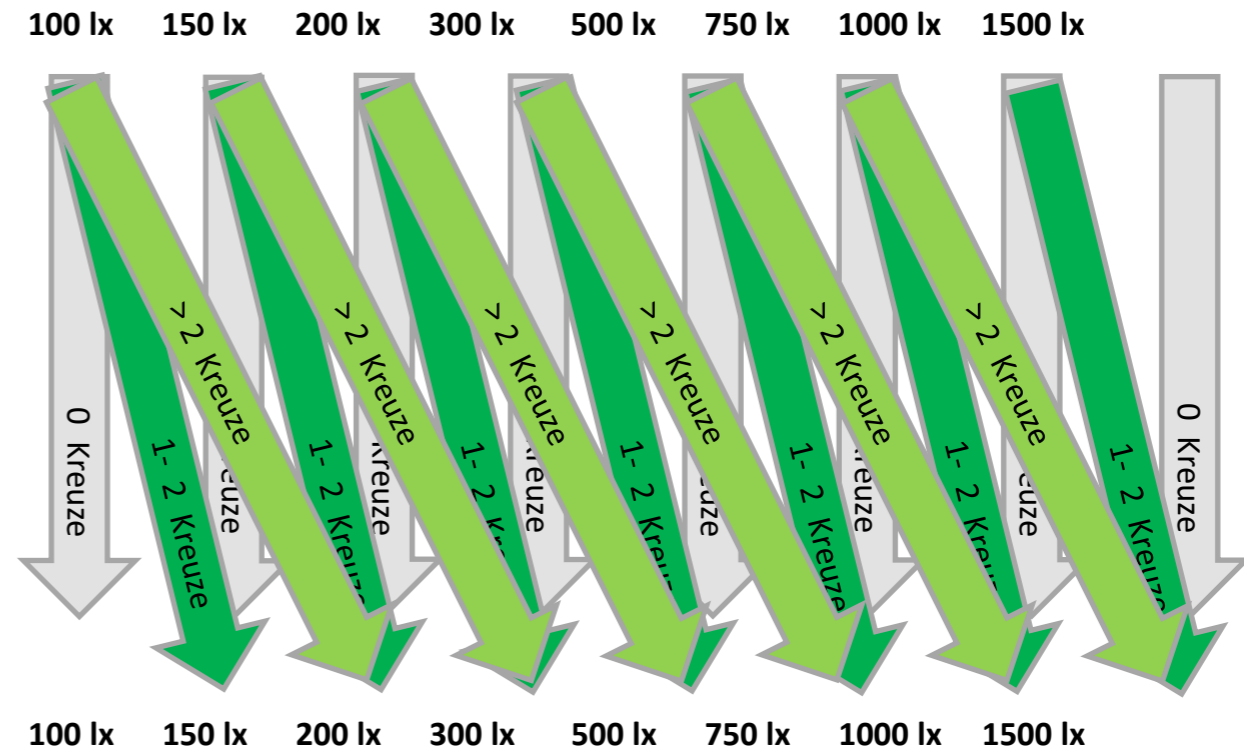
# WANN WIRD ERHÖHT?

- Visuelle Arbeit ist entscheidend
- ✗ Behebung von Fehlern ist kostspielig
- Genauigkeit, höhere Produktivität oder gesteigerte Konzentration von großer Bedeutung
- Aufgabendetails ungewöhnlich klein oder von geringem Kontrast
- ✗ Aufgabe von ungewöhnlich langer Dauer
- Die Aufgabe hat geringes Tageslichtangebot
- Die Sehfähigkeit des Nutzens liegt unter dem Normalwert

## Zusätzliche Empfehlung



- > 30 Jahre – ≤ 50 Jahre
- > 50 Jahre



# WARTUNGSWERT DER BELEUCHTUNGSSTÄRKE

## WANN WIRD ERHÖHT?

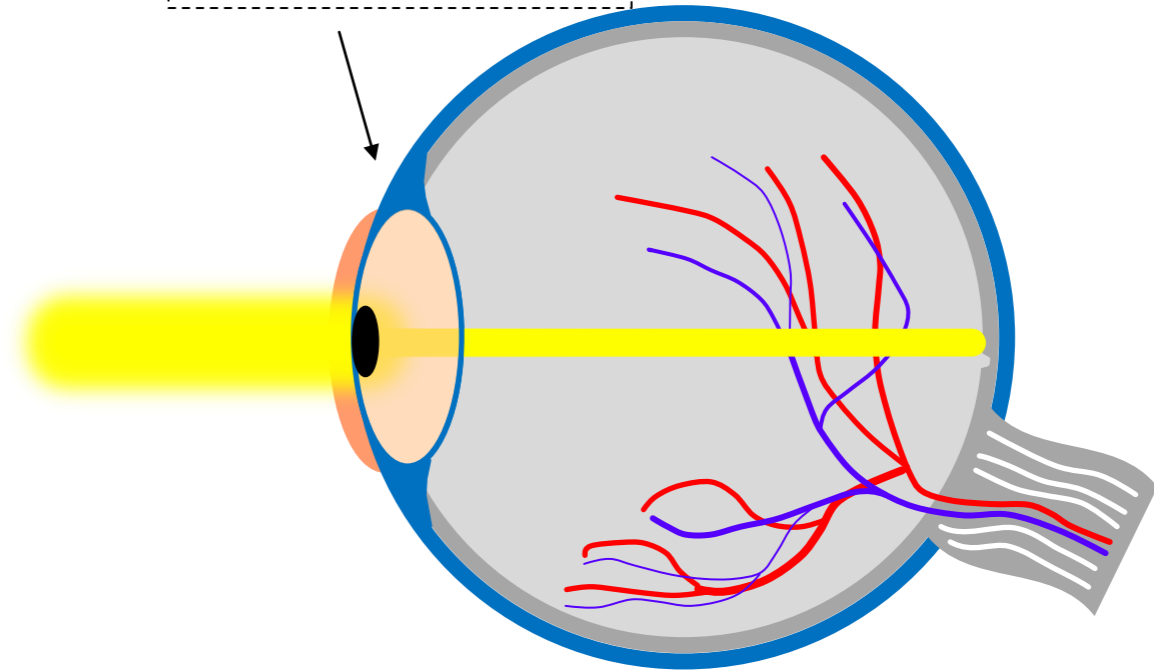
Die Sehfähigkeit des Nutzers  
liegt unter dem Normalwert



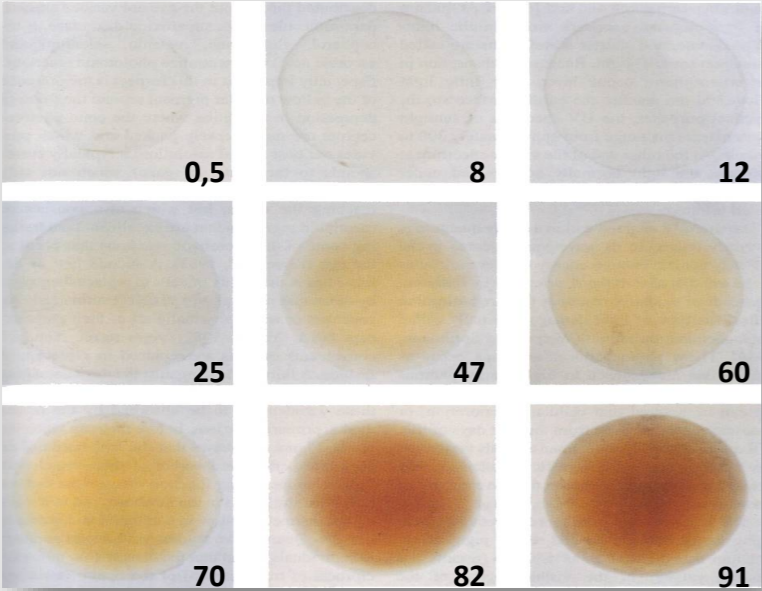
Die Sehfähigkeit des Nutzens  
liegt unter dem Normalwert



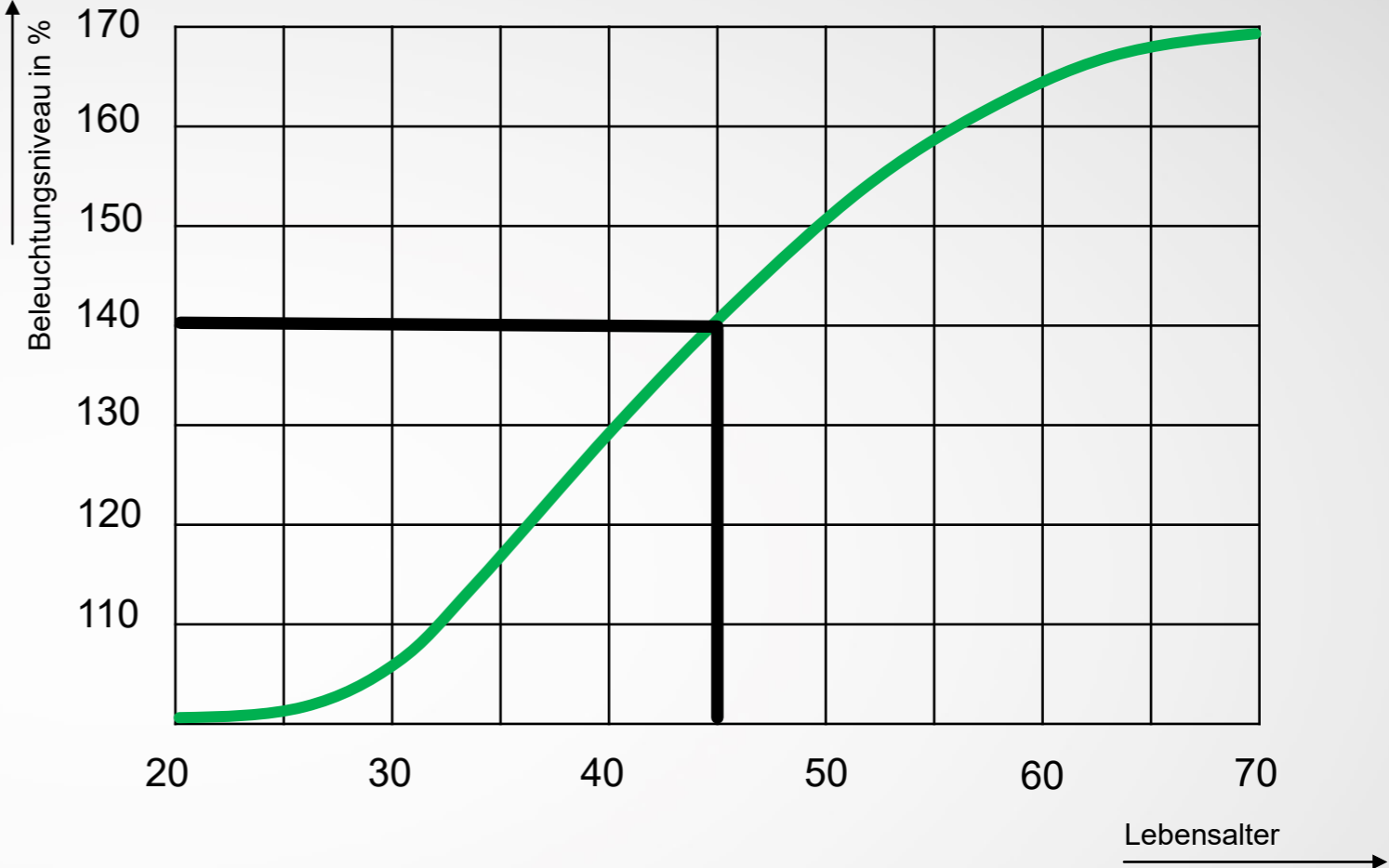
Auftretende Linsentrübung  
im Laufe des Lebens



# LICHT UND BELEUCHTUNG IM DEMOGRAFISCHEM WANDEL



Alterungseffekt am Auge

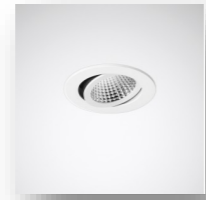


# ANFORDERUNGEN AN DIE ZYLINDRISCHE BELEUCHTUNGSSTÄRKE

Ref. No.	Aufgabenbereich	$\bar{E}_m$		$U_o$	$R_a$	$R_{UGL}$	$\bar{E}_{m,z}$	$\bar{E}_{m,Wand}$	$\bar{E}_{m,Decke}$	Spezielle Anforderungen
		erforderlich	modifiziert							
								$U_o \geq 0,10$		



# ANFORDERUNGEN AN DIE ZYLINDRISCHE BELEUCHTUNGSSTÄRKE



+



# HELLIGKEITSVERTEILUNG IM RAUM – EIN MERKMAL DER „LICHTQUALITÄT“

Ref. No.	Aufgabenbereich	$\bar{E}_m$		$U_o$	$R_a$	$R_{UGL}$	$\bar{E}_{m,z}$	$\bar{E}_{m,Wand}$	$\bar{E}_{m,Decke}$	Spezielle Anforderungen
		erforderlich	modifiziert				$U_o \geq 0,10$			



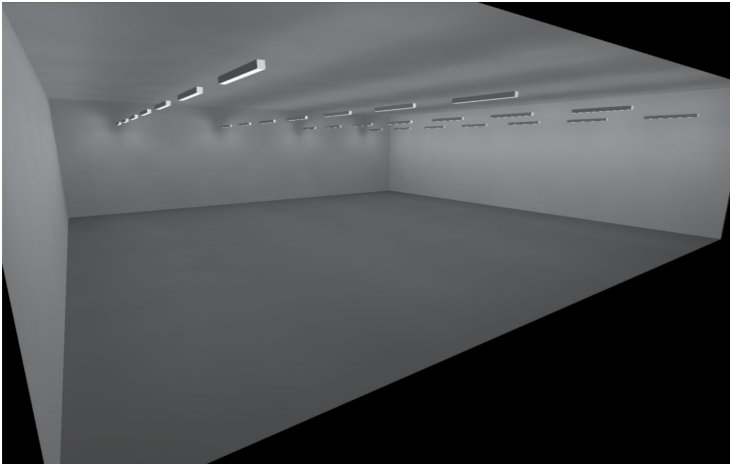
**Wie soll ich das alles umsetzen?**

**Vergleich ALT und NEU-Anlage**



# BESTANDSAUFNAHME DER ALTANLAGE

## VERSAND UND VERPACKUNGSRAUM

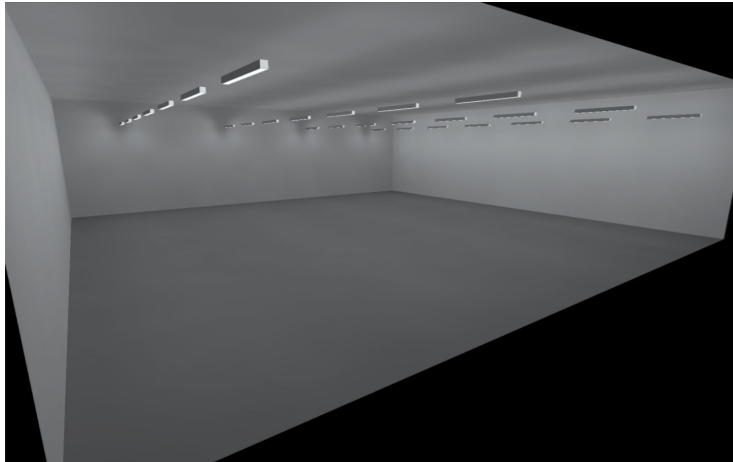


### Oleveon T8

Anzahl	28 Stk.
Leistung	2x 58 W
Lichtstrom	10.000 lm
Em	313 lx
Uo	0,63

# BESTANDSAUFNAHME DER ALTANLAGE

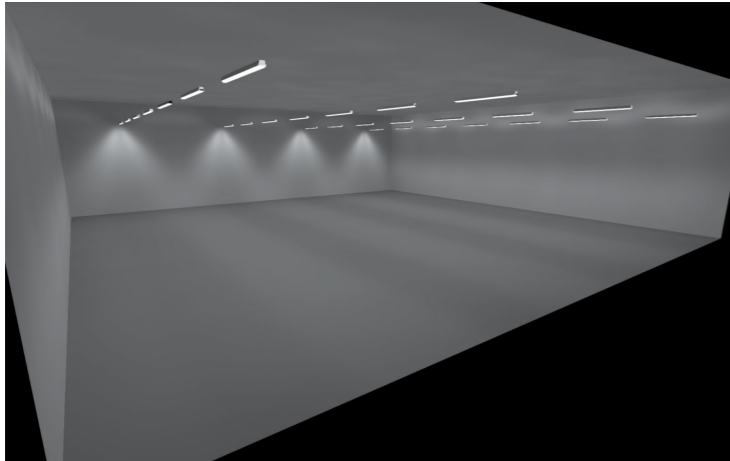
## VERSAND UND VERPACKUNGSRAUM



	Oleveon T8	Oleveon Retrofit
Anzahl	28 Stk.	28 Stk.
Leistung	2x 58 W	2x 24 W
Lichtstrom	10.000 lm	7.400 lm
Em	313 lx	232 lx
Uo	0,63	0,63

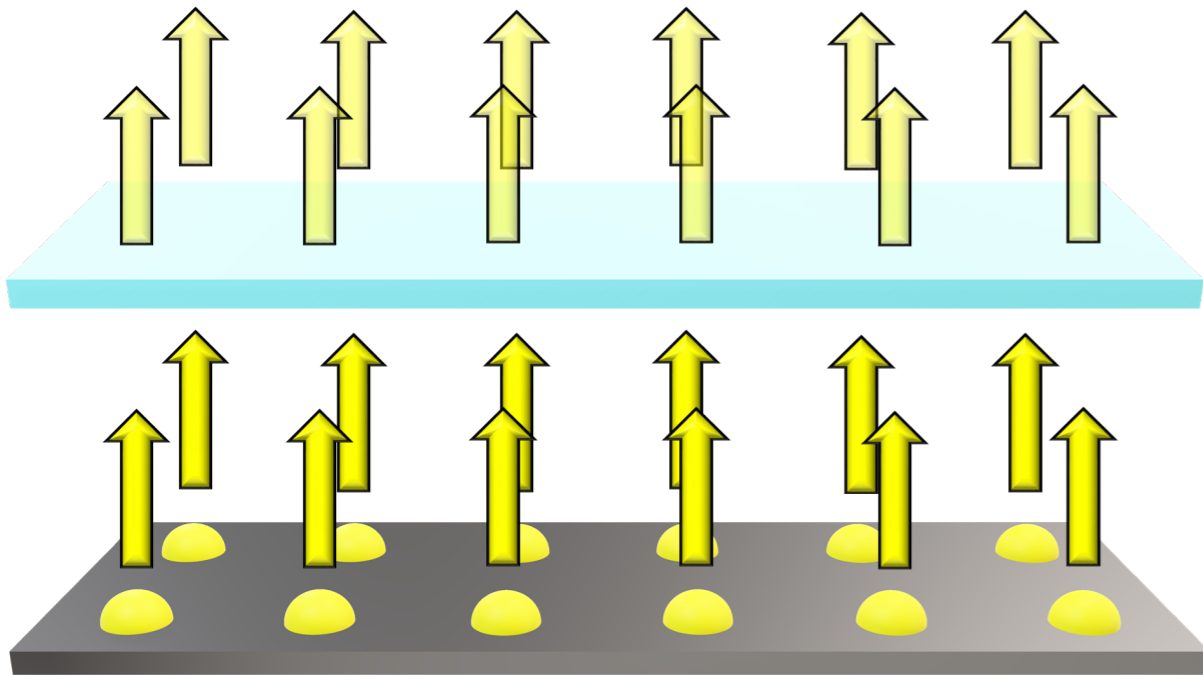
# BESTANDSAUFNAHME DER ALTANLAGE

## VERSAND UND VERPACKUNGSRAUM



	Oleveon T8	Oleveon Retrofit	Oleveon FIT (LED)	Oleveon FIT (LED)
Anzahl	28 Stk.	28 Stk.	28 Stk.	28 Stk.
Leistung	2x 58 W	2x 24 W	44 W	57 W
Lichtstrom	10.000 lm (Lampe)	7.400 lm (Lampe)	6.000 lm (Leuchte)	8.000 lm (Leuchte)
Em	313 lx	232 lx	314 lx	403 lx
Uo	0,63	0,63	0,61	0,61

# DER GEEIGNETE LICHTSTROM FÜR VERSCHIEDENE ANWENDUNGEN



Nutzlichtstrom: 900 lm

Optik, Gehäuse...

LED-Lichtstrom: 1000 lm

LED Board

Dieses **Verhältnis**  
beschreibt den  
**Betriebswirkungsgrad**

Eine **LED Leuchte** wird häufig  
als **Gesamtsystem**  
beschrieben. Eine **Unterteilung**  
von **Lampe** und  
**Leuchtengehäuse** gibt es dann  
**nicht**.  
Es wird dann immer der  
**Nutzlichtstrom** beschrieben.  
 $\eta = 1$



# DER GEEIGNETE LICHTSTROM FÜR VERSCHIEDENE ANWENDUNGEN

Die Betriebswirkungsgrade lagen früher in den Bereichen von ca. 60 – 85 %

Beispiel Oleveon:

- 2x 58W
- Lichtstrom der Lampen ca. 10.000 lm
- Betriebswirkungsgrad = 63.5573348999023 %
- Lichtstrom der Leuchte = **ca. 6.355 lm**

	<b>Altanlage</b>	<b>Neuanlage</b>	<b>Leuchte</b>
Lager	1x 58 W (T8)	28 W	Oleveon FIT 4000
	2x 58 W (T8)	44 W	Oleveon FIT 6000



## DER GEEIGNETE LICHTSTROM FÜR VERSCHIEDENE ANWENDUNGEN

	Altanlage	Lichtstrom Lampe	Neuanlage	Leuchte
Lager	1x 58 W (T8)	5.000 lm	28 W	Oleveon FIT 4000
	2x 58 W (T8)	10.000 lm	44 W	Oleveon FIT 6000
Hallenbeleuchtung	400 W (HQL)	22.000 lm	78 W	Mirona FIT LED 13000 lm
Büro	4x 18 W (T8)	5.400 lm	27 W	Belviso C1 625 LED3900 lm
Flur	1x TC-D 26 W	1.800 lm	9,5 W	Inperla Ligra Plus 1000 lm
	2x TC-D 26 W	3.600 lm	16 W	Inperla Ligra Plus 1800 lm



# BEACHTEN SIE DEN EINSATZBEREICH



Erhöhte Umgebungstemperaturen reduzieren die Lebensdauer und erhöhen die Ausfallwahrscheinlichkeit der Leuchte!

## PRODUKTBE SCHREIBUNG

### Leuchtentyp

Kompaktes LED-Downlight in runder Bauform.

### Anwendungsbereiche

Innovative Beleuchtung von Verkaufsräumen, Foyers, Fluren, Konferenzräumen, Hotels, Gaststätten und in Wohnbereichen.

### Montagearten

Einbau-Downlight für gesägte Deckenöffnungen, Einbau in gegossene Betondecken mittels Zubehör. Werkzeugloser Deckeneinbau durch Schnellmontagefedern. Optisch und technisch abgestimmte Sanierungsplatten für Deckenöffnungen mit größeren Deckenausschnittmaßen sind als Zubehör in verschiedenen Ausführungen verfügbar. Deckenausschnitt  $\varnothing$  140 mm, Einbautiefe 100 mm. In Verbindung mit geschlossener Dekorabdeckung wird Schutzart IP54 raumseitig erreicht.

### Optisches System

Reflektor aus eloxiertem Aluminium, facettiert.

### LED-System

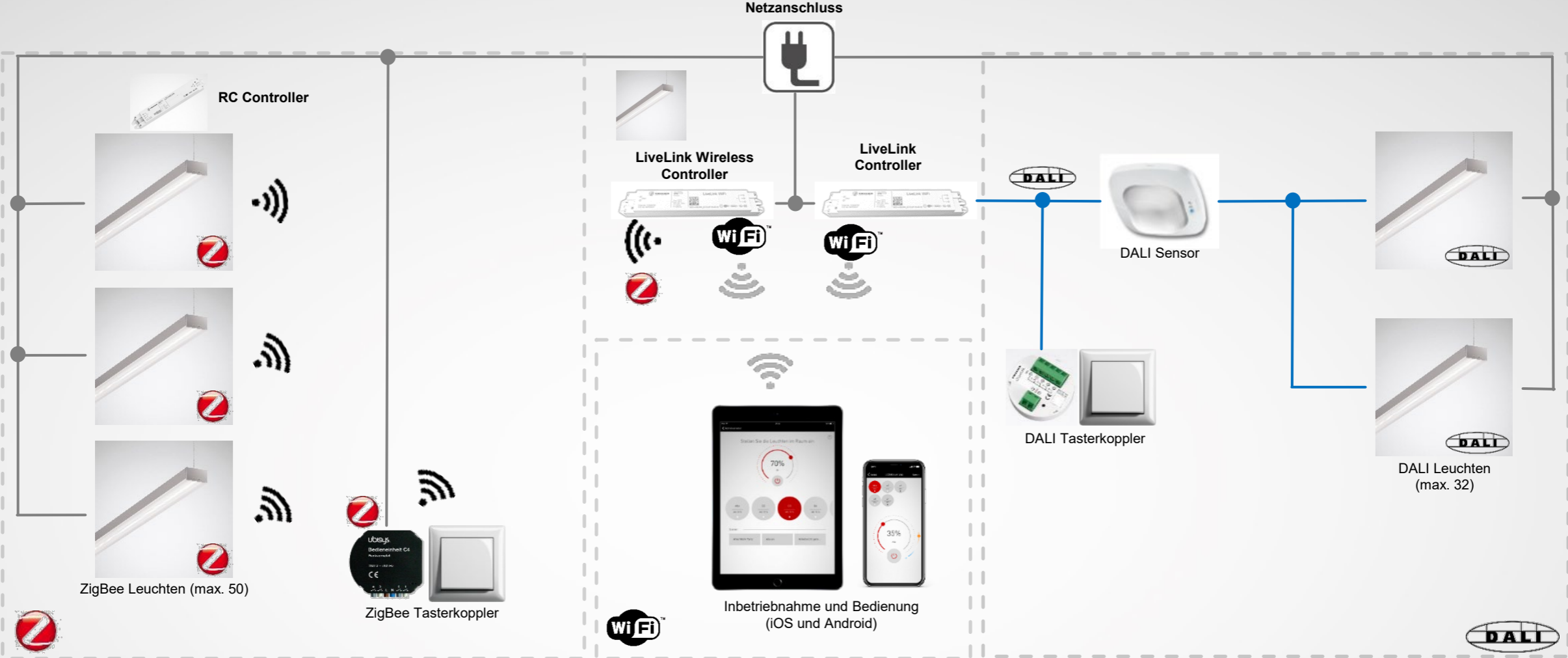
Bestückt mit einem LED-Spotmodul. Bemessungslichtstrom 1000 lm, Bemessungsleistung 9,50 W, Leuchten-Lichtausbeute 105 lm/W. Lichtfarbe neutralweiß, ähnlichste Farbtemperatur (CCT) 4000 K, allgemeiner Farbwiedergabeindex (CRI)  $R_a > 80$ . Mittlere Bemessungslebensdauer  $L_{80}(t_q 25 \text{ }^\circ\text{C}) = 70.000 \text{ h}$ , mittlere Bemessungslebensdauer  $L_{85}(t_q 25 \text{ }^\circ\text{C}) = 50.000 \text{ h}$

### Leuchtenkörper

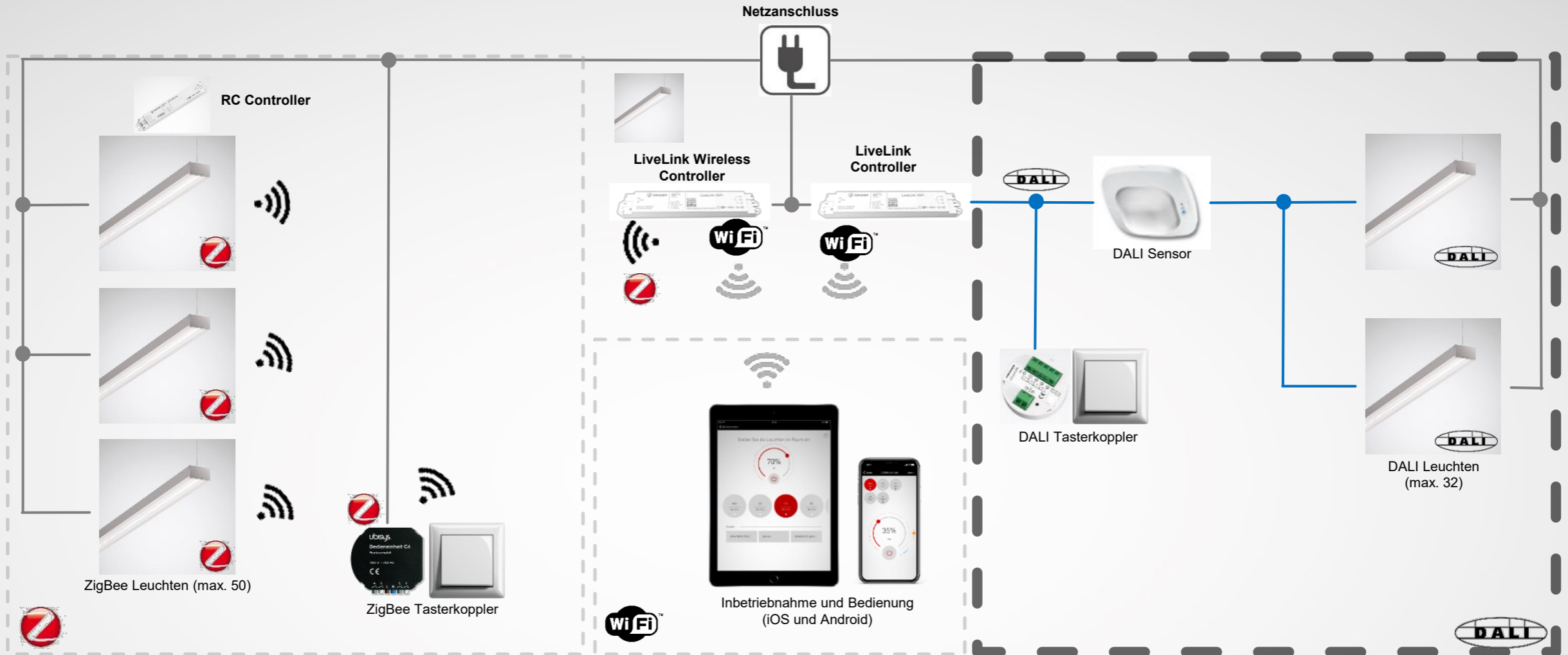
Leuchtenkörper aus Aluminiumdruckguss. Oberfläche weiß beschichtet (RAL 9016). Außenmaße Deckenring  $\varnothing$  150 mm, Leuchtenhöhe 103 mm. Leuchten- und Kühlkörper bilden eine kompakte Einheit. Zulässige Umgebungstemperatur ( $t_a$ ):  $-20 \text{ }^\circ\text{C} - +25 \text{ }^\circ\text{C}$ .

**Lichtmanagement einfach und schnell umgesetzt!**

# DIE LEITUNGSGEBUNDE UND DIE WIRELESS-LÖSUNG

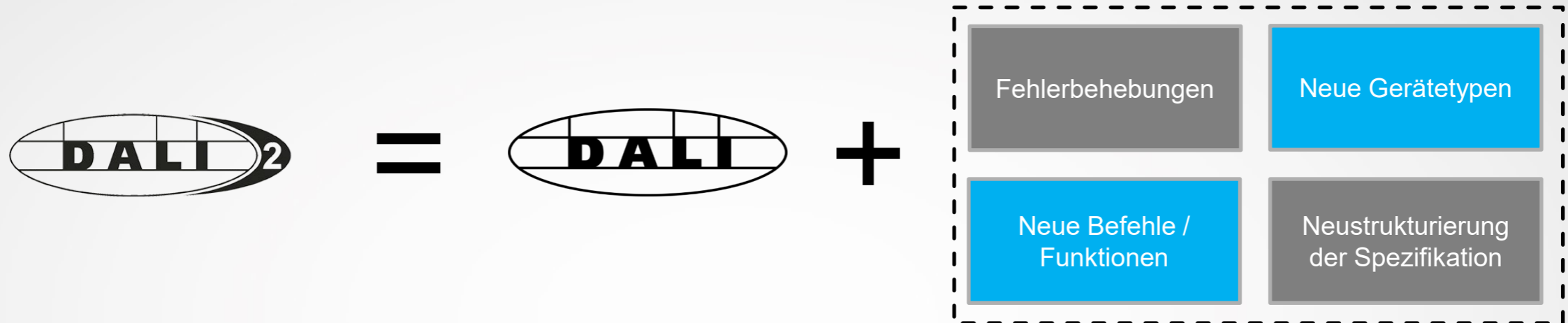


# DIE LEITUNGSGEBUNDE UND DIE WIRELESS-LÖSUNG



## DALI 1 VS. DALI 2

### DIE UNTERSCHIEDE UND DAS ÄNDERTE SICH IM WESENTLICHEN



**DALI-Treiber können zusammen mit DALI2 Geräten in einem Kreis betrieben werden.  
(Abwärtskompatibilität)**

Die DALI-Treiber **erkennen die neuen Befehle nicht** (ignorieren diese) und **arbeiten im DALI-Kreis ohne Fehlfunktion.**

## DALI 2

- Erweiterung der IEC 62386 um zusätzliche Steuergeräte (Teil 103 der Norm).
- Neue Gerätetypen der Gruppe Sensoren, wie etwa
  - Taster,
  - Lichtsensoren,
  - Bewegungssensoren
  - Fernbedienschnittstellensind nun in der Norm definiert.



Neue Gerätetypen

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• SAVE PERSISTENT VARIABLES</li><li>• SET OPERATING MODE (DTR0)</li><li>• RESET MEMORY BANK (DTR0)</li><li>• IDENTIFY DEVICE</li><li>• SET EXTENDED FADE TIME (DTR0)</li><li>• GO TO LAST ACTIVE LEVEL</li></ul> | <p>Gleichbleibende Variablen werden in einem nicht flüchtigen Speicher gespeichert.</p> <p>Erlaubt, die Betriebsart einzustellen.</p> <p>Setzt den Speicher zurück.</p> <p>Identifiziert (d.h. lokalisiert) das Gerät.</p> <p>Eine "extended fade-time" (0,1 s bis 16 Min) (zusätzlich zur FADE TIME)</p> <p>Das letzte „ARC POWER LEVEL“ wird aufgerufen.</p> |
|--|--|
- **Der D4i Treiber-Standard ermöglicht IoT Funktionen in DALI-Systemen!**

Neue Befehle /  
Funktionen



A nighttime aerial view of a city with a network of white lines and dots overlaid on the buildings. The network consists of white dots connected by thin white lines, creating a grid-like pattern across the city. The city lights are visible through the network.

**5G** 4<sup>TM</sup>

# TREIBERSPEZIFIKATION – DATEN REPORTING



Luminaire Data



- **DALI (DiiA) Teil 251 - Leuchteninformationen & Bemessungskennwerte**
- Beinhaltet die Anschlussleistung & Spannung der Leuchte, Lichtstrom, Farbtemperatur (CCT) & Farbwiedergabe (CRI), Lichtverteilung, Leuchtenfarbe und weitere Leuchtendaten (Typ, Artikelnummer, Seriennummer, etc.).



Energy Data



- **DALI (DiiA) Teil 252 - Energy Reporting**
- Wirkleistung, Scheinleistung, lastseitige Leistung (LED-Modul)



Diagnoytic Data



- **DALI (DiiA) Teil 253 - Diagnostics & Maintenance**
- Ausfallbedingungen für Vorschaltgeräte und Lampen, einschließlich Zähler. Informationen zu Vorschaltgeräten: Betriebszeit, Anzahl der Starts, Versorgungsspannung und -frequenz, Leistungsfaktor, Temperatur und Ausgangsstrom.
- Lichtquellen-Informationen: Betriebsspannung, Strom, Temperatur, Lichtquellen-Startzähler, Lichtquellen-Einschaltzeit.

# **Konstantstrom und Konstantspannungstreiber**

**Der Unterschied!**



**ZUSAMMENFASSUNG**

**KONSTANTSTROM- UND KONSTANTSPANNUNGSTREIBER**

# LICHTMANAGEMENTSYSTEM

Dimmen von LED – ein Muss?



Lichtmanagementsystem „LiveLink Basic“



Ökonomie und Ökologie  
in der Außenbeleuchtung



Lichtmanagementsystem „LiveLink Wifi“



Lichtmanagementsystem „LiveLink Premium“





# **LED - von der Energieeffizienz zur Lichtqualität**



## Ing. Andreas Haidegger

- Geboren 1970 in Innsbruck
- 1990 Abschluss Höhere Technische Lehranstalt für Elektrotechnik
- 1991 bis 2001 Planungstätigkeit / Projektleitung bei Bartenbach
- 2002 Gründung des Büros Hailight Lichtplanung

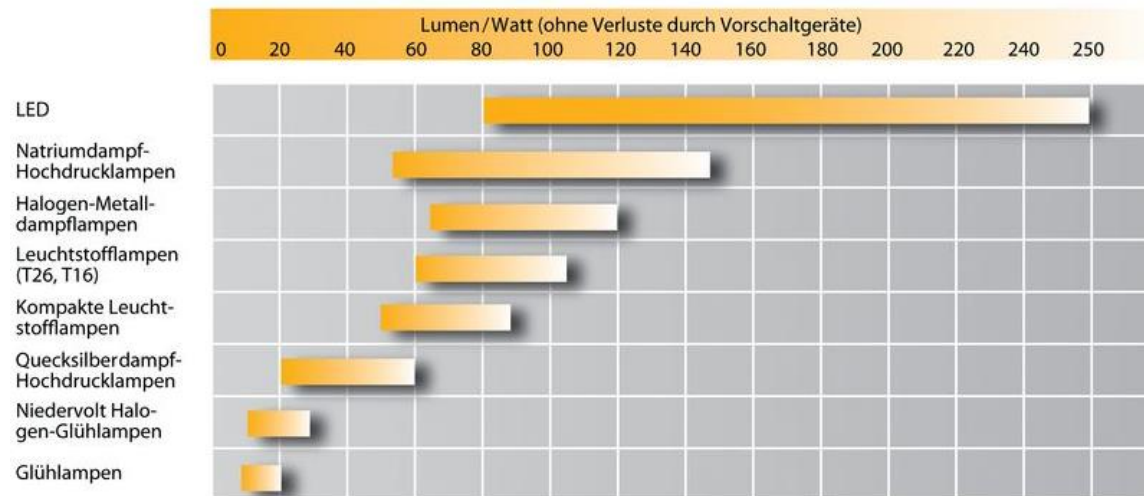


## Hailight Lichtplanung

- Bürostandort Innsbruck
- ARD aktuell Nachrichtenstudio Hamburg
- Konzernzentrale Heidelberg Cement
- Med Campus Mariannengasse Wien
- Sportpark Graz

# LED Energieeffizienz / Entwicklung

Effizienz und Wärmeentwicklung der Lichtquellen



Quellenverweis: licht.de



### Produktmerkmale und Kenndaten

Montageart	Anbau/Abhängung
Anschlussleistung	33 W
Farbtemperatur	4000 K
Bemessungslichtstrom	6.300 lm
Lichtausbeute	190 lm/W
Farbtoleranz	3 SDCM

**160-200 lm/W**

## LED Energieeffizienz / Fazit



**Der Einsatz von konventionellen Leuchtmitteln ist nicht mehr zeitgemäß!**

## LED Lichtqualität / Entwicklung

**Der Qualitätsanspruch zum Thema Licht hat sich in den letzten Jahren erhöht, auch aufgrund von negativen Erfahrungen mit dem Produkt LED.**

Sehr hohe Erwartungshaltung zum Thema LED:

- Höhere Energieeffizienz gegenüber konventionellen Leuchtmitteln (>150 lumen/Watt)
- Die lange Lebensdauer wird beworben / Wirtschaftlichkeitsbetrachtung (50.000 h)
- Nutzer möchte „hochwertiges Licht“ in hochwertigem Produkt

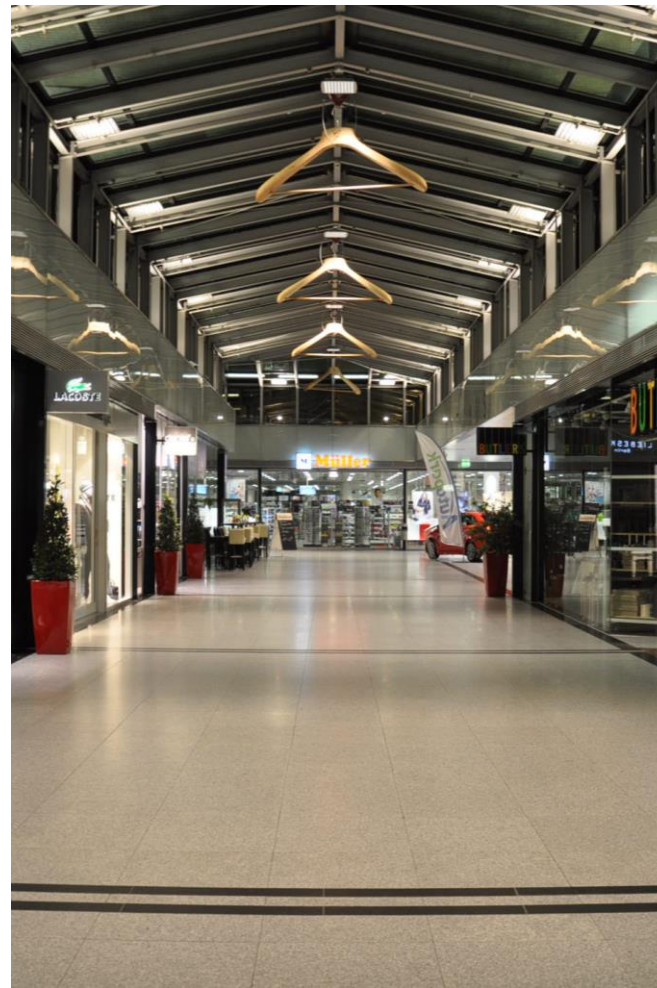
Lichttechnische Themen, die durch die LED Technik an Bedeutung gewonnen haben:

- Lichtfarbe
- Farbwiedergabeindex CRI
- Gleicher Farbort (Binning / Mac Adam Ellipsen)

## LED Projekte / Negative Erfahrungen



Rathausgalerien Innsbruck (2015)



### Negative Erfahrungen

- Beleuchtungsstärke
- Lichtfarbe
- Binning
- Farbwiedergabe
- Lebensdauer
- Thermomanagement
- Retrofit Leuchtmittel

# LED Projekte / Lichtstrombetrachtung

Osram, Powerball HCI-T 150 W/WDL



LED Retrofit Leuchtmittel

AR111 LED Spot 12W - warmweiss		AR111 / G53 LED Spots
Artikel Nr. / Item No.	EAN	
<b>RGA 30444 WWA</b>	9009099004440	



0,30kg.

### Photometrische Daten

Lichtstrom	15100 lm <sup>1)</sup>
Lichtausbeute	103 lm/W <sup>2)</sup>
Farbwiedergabeindex Ra	89
Farbtemperatur	3000 K
Lichtfarbe	830

Leuchteneffizienz Junior: 15.100 lumen x 0,6 = **9.060 lumen**  
 Leuchteneffizienz Werfer: 15.100 lumen x 0,4 = **6.040 lumen**

### Technische Daten

LED Leistung	12W
Spannung:	DC 12V
IP-Klasse:	IP 20
Gehäuse:	Silber
Anschlüsse:	
Umgebungs- temperatur:	-30°C ~ +45°C
Besonderheit:	

Photometrie / Photometrical

### Photometrische Daten

LED Typ:	Brigelux
LED Anzahl:	7Stk.
Lichtstrom:	860Lm
Lichtausbeute:	72Lm/W
Lichtfarbe.:	warmweiss
Farbtemp:	3000°
Abstrahlwinkel:	120°
CRI:	80

LED Retrofit Einsatz: 860 lumen x 1,0 = **860 lumen**

## LED Energieeffizienz / Projektbeispiel

LED Einbauleuchte 3 x 35 W mit aktiver Kühlung (75 lumen/Watt) anstelle von 2 x HCl 70 W



G3 Shopping Resort Gerasdorf bei Wien / ATP Wien Planungs GmbH (2012)

## LED Lichtqualität / Projektbeispiel



Festspielhaus Erl Tirol / Delugan Meissl Associated Architects (2012)



## LED Lichtqualität / Projektbeispiel



Festspielhaus Erl Tirol / Delugan Meissl Associated Architects (2012)

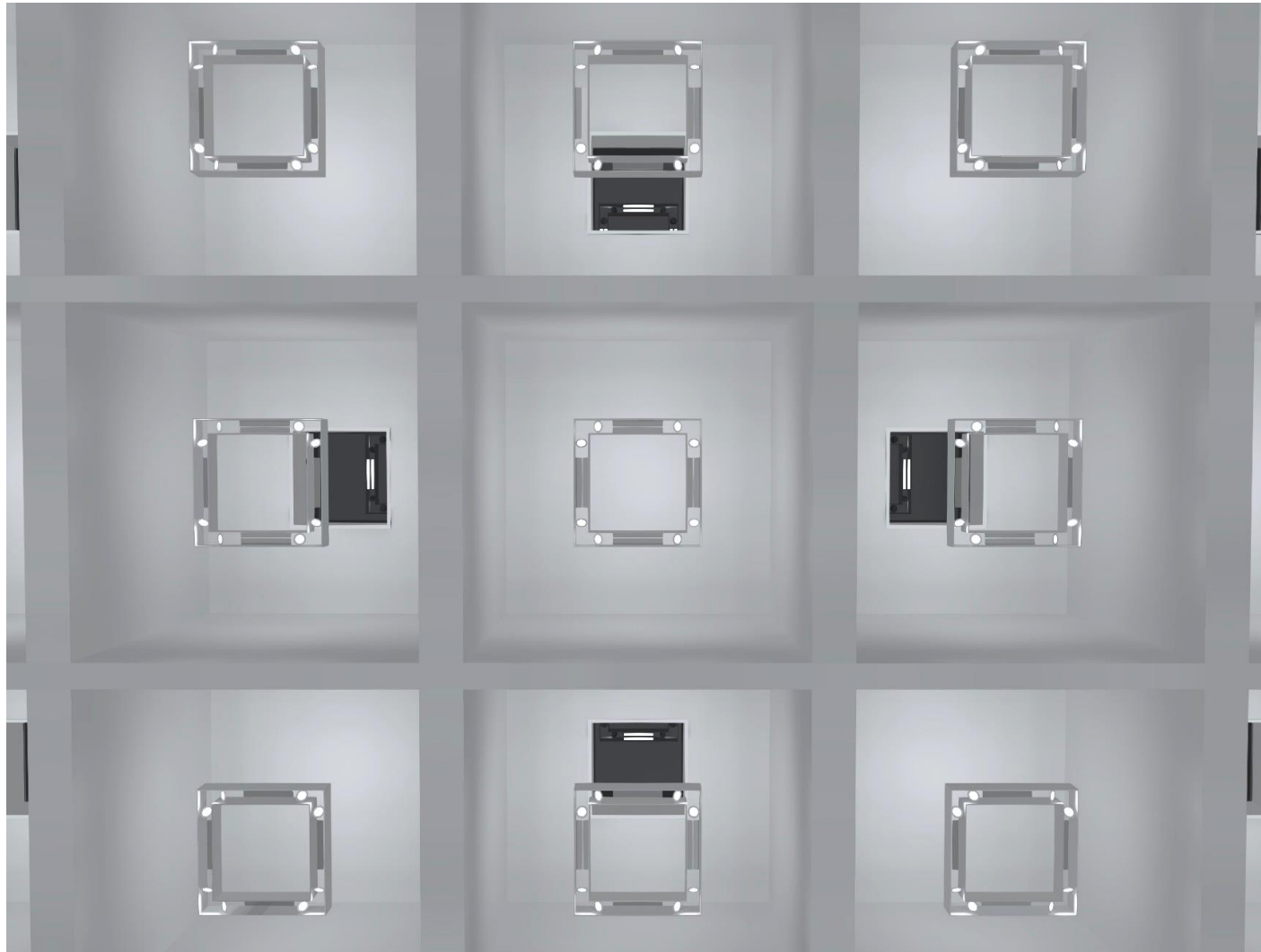
## LED Lichtqualität / Projektbeispiel

LED Sonderleuchte 8 x 60W mit passiver Kühlung (100 lumen/Watt)



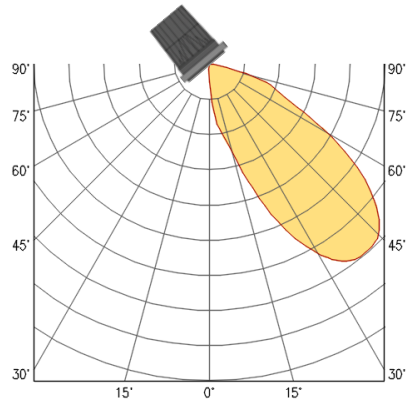
Sportpark Graz / projektCC ZT-Architektur (2018)

## LED Lichtqualität / Projektbeispiel



Sportpark Graz / projektCC ZT-Architektur (2018)

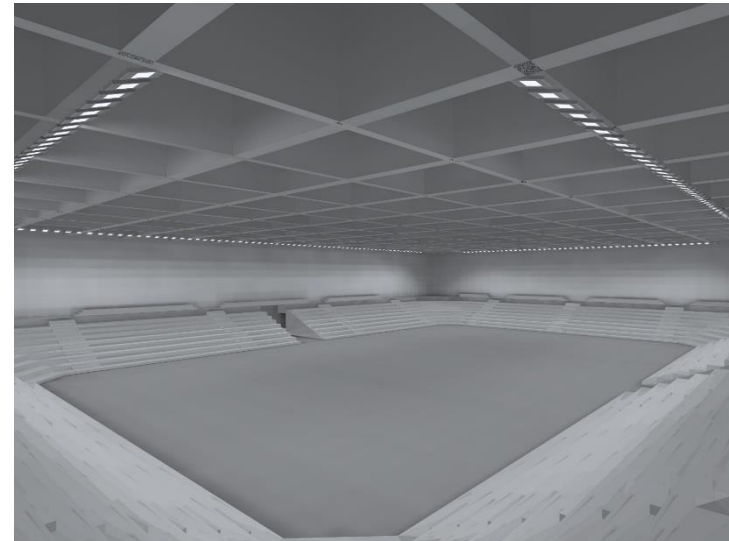
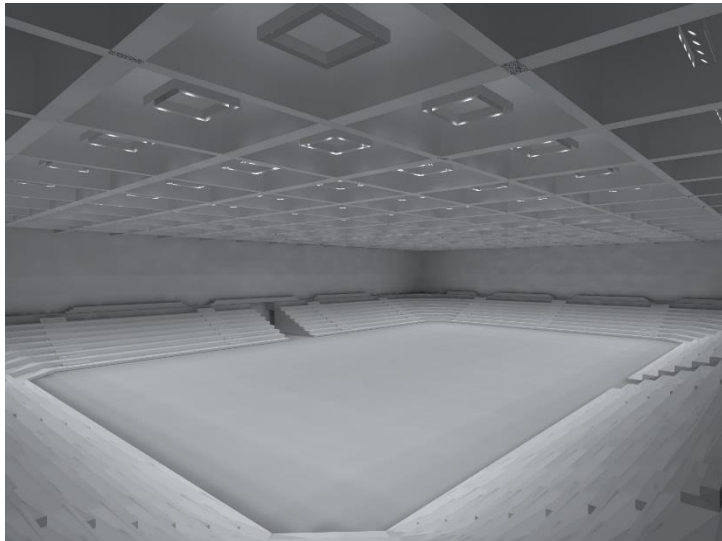
# LED Lichtqualität / Projektbeispiel



LÖSUNG



ALTERNATIVE



# LED Lichtqualität / Projektbeispiel

	<b>SOLL</b>	<b>IST</b>
EVmittel :	1300 lx ≤	1205 lx
EVmin / EVmax :	0,5 ≤	0,84
EVabs :	950 lx ≤	1128 lx
EHmittel :	750 lx ≤	2603 lx
EHmin / EHmittel :	0,7 ≤	0,92

**Reflexionsgrade**

Decke: 30%

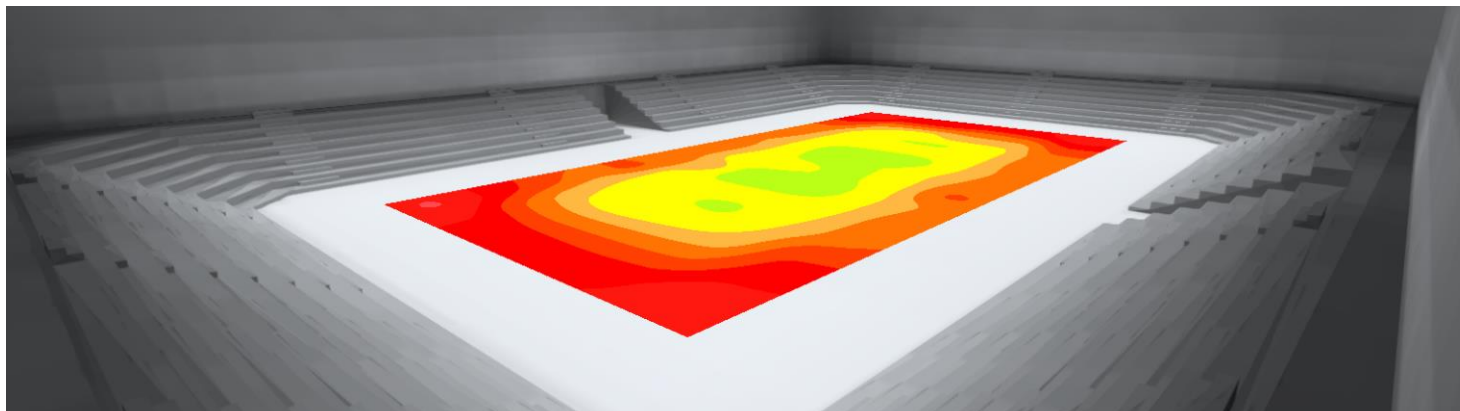
Unterzüge: 20%

Boden: 30%

Wände: 30%

Tribüne: 10%

**Wartungsfaktor: 0,8**



**Horizontale Beleuchtungsstärke**  
*h = 1,00 m*

Mittel	2603 lx
Min	2399 lx
Max	2918 lx
Min/Mittel	0,92
Min/Max	0,82

**Vertikale Beleuchtungsstärke**  
*h = 1,00 m Rotation = 0°*

Mittel	1209 lx
Min	1144 lx
Max	1356 lx
Min/Mittel	0,95
Min/Max	0,84

**Vertikale Beleuchtungsstärke**  
*h = 1,00 m Rotation = 90°*

Mittel	1205 lx
Min	1128 lx
Max	1297 lx
Min/Mittel	0,94
Min/Max	0,87

**Vertikale Beleuchtungsstärke**  
*h = 1,00 m Rotation = 180°*

Mittel	1209 lx
Min	1145 lx
Max	1341 lx
Min/Mittel	0,95
Min/Max	0,85

**Vertikale Beleuchtungsstärke**  
*h = 1,00 m Rotation = 270°*

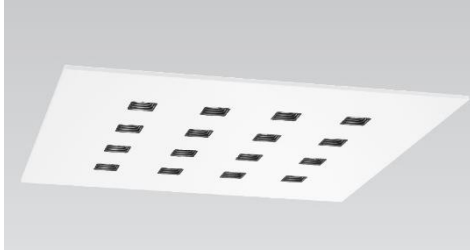
Mittel	1205 lx
Min	1132 lx
Max	1293 lx
Min/Mittel	0,94
Min/Max	0,88

## LED Lichtqualität / Projektbeispiel



Sportpark Graz / projektCC ZT-Architektur (2018)

## LED Lichtqualität / Binning



**LED Leuchte Typ A**  
19 Watt; 1.100 lumen  
3000 Kelvin; CRI >80



**LED Leuchte Typ B**  
15 Watt; 1.000 lumen  
3000 Kelvin; CRI >80

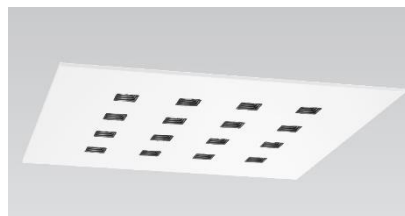
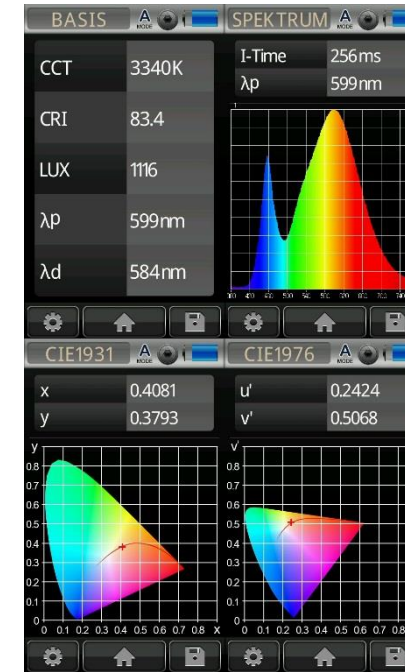
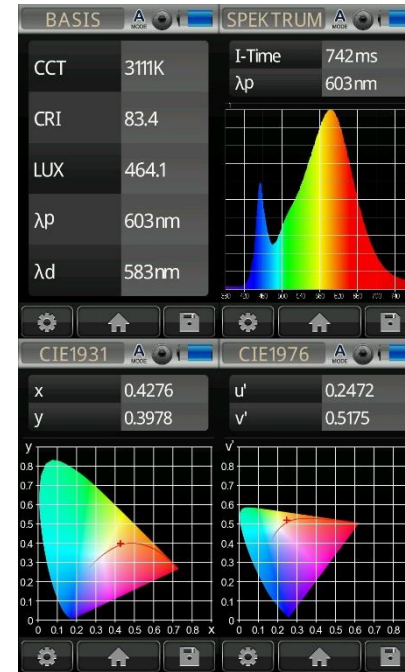
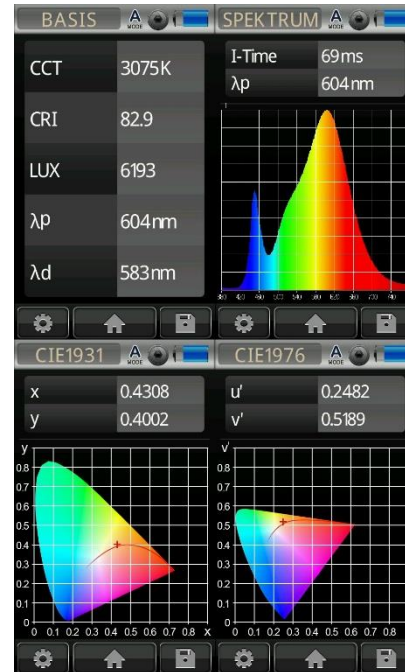
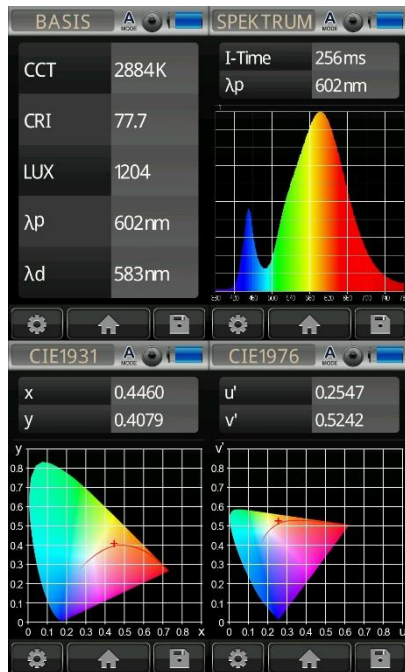


**LED Leuchte Typ C**  
10 Watt; 1.000 lumen  
3000 Kelvin; CRI >80



**LED Leuchte Typ D**  
43 Watt; 2.500 lumen  
3000 Kelvin; CRI >80

# LED Lichtqualität / Binning



**LED Leuchte  
Typ A**



**LED Leuchte  
Typ B**



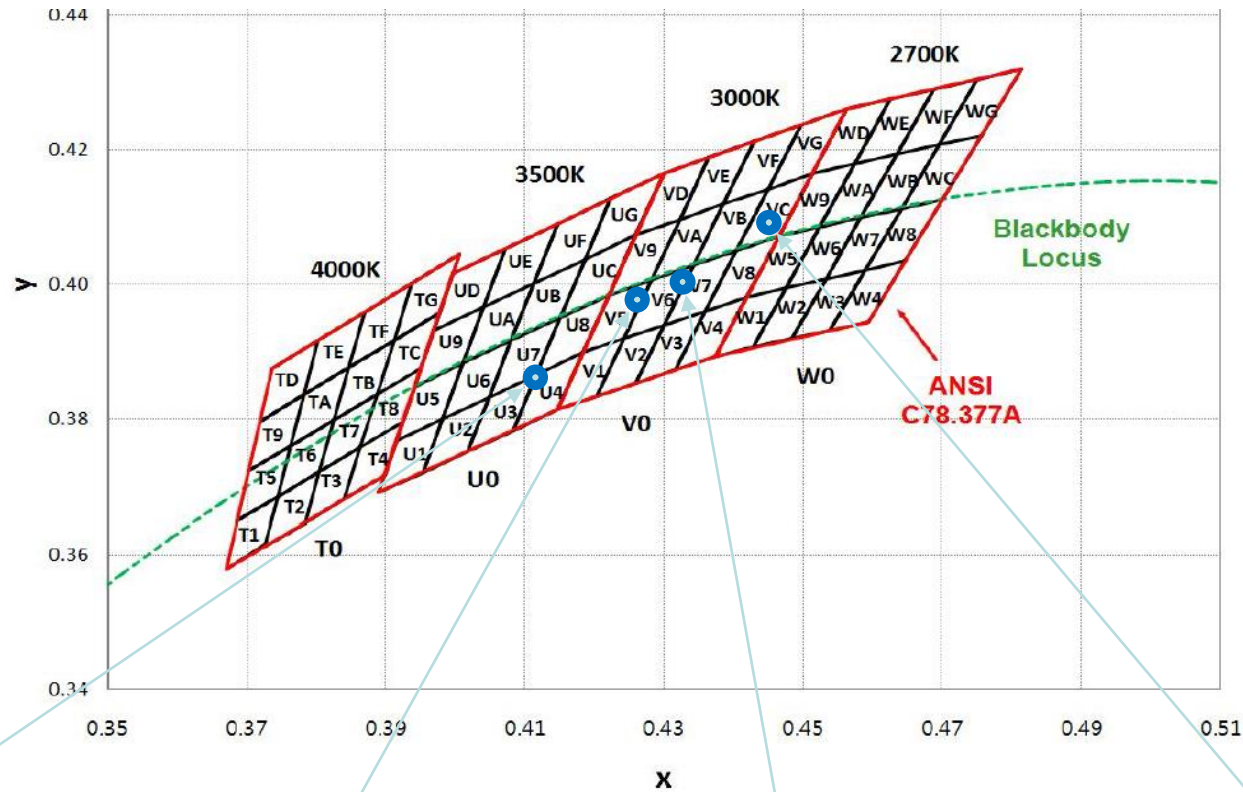
**LED Leuchte  
Typ C**



**LED Leuchte  
Typ D**



# LED Lichtqualität / Binning



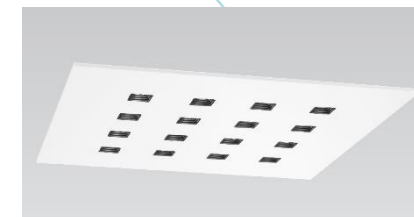
**LED Leuchte Typ D**  
3340K



**LED Leuchte Typ C**  
3111K



**LED Leuchte Typ B**  
3075K



**LED Leuchte Typ A**  
2884K

# LED Lichtqualität / Farbwiedergabe



Die 14 Testfarben nach DIN 6169

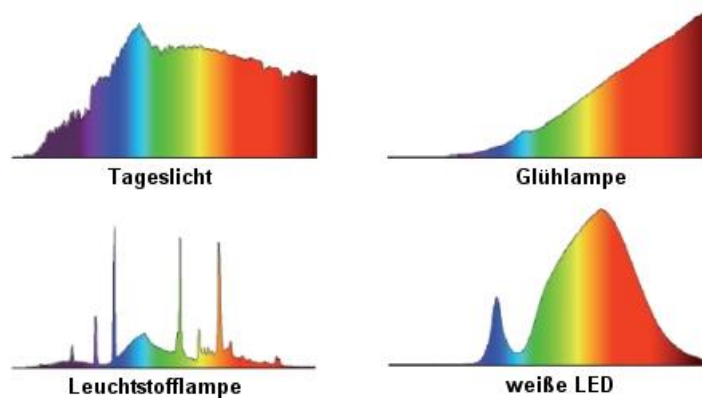
	# 1 Altrosa		# 9 Rot gesättigt
	# 2 Senfgelb		# 10 Gelb gesättigt
	# 3 Gelbgrün		# 11 Grün gesättigt
	# 4 Hellgrün		# 12 Blau gesättigt
	# 5 Türkisblau		# 13 Rosa (Hautfarbe)
	# 6 Himmelblau		# 14 Blattgrün
	# 7 Asterviolett		
	# 8 Fliederviolett		

TM-30-15 / Ein neuer Farbwiedergabeindex (IES Illuminating Engineering Society)



99 Bewertungsfarben

Referenzlichtquelle = Plankscher Strahler / Tageslicht



## LED Lichtqualität / Farbwiedergabe



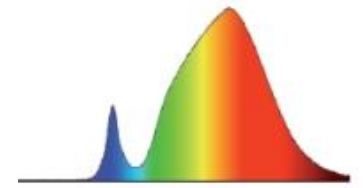
Halogenleuchte  
2800K



Ra = 100  
R9 = 100

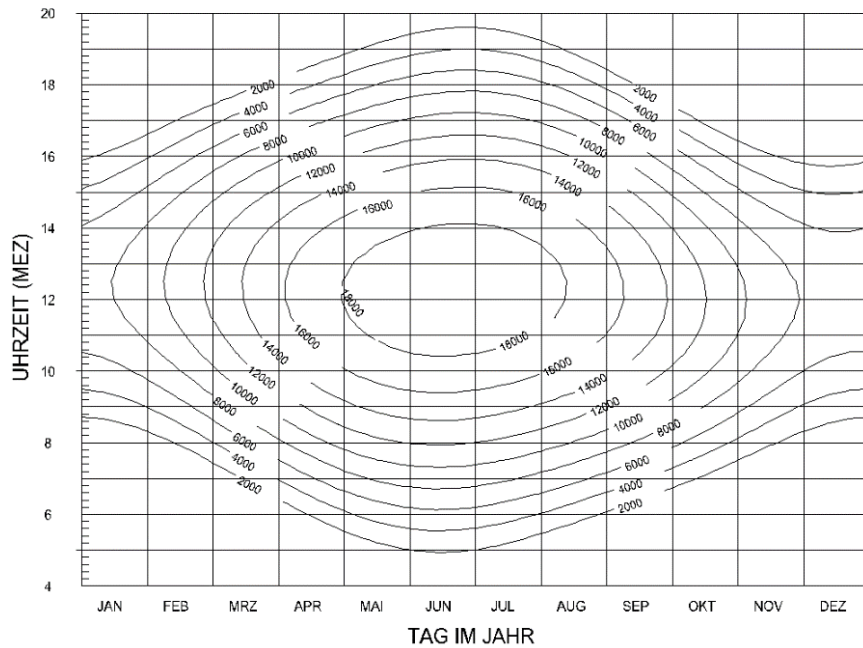


LED-Leuchte  
3000K



Ra = 83  
R9 = 10

# LED Lichtqualität / Tageslicht



Außenbeleuchtungsstärke-Diagramm  
für einen bedeckten Himmel

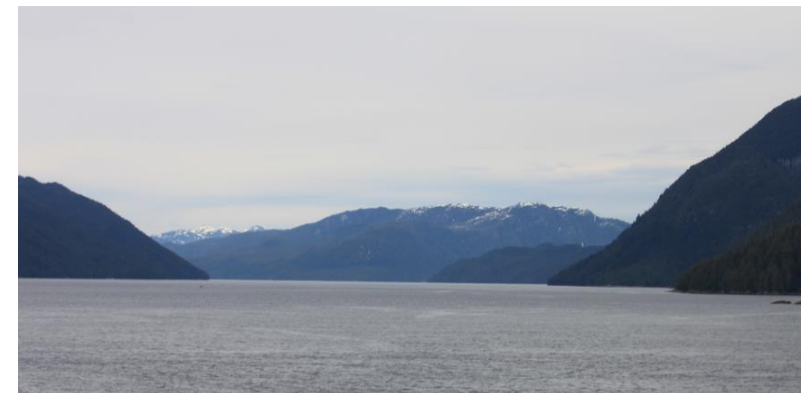
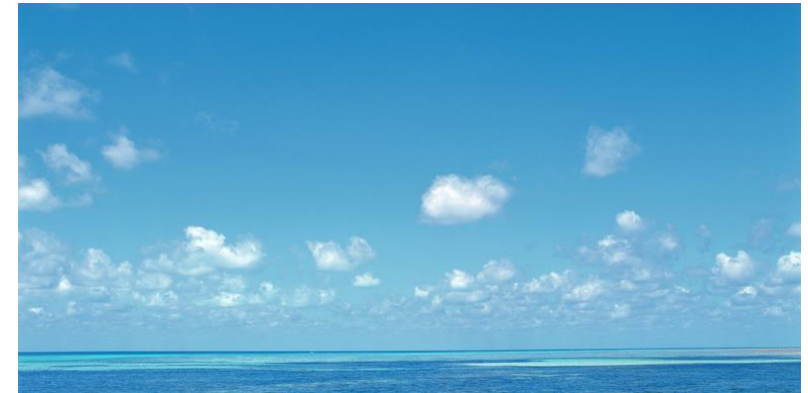


Beleuchtungsstärke bedeckter Himmel bis zu 20.000 lux



Beleuchtungsstärke klarer Himmel bis zu 100.000 lux

## LED Lichtqualität / Tageslicht



5000K  
5500K – 5800K  
6500K – 7500K  
9000K – 12000K

Morgen- und Abendsonne  
Vormittags- und Nachmittagssonne  
Bedeckter Himmel  
Blauer Himmel auf der beschatteten Nordseite

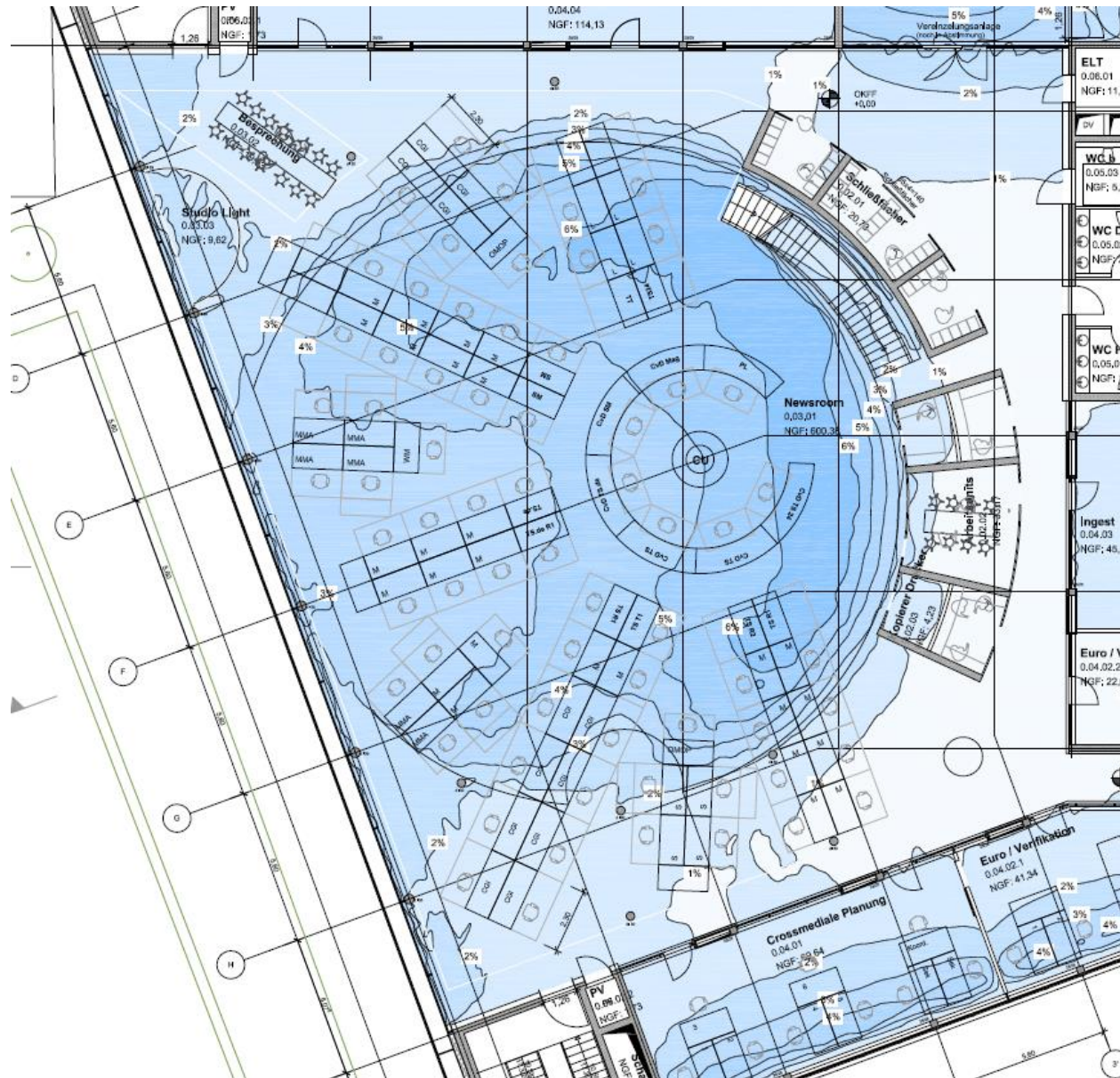
2700K – 2800K  
4000K

Halogenleuchte  
Leuchtstofflampe Neutralweiß für Büro

## LED Lichtqualität / Projektbeispiel Tageslicht



# LED Lichtqualität / Projektbeispiel Tageslicht



$$TQ = \frac{E_i}{E_a} \times 100\%$$

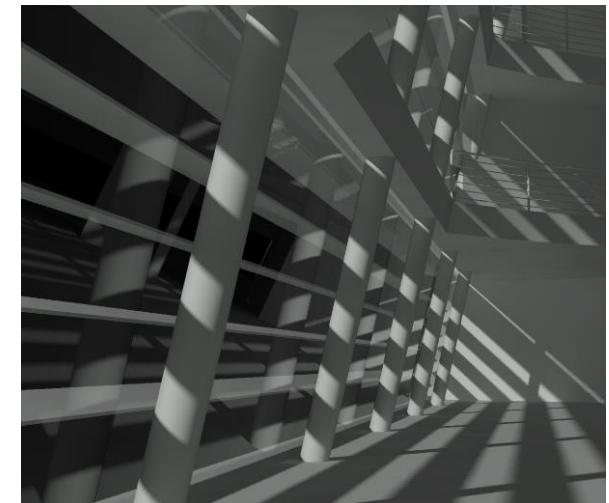
- TQ ...Tageslichtquotient
- E<sub>i</sub> ...Beleuchtungsstärke innen
- E<sub>a</sub> ...Beleuchtungsstärke außen

Tageslichtquotient auf FFB +0,2 m

Berücksichtigte Abminderungen:

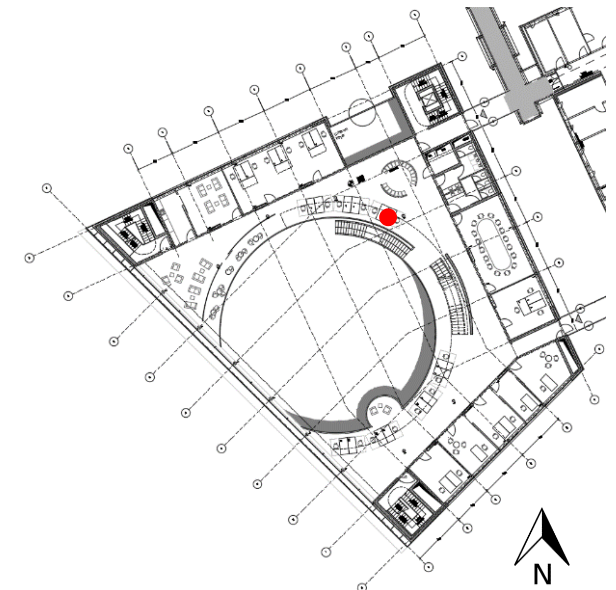
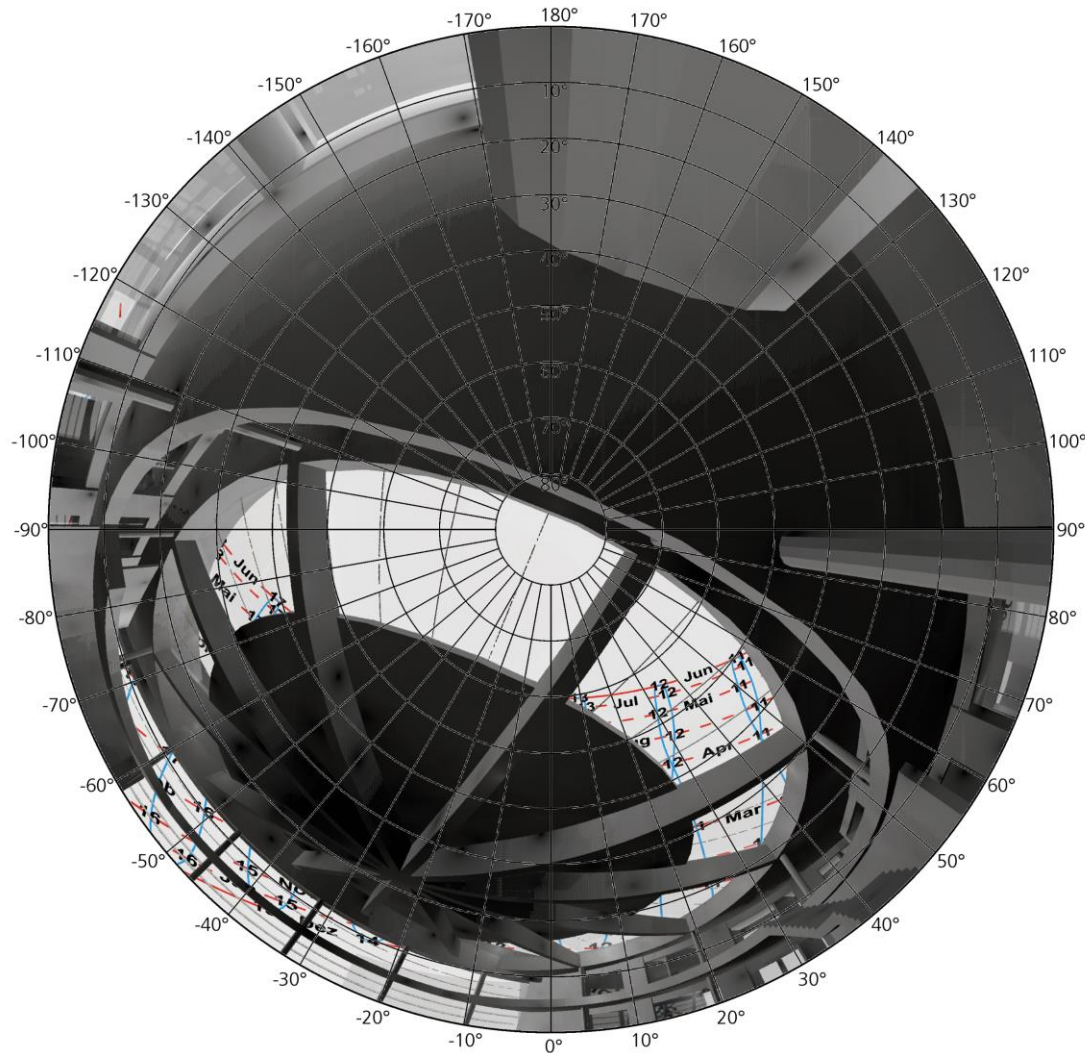
Transmission: 60%

Verschmutzung: 80%

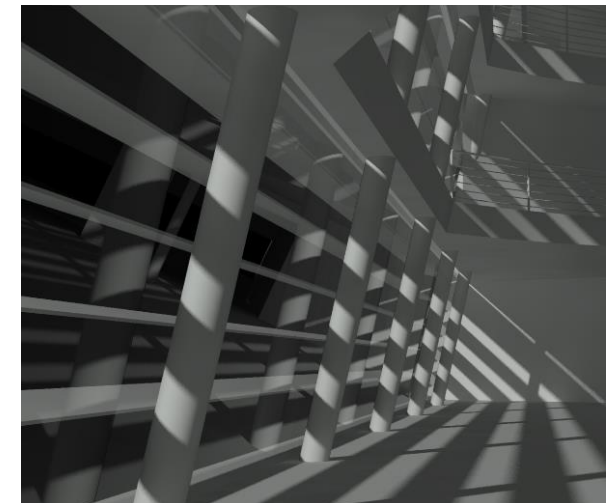


Verschattungssituation A (offen - 90° )

# LED Lichtqualität / Projektbeispiel Tageslicht



Übersicht 1. Obergeschoss



Verschattungssituation A (offen - 90° )



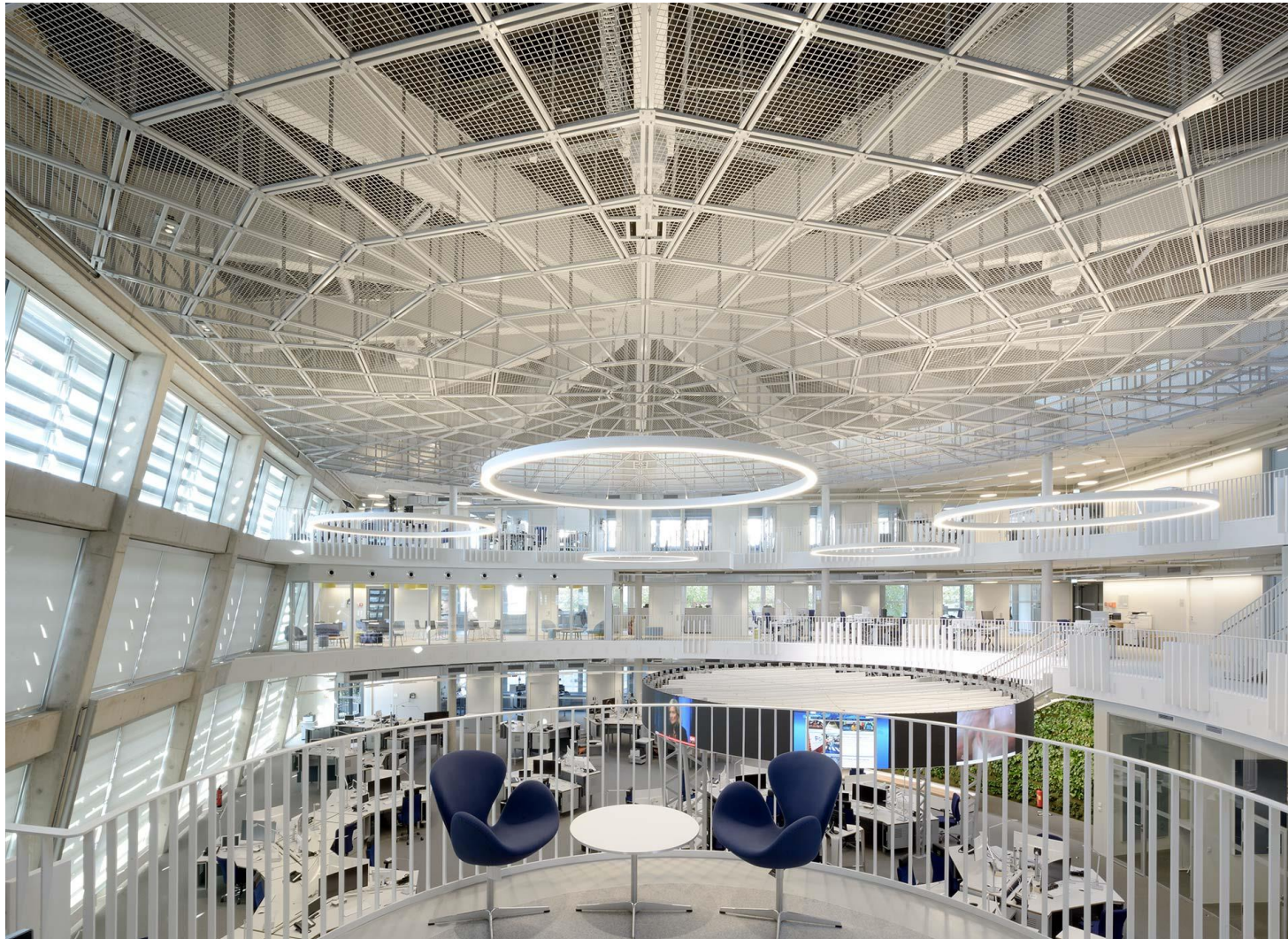
# LED Lichtqualität / Projektbeispiel

Lichttechnische Renderings



ARD aktuell Nachrichtenstudio, Hamburg / Struhkarchitekten BDA Planungs GmbH, Braunschweig

## LED Lichtqualität / Projektbeispiel



ARD aktuell Nachrichtenstudio, Hamburg / Struhkarchitekten BDA Planungs GmbH, Braunschweig

## LED Lichtqualität / Projektbeispiel

Kunstlichtsysteme mit Tageslichtwirkung (HCL)



SVS Sozialversicherung der Selbstständigen, Wien / ATP Wien Planungs GmbH (2018)

# LED Lichtqualität / Projektbeispiel

Kombination von Kunst- und Tageslichtsystemen



SVS Sozialversicherung der Selbstständigen, Wien / ATP Wien Planungs GmbH (2018)

## LED Lichtqualität / Projektbeispiel

Kombination von Kunst- und Tageslichtsystemen



WKO Wirtschaftskammer, Wien / Archconsult ZT GmbH (2018)

# LED Lichtqualität / Projektbeispiel

Kombination von Kunst- und Tageslichtsystemen



Campus Seestadt Aspern / ATP Wien Planungs GmbH (2018)

# LED Lichtqualität / Projektbeispiel

Kombination von Kunst- und Tageslichtsystemen



Campus Seestadt Aspern / ATP Wien Planungs GmbH (2018)