

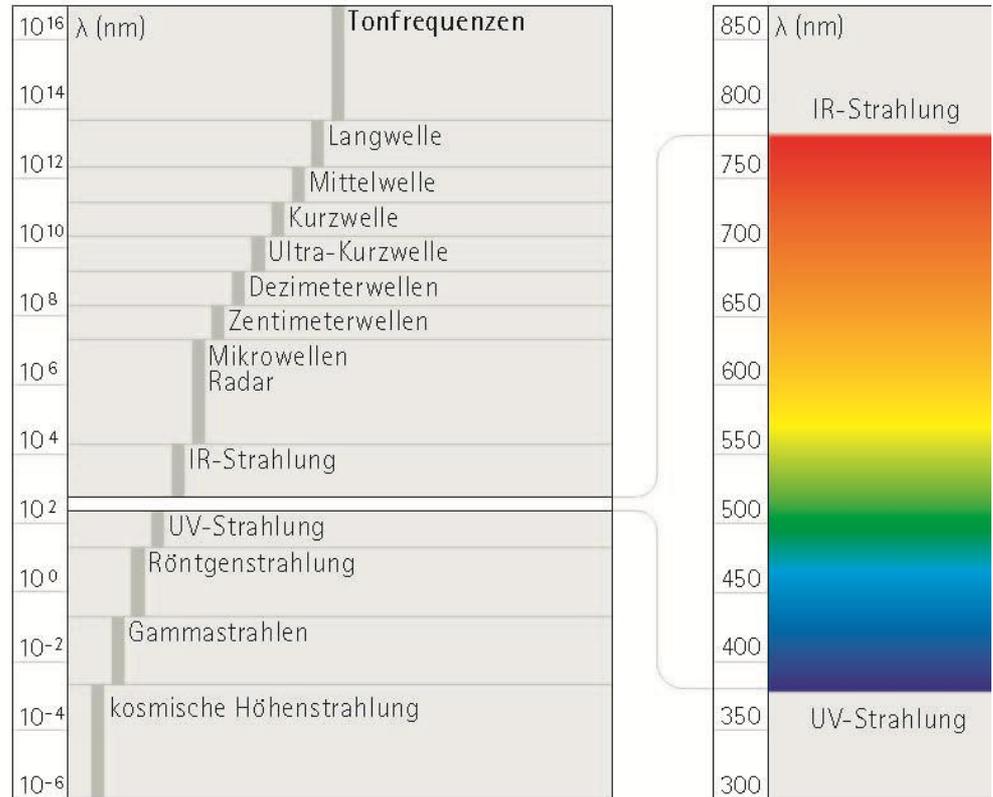
# GRUNDLAGEN DER LICHTTECHNIK

WS 2018

Prof. Matthias Friedrich

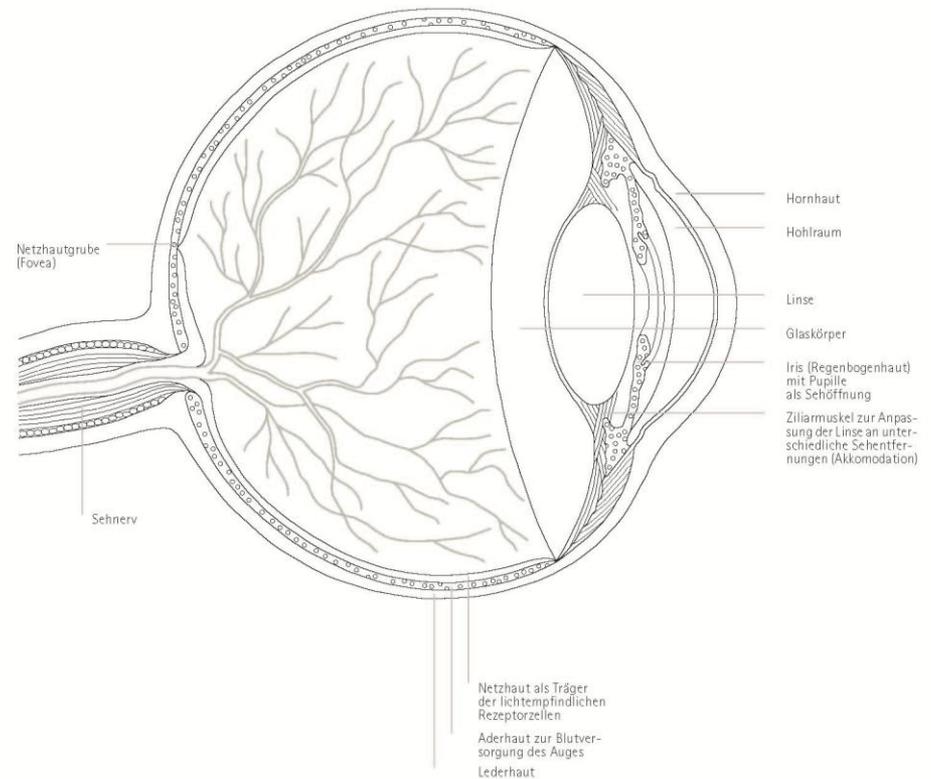
## Was ist Licht?

Licht ist ein Teilbereich der elektromagnetischen Strahlung, der von unseren Augen wahr genommen wird. Das Spektrum der sichtbaren Strahlung umfasst den Bereich zwischen 380 und 780 nm.



Schnitt durch das Auge mit:

- Iris mit Pupille als Sehöffnung
- Linse
- Ziliarmuskel zur Anpassung der Linse
- Aderhaut zur Blutversorgung
- Netzhaut mit lichtempfindlichen Rezeptorzellen
- Sehnerv



**Rezeptorzellen auf der Netzhaut:**

**Zapfen zum Tagsehen:**

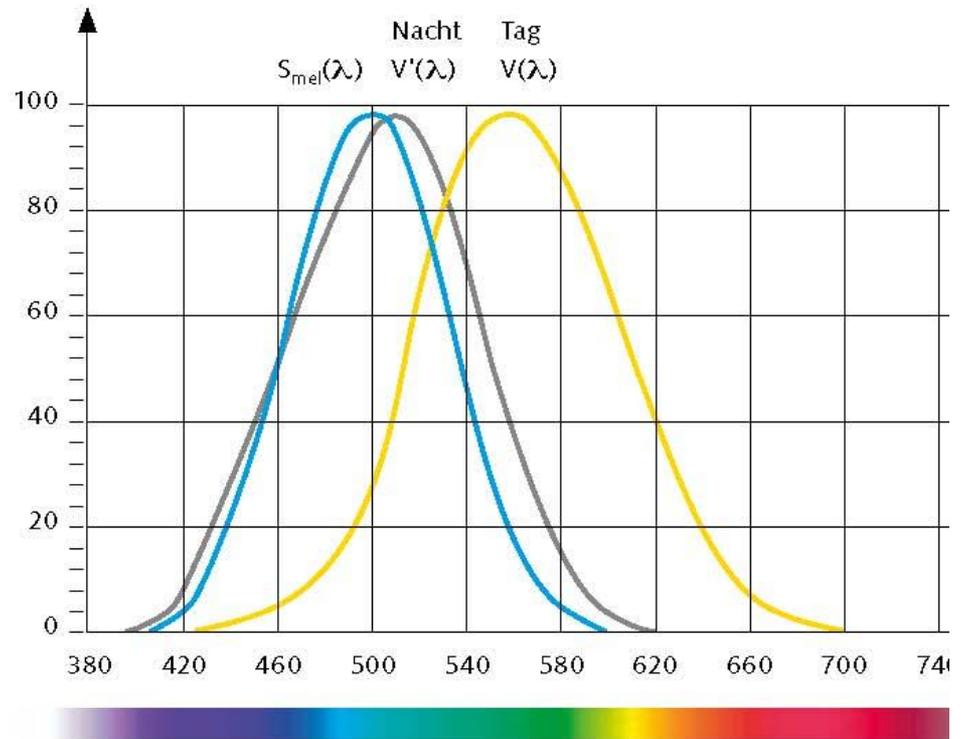
- Große Sehschärfe in kleinem Bereich
- Geringe Lichtempfindlichkeit
- Farberkennung

**Stäbchen zum Nachtsehen:**

- Wahrnehmung im gesamten Gesichtsfeld
- hohe Lichtempfindlichkeit
- Geringe Sehschärfe
- kein Farbsehen

**Ganglienzellen:**

- Empfindlich im blauen Spektralbereich
- Sie unterdrücken die Melatoninausschüttung
- Regeln damit den Biorythmus.



Erläuterung der drei Kurven:

$V(\lambda)$  = Hellempfindung, Tagsehen mit den Zapfen

$V'(\lambda)$  = Nachtsehen mit den Stäbchen

$S_{mel}(\lambda)$  = Melatoninunterdrückung mit den photosensitiven Ganglienzellen

**Beleuchtungsstärken Tageslicht**

wolkenloser Himmel, direkte Sonneneinstrahlung	100.000 lx
wolkenloser Himmel Zenitlicht	5.000 lx
Himmel leicht bewölkt	12.000 lx
Himmel stark bewölkt	3.000 lx
Vollmondnacht	1 lx



## Fokussierung

- Sehen in die Ferne
- Nahsehen



Emotionale Wirkung des Lichtes



Physiologische Wirkung des Lichtes

Visuell  
Biologisch  
Emotional



Das Auge des Menschen hat sich über  
Jahrtausende der einzigen Lichtquelle  
angepasst die zur Verfügung stand –der Sonne.

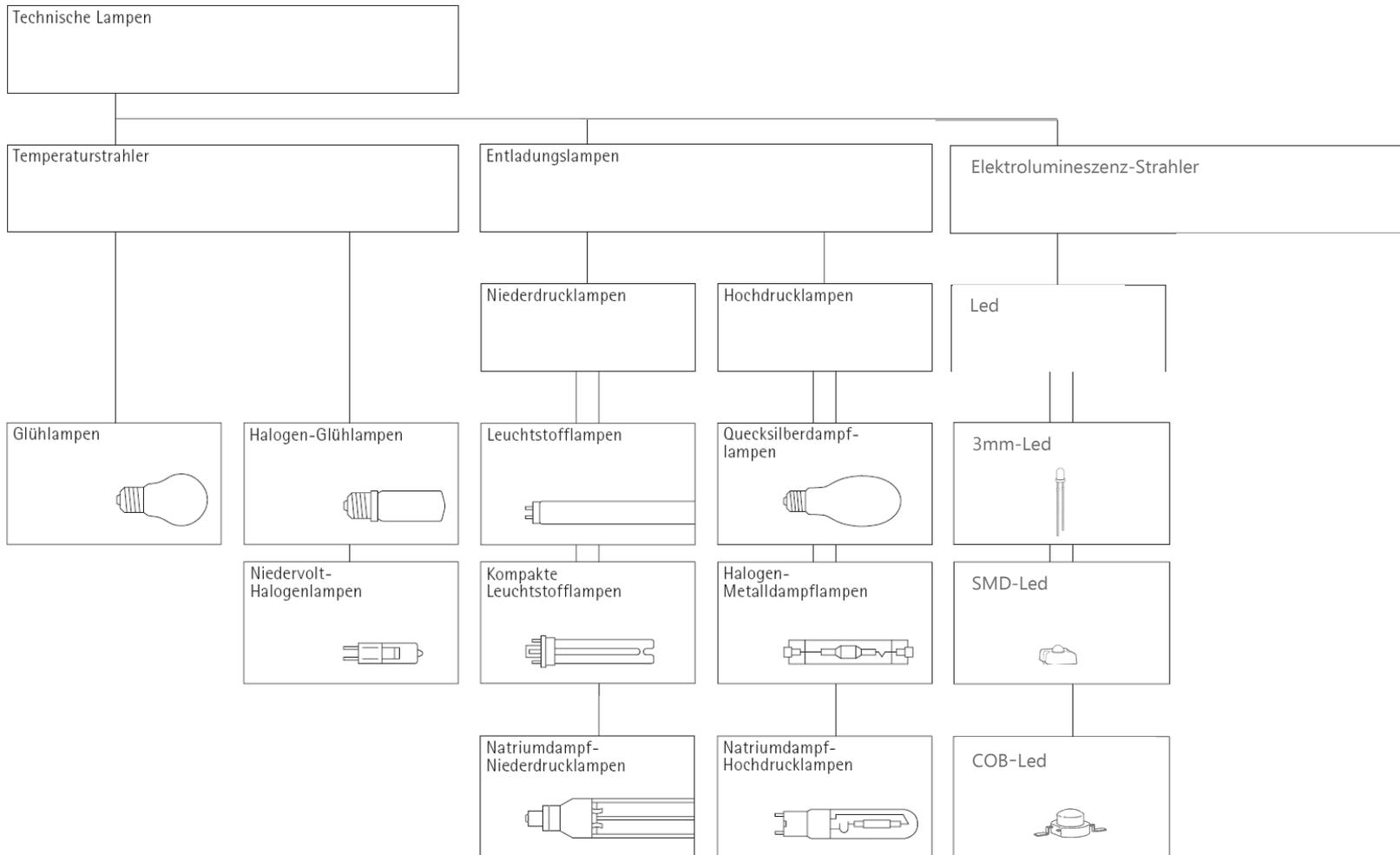


## Was ist Kunstlicht?

## Entwicklung der künstlichen Lichtquellen

Feuer	seit ca. 500.000 Jahren
Kienspan	
Öllampe	
Kerze	
Öllampe mit technischem Support	
Gaslampe	seit. ca. 200 Jahren
Glühlampe	seit. ca. 130 Jahren
Entladungslampen	seit. ca. 80 Jahren
Led als Beleuchtungsmittel	seit ca. 15 Jahren

.



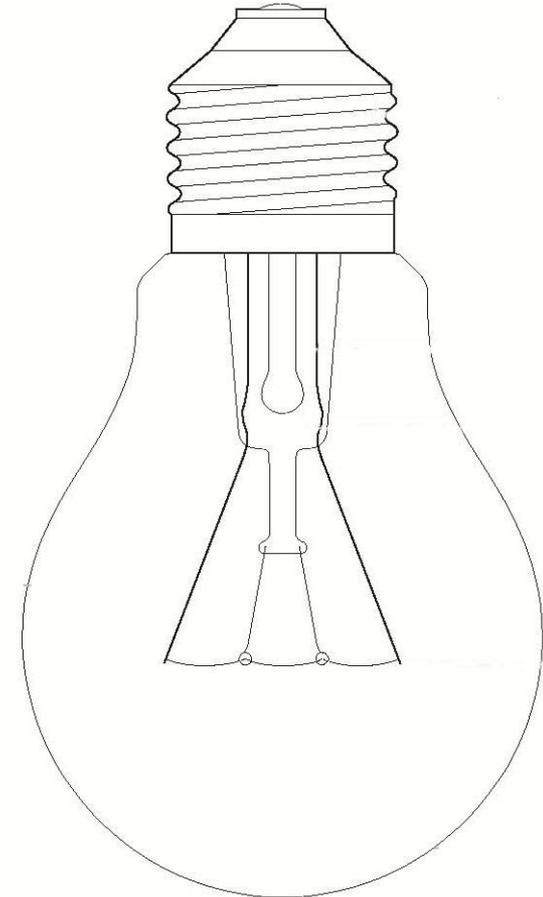
## 1.0 Glühlampen

### 1.1 Allgebrauchsglühlampe AGL

Bei den Glühlampen wird ein Metalldraht durch elektrischen Strom zum Glühen gebracht.

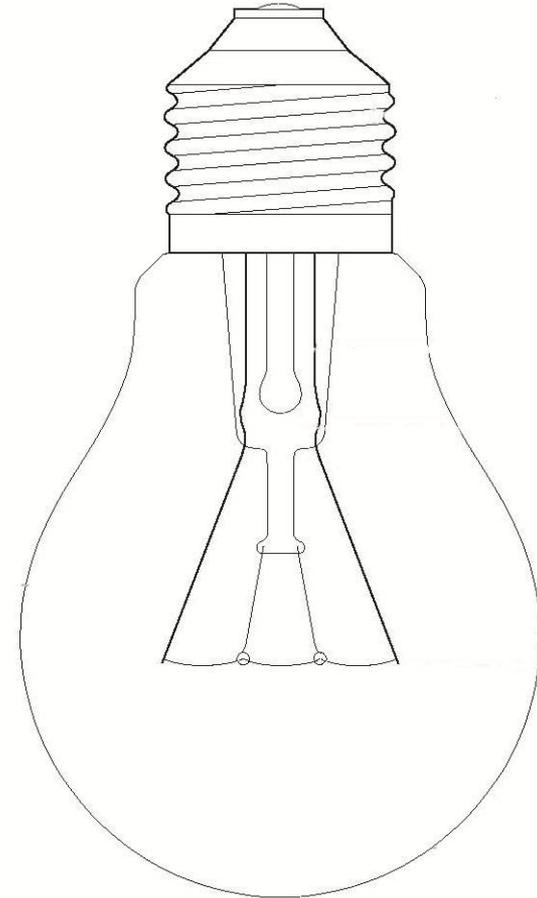
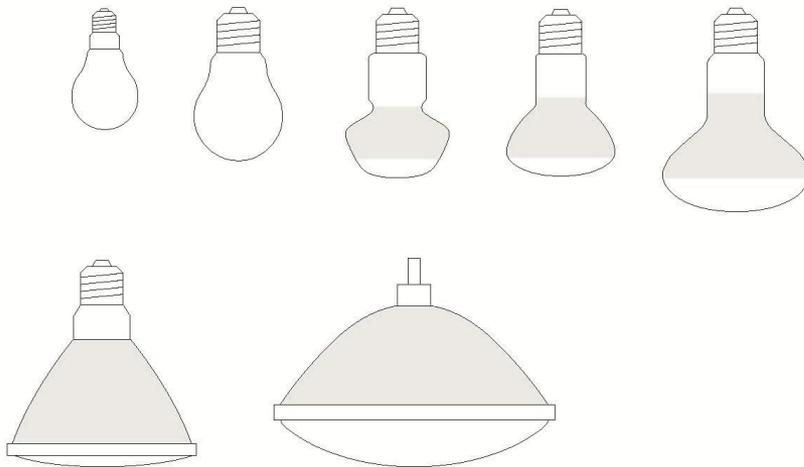
Die Erhitzung der Glühwendel wird durch ihren hohen elektrischen Widerstand erreicht.

Mit zunehmender Temperatur verschiebt sich das Spektrum des abgestrahlten Lichtes – die Rotglut der Wendel wird zum warmweißen Licht der Glühlampe.



## 1.0 Glühlampen

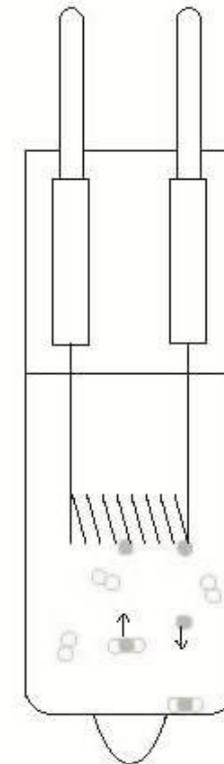
### 1.1 Gebräuchliche Glühlampen



## 1.0 Glühlampen

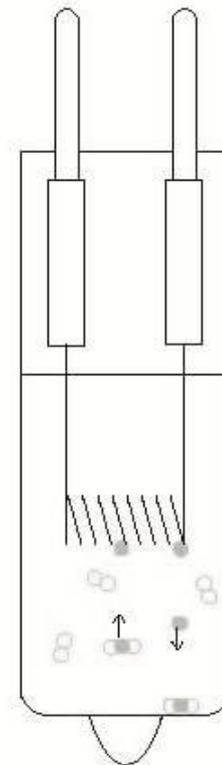
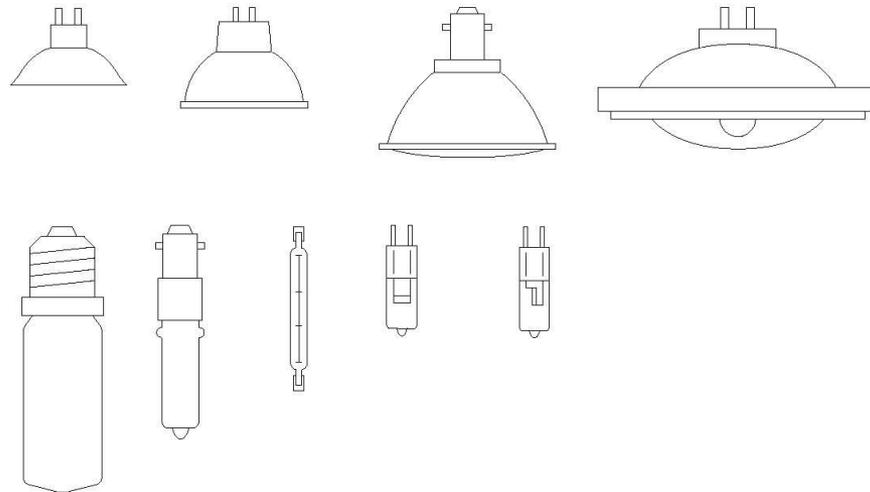
### 1.2 Halogenglühlampe

Eine Beimischung von Halogenen zur Gasfüllung der Lampe verhindert das Verdampfen der Wendel. Dies erlaubt eine höhere Betriebstemperatur. Gegenüber der Glühlampe wird eine längere Lebensdauer und eine kühlere Lichtfarbe erreicht.



## 1.0 Glühlampen

### 1.2 Gebräuchliche Halogenglühlampen



## 2.0 Entladungslampen

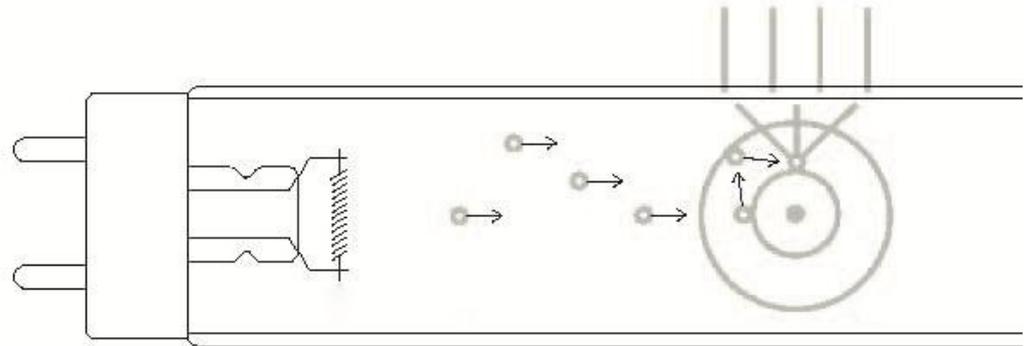
### 2.1 Leuchtstofflampe

Bei Entladungslampen wird Licht durch Anregen von Gasen und Metalldämpfen erzeugt.

In einem mit Metallgasen gefüllten Entladungsgefäß wird zwischen zwei Elektroden ein Elektrodenstrom erzeugt. Dabei prallen Elektroden und Gasatome aufeinander und werden zur Abgabe von Strahlung angeregt.

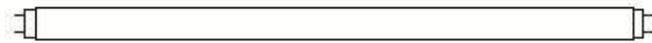
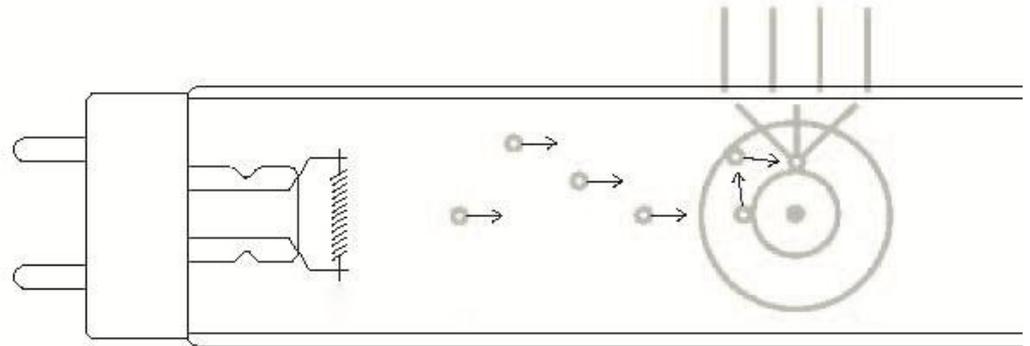
Für jedes Gas ist eine bestimmte Kombination von Wellenlängen charakteristisch. Durch die Auswahl bestimmter Gase kann somit die Lichtfarbe der Lampe beeinflusst werden. Eine Beschichtung des Glaskolbens mit Leuchtstoffen sorgt für die Umsetzung der UV- und IR-Anteile der Strahlung in sichtbares Licht.

Für das Zünden und den Betrieb von Entladungslampen sind Betriebsgeräte notwendig.



## 2.0 Entladungslampen

### 2.1 Gebräuchliche Leuchtstofflampen



## 2.0 Entladungslampen

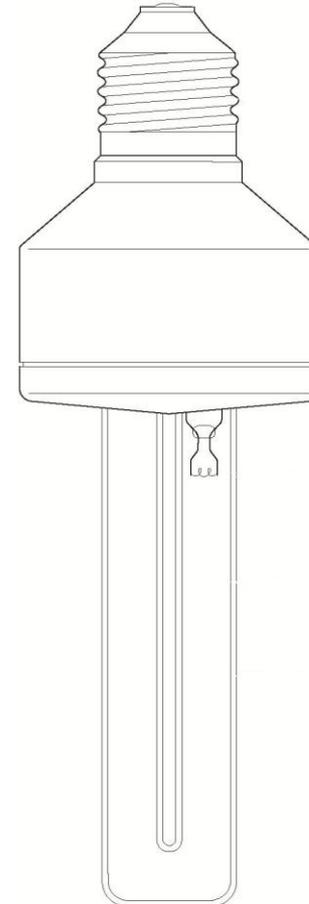
### 2.2 Kompaktleuchtstofflampe

Kompakte Leuchtstofflampen unterscheiden sich in ihrer Funktionsweise nicht von herkömmlichen Leuchtstofflampen. Sie besitzen jedoch eine kompaktere Form, die durch ein gebogenes Entladungsrohr erreicht wird.

Ihre Lichtleistung wird allerdings durch das relativ geringe Volumen des Entladungsrohres begrenzt.

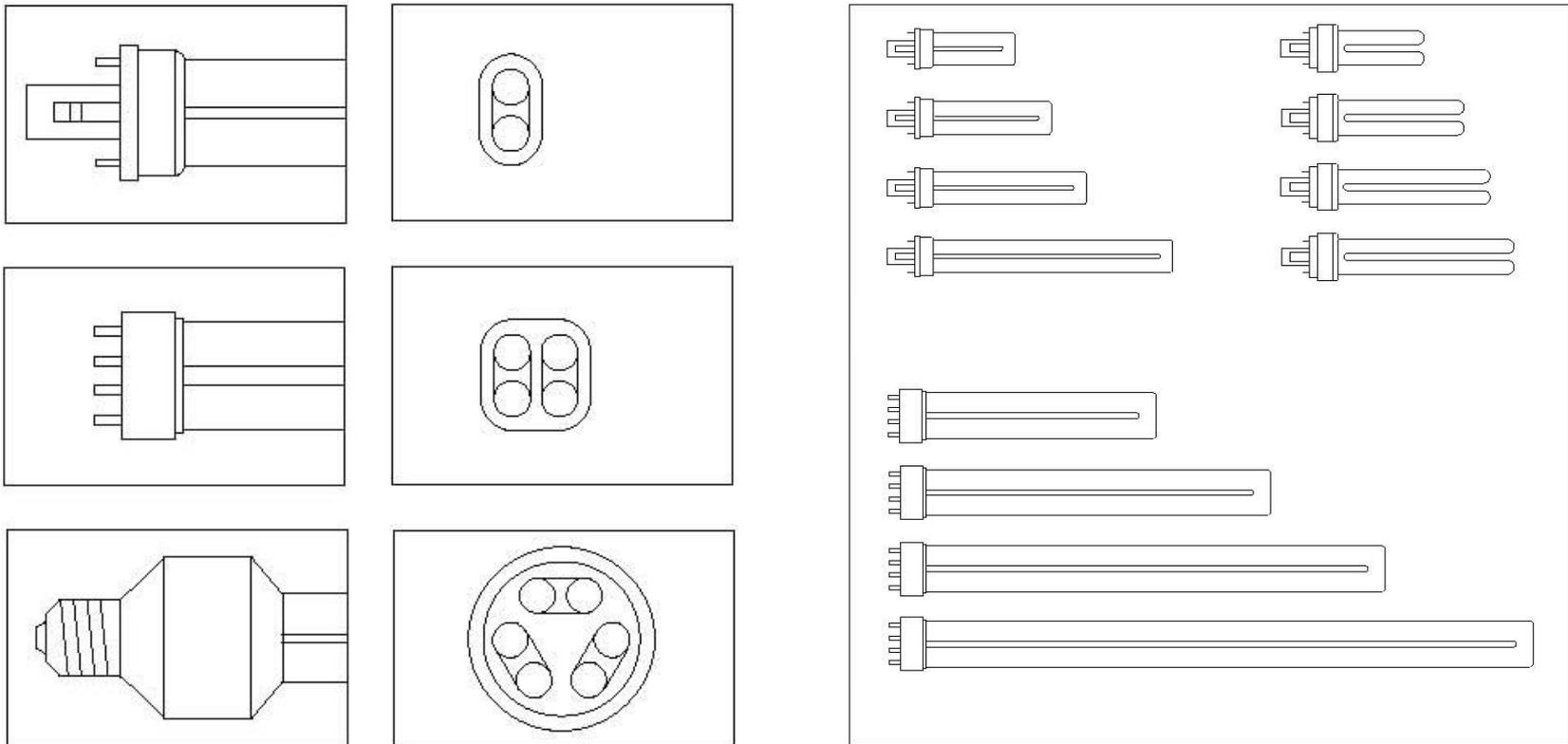
Gleichzeitig ergibt sich aber durch die kompakte Form die Möglichkeit die Lampe in Reflektorleuchten (z. B. in Downlights) einzusetzen.

Für den Betrieb sind Start- und Vorschaltgeräte nötig.



## 2.0 Entladungslampen

### 2.2 Gebräuchliche Kompaktleuchtstofflampen



## 2.0 Entladungslampen

### 2.3 Metaldampflampe

Metaldampf- Halogenlampen besitzen ein kurzes, röhrenförmigen Entladungsgefäß aus Quarzglas, das eine Metallhalogenid-Quecksilbermischung enthält.

An beiden Enden des Entladungsrohrs sind Elektroden angeordnet, zwischen denen sich nach dem Zünden der Lampe eine Bogenentladung aufbaut. ( bis 5kV )

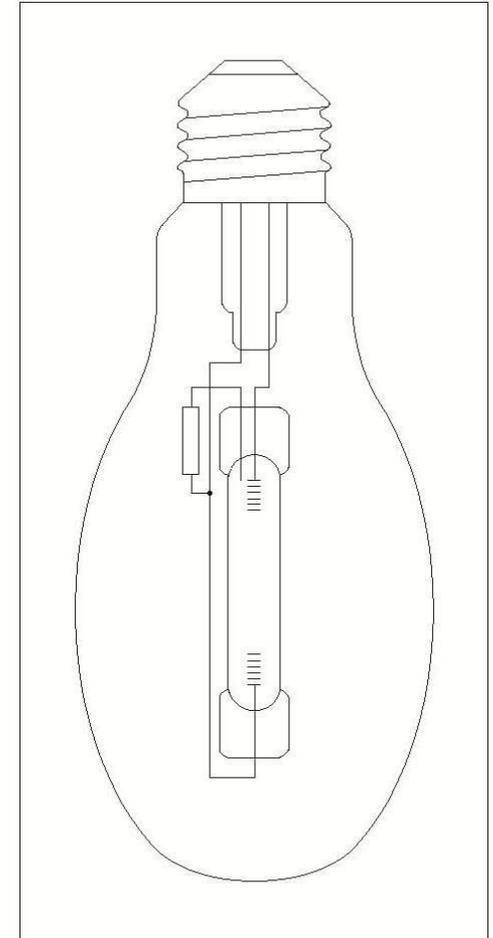
Wie bei der Leuchtstofflampe entsteht die Strahlung durch den Zusammenprall von Elektronen und Metallhalogenatomen.

Durch geeignete Metallgaskombinationen lässt sich ein Mehrlinienspektrum erzeugen, das fast ein kontinuierlichen Verlauf erreicht.

Ein zusätzlicher Leuchtstoff auf dem Glaskolben ist nicht nötig.

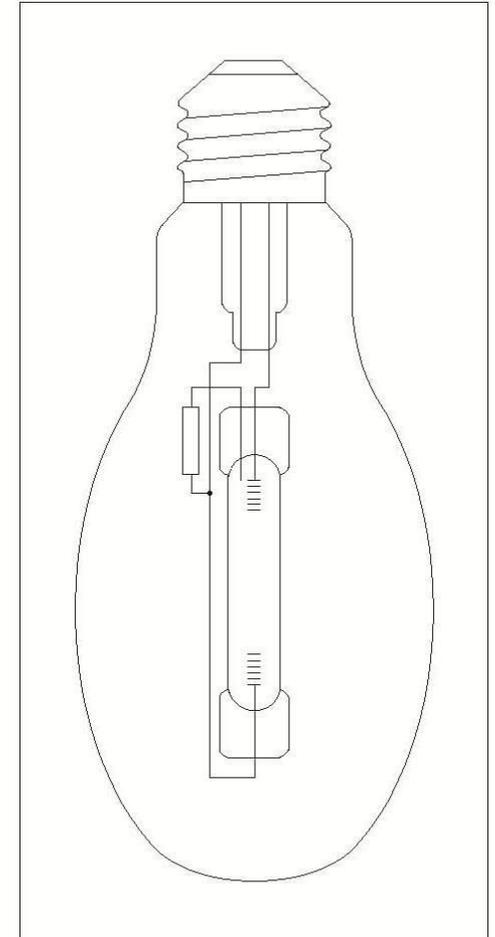
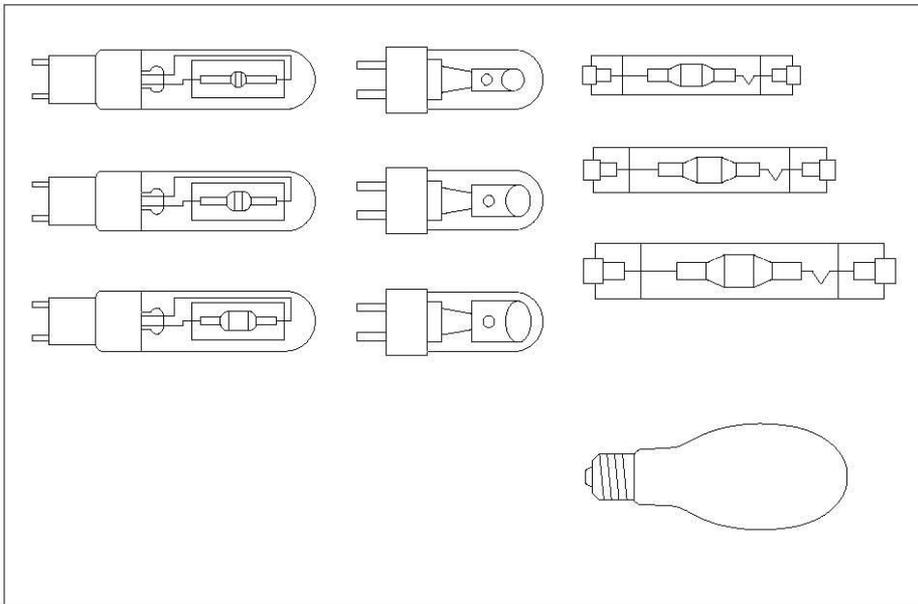
Metaldampflampen können nicht sofort geschaltet werden, da sie eine Einbrennzeit von wenigen Minuten benötigen.

Die Lampen sind üblicherweise nicht dimmbar.



## 2.0 Entladungslampen

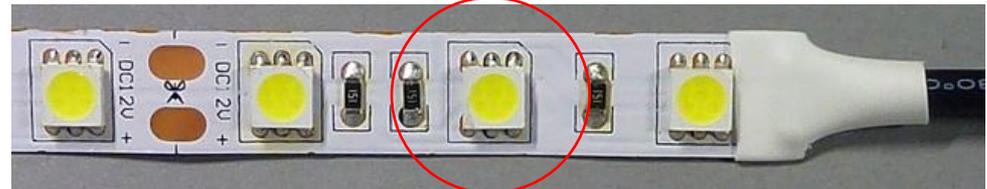
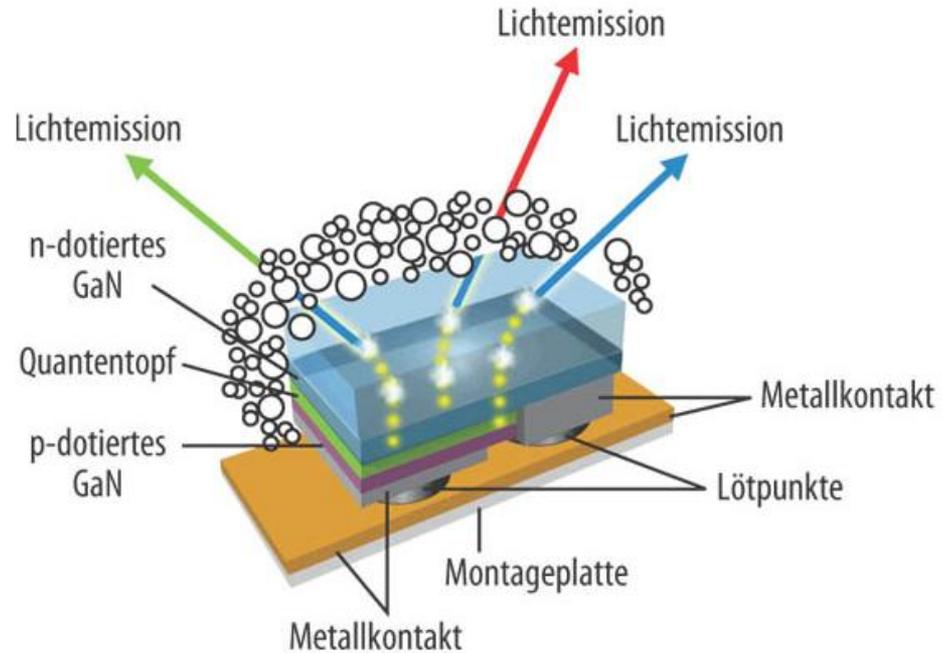
### 2.3 Gebräuchliche Metalldampfampfen



### 3.0 Halbleiterlichtquellen

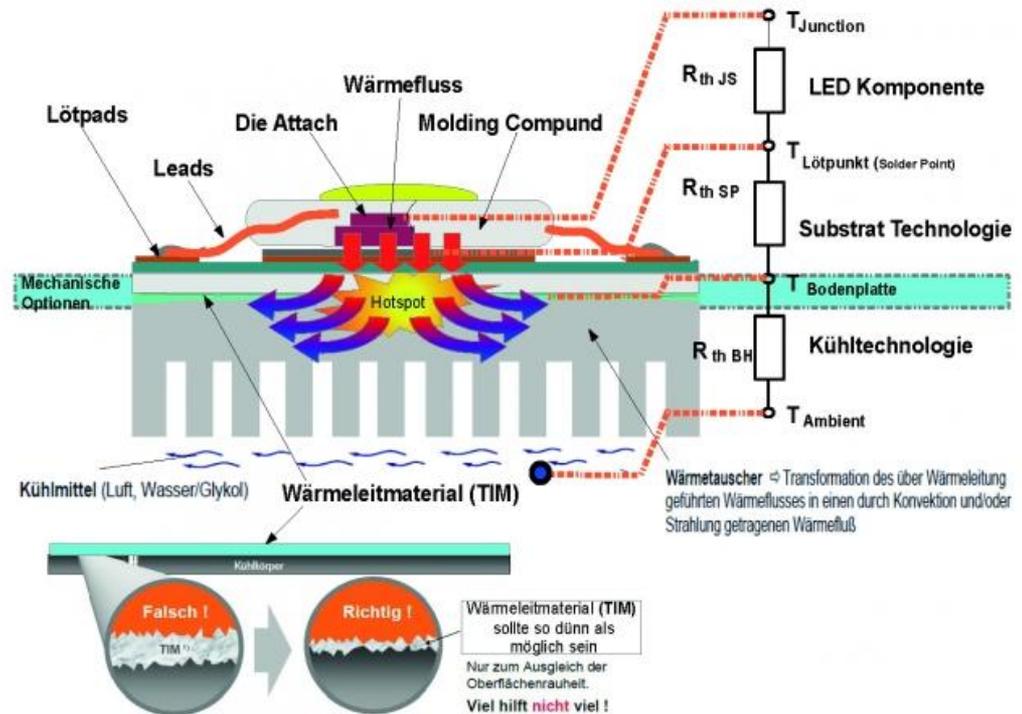
#### 3.1 Leuchtdioden

In einer LED sind zwei Schichten kristalliner Halbleiter mit unterschiedlicher Ladung nebeneinander gelagert. Unter elektrischer Spannung wechseln freie Elektronen von den Atomen negativer Ladung zu den Atomen positiver Ladung. Dabei wird Energie frei, die in Form von Photonen abgegeben werden kann. LED erzeugen schmalbandige Strahlungen meist im UV- und IR Bereich. Durch Beschichtung des LED-Chips mit Leuchtstoffen können Mischfarben und auch weißes Licht erzielt werden. Zum Betrieb von Led sind Betriebsgeräte notwendig.



### Temperaturmanagement

Die Lebensdauer, die Lichtausbeute und der damit verbundene Wirkungsgrad einer LED sind im Wesentlichen von deren Chiptemperatur abhängig. 20-50% der Energie setzt eine LED als Licht frei. 50-80% werden als Wärme auf einer sehr kleinen Fläche frei. Die kritischen Temperaturen beginnen bei kristallinen Halbleitern bei 120°C. Ein effektiver Betrieb der LED ist jedoch erst unter 70°C gegeben. Je höher die Bestromung der LED desto höher ist die Strahlung. Eine hohe Bestromung führt jedoch auch zu steigender Wärmeentwicklung. Ab ca. 1 Watt Leistungsaufnahme ist daher ein Kühlkörper notwendig der die Abwärme effektiv an die Umgebung abgibt.



### 3.0 Halbleiterlichtquellen

#### 3.1 gebräuchliche Led-Module

##### Low Current LED

Betrieb bereits ab 0,2mA

Älteste Art der Leuchtdiode

Anwendung: Signaltechnik, Maschinenbau



##### SMD LED ( Surface Mounted Device)

Direkt auf die Leiterplatte verbaut

Mid-Power Leds mit Leistung bis 0,5 W

Anwendung: Linearleuchten, Flexbänder, Arrays, Hinterleuchtungen.

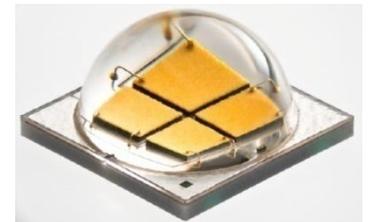
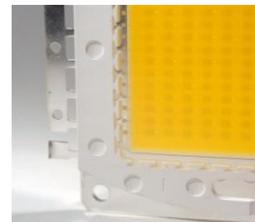


##### COB LED ( Chip on Board)

High-Power Led Leistung ab 1W ( bis ca. 50W )

Mehrere LED mit Platine verbunden und vergossen. Durch optimierte Wärmeableitung ist eine dichte Anordnung und sehr hohe Lichtströme möglich.

Anwendung: Strahler



### 3.0 Spannungs- und Stromversorgung

Leuchtdioden benötigen genau auf die Lichtquelle abgestimmte Versorgungsspannungen und -Ströme. Es sind daher LED-Vorschaltgeräte sogenannte Konverter erforderlich. LED-Konverter gibt es in zwei Ausführungen: für konstante Spannung oder für konstanten Strom.

LEDs kleiner Leistung unter 1W können in Reihe geschaltet und mit konstanter Spannung betrieben werden

Typische Anwendung sind Lichtbänder mit einer Versorgungsspannung von 12V oder 24V.

LED ab 1W werden parallel betrieben und mit konstantem Strom versorgt

Typische Anwendung sind Strahler mit Strömen von 350mA, 500mA oder 700mA.



## Lichttechnische Größen und Einheiten

## Lichttechnische Größen und Einheiten

### Lichtstrom $\Phi$ Phi

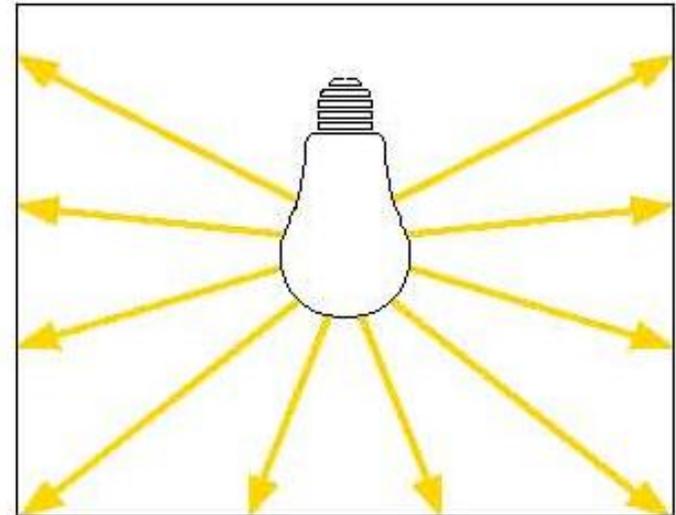
Der Lichtstrom  $\Phi$  ist die **Lichtleistung** der Lichtquelle. Man versteht darunter die gesamte nach allen Seiten abgestrahlte Strahlungsleistung  $\Phi_e$  nach der Bewertung durch das menschliche Auge

Einheit:  $\Phi$  Phi = lumen ( lm )

Angaben zum Lichtstrom werden meist von den jeweiligen Leuchtenherstellern zur Verfügung gestellt.

Beispiele unterschiedlicher Lichtströme:

Lichtstrom $\Phi$ (lm)	Lampe	lm/W
1.000 lm	Halogenleuchte 50W	20 lm/W
6.100 lm	Leuchtstofflampe T5 80W	76 lm/W
56.000 lm	Natriumdampflampe 400W	140 lm/W



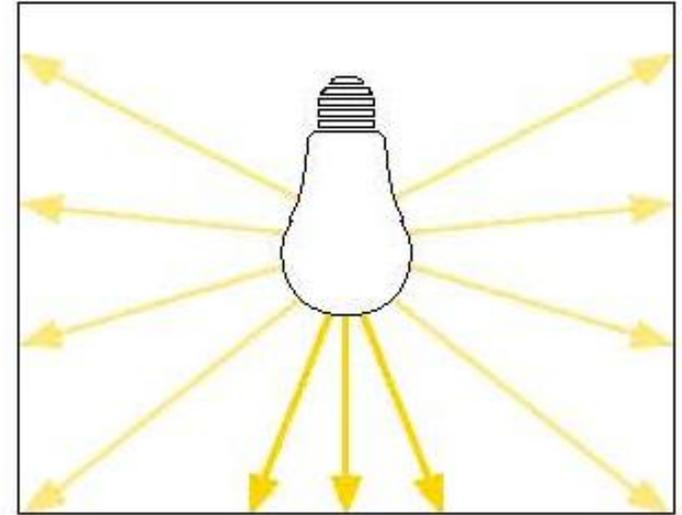
## Lichttechnische Größen und Einheiten

### Lichtstärke I

Beschreibt die Menge des Lichts, das in eine bestimmte Richtung abgegeben wird.  
 Sie wird maßgeblich von lichtlenkenden Elementen bestimmt.  
 Die Darstellung erfolgt über die Lichtverteilungskurve (LVK) die von den Leuchtenherstellern angegeben wird.

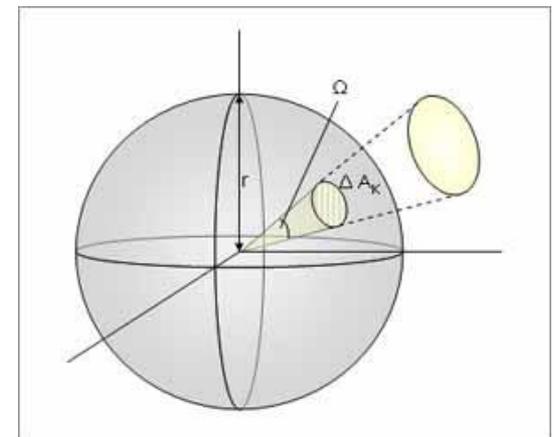
Einheit:  $[I] = \frac{\text{lm}}{\text{sr}} = \text{Candela (cd)}$

sr = Steradian = Raumwinkel in den der Lichtstrom abgestrahlt wird  $\Omega = \frac{\Delta A}{r^2}$



Beispiele unterschiedlicher Lichtstärken:

Lichtstärke I (cd)	Lichtquelle
1 cd	Kerze
11 cd	Glühlampe 15 W
110 cd	Glühlampe 100 W
180-330 cd	Leuchtstofflampe 36 W



## Lichttechnische Größen und Einheiten

### Beleuchtungsstärke E

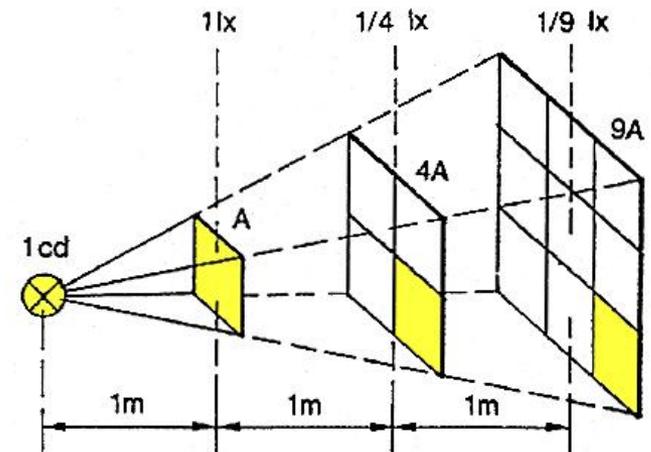
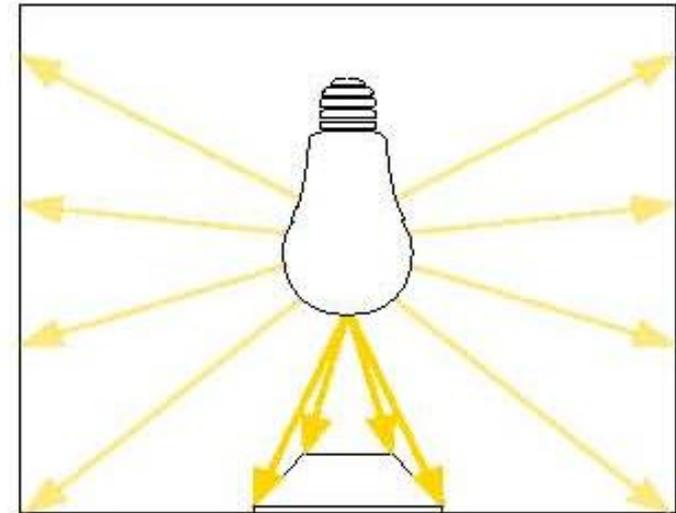
ist als das Verhältnis des auf eine Fläche fallenden Lichtstroms zur Größe dieser Fläche definiert.

Einheit:  $[E] = \frac{\text{lm}}{\text{m}^2} = \text{Lux ( lx )}$

Ein Lichtstrom von 500 lm, der sich gleichmäßig auf eine Fläche von 2 m<sup>2</sup> verteilt erzeugt eine Beleuchtungsstärke von 250 lx.

Photometrische Entfernungsgesetz  $E = \frac{I}{r^2}$

Die Beleuchtungsstärke nimmt mit dem Quadrat der Entfernung von der Lichtquelle ab.



## Lichttechnische Größen und Einheiten

### Leuchtdichte L

Ist die einzige Grundgröße die vom Auge wahrgenommen wird.

Sie bestimmt den Helligkeitseindruck einer Fläche.

Hierbei werden vor allem auch deren Oberflächeneigenschaften ( Reflexion und Transmission ) betrachtet.

$$\text{Einheit: } L = \frac{E \cdot \rho}{\Omega} = \text{cd} / \text{m}^2$$

$\rho$  = Reflektionsgrad der Fläche

$\Omega$  = Blickwinkel zur Fläche

Beispiele unterschiedlicher Leuchtdichten:

Leuchtdichte L (cd/m<sup>2</sup>)      Lichtsituation

0,1 cd/m<sup>2</sup>

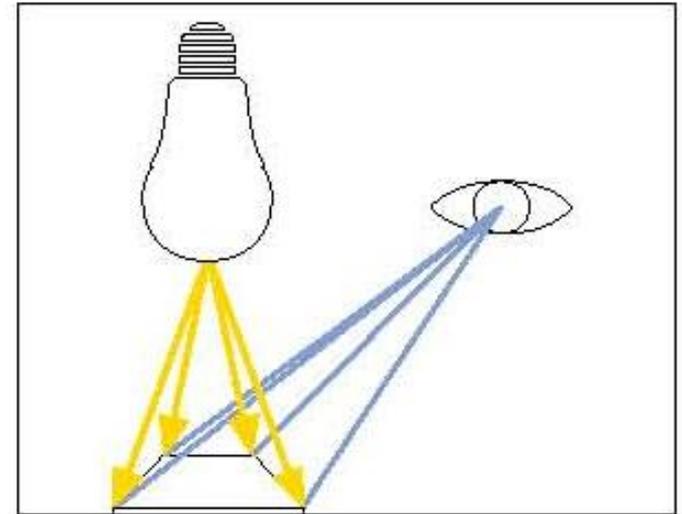
Nachthimmel bei Vollmond

2.000 cd/m<sup>2</sup>

Mittlerer bedeckter Himmel

8.000 cd/m<sup>2</sup>

Mittlerer klarer Himmel





## Gütemerkmale von Lampen

**Leistung** in Watt

**Lichtstrom** in Lumen

**Energieeffizienz** in Lumen/Watt

**Lebensdauer** in Betriebsstunden

**Lichtqualität** brilliant / diffus

**Dimmbarkeit** ja / nein

**Lichtfarbe** in °Kelvin

**Farbwiedergabe** in Ra

**Gütemerkmale von Lampen**



**Vergleich Glühlampe / LED Filamentlampe**

**Leistung in Watt**

75 W

8W

**Lichtstrom in Lumen**

935 lm

1055lm

**Energieeffizienz in Lumen/Watt**

12 lm/W

130lm/W

**Lebensdauer in Betriebsstunden**

1000 h

15.000h

**Qualität brilliant / diffus**

brilliant

brilliant

**Dimmbarkeit ja / nein**

ja

ja /PWM\*

**Lichtfarbe in °Kelvin**

2700°K

2700 – 6500°K

**Farbwiedergabe in Ra**

Ra 100

Ra 85 – 95

\*Puls-Weiten-Modulation



## Gütemerkmale von Lampen

### Lebensdauer bei LED

LED-Module gehen nicht spontan kaputt, sondern der Lichtstrom nimmt graduell mit der Lebensdauer ab.

Die Lebensdauer wird daher mit einem L- und einem B-Wert angegeben.

Beispiel L80 B10

#### L – Wert

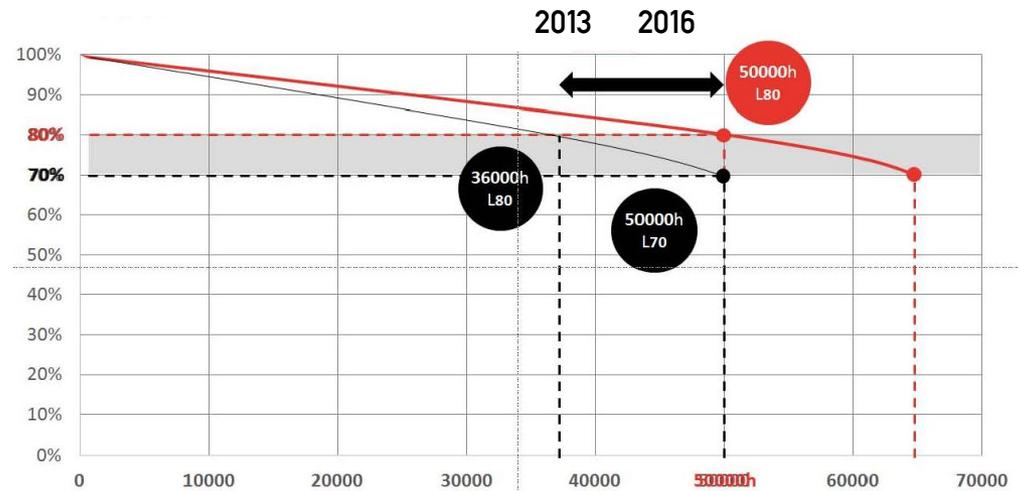
weist die prozentuale Degradation bis zu einer bestimmten Betriebsdauer aus.

Hier: innerhalb von 50.000h nimmt der Lichtstrom um 80% ab

#### B-Wert

meint die prozentuale Ausfallrate von den Systemen die den L-Wert nicht erfüllen.

Hier: Bei 10% der LED liegt der Lichtstrom nach 50.000h unter 80%.



## Gütemerkmale von Lampen

### Typische Lichttemperaturen

Glut im Feuer	500°K
Kerze	1500°K
Glühlampe	2200°K – 2800°K
Halogenlampe	3000°K – 3300°K
Leuchtstofflampe	2700°K – 6500°K
Metalldampflampe	2700°K – 6500°K
LED	2200°K – 6500°K
Bedeckter Himmel	5500°K – 5800°K
Klarer Himmel	6500°K – 7500°K
Polarlicht	15000°K – 20000°K

### Typische Lichtfarben

Warmweiß	2700°K - 3000°K
neutralweiß	4000°K
tageslichtweiß	5500°K

### Farbtemperatur

0 K = absoluter Nullpunkt = -273°C

0°C = 273 K

Die Kelvinskala entspricht der um 273°  
reduzierten Celsiuskala



## Lichtfarbe

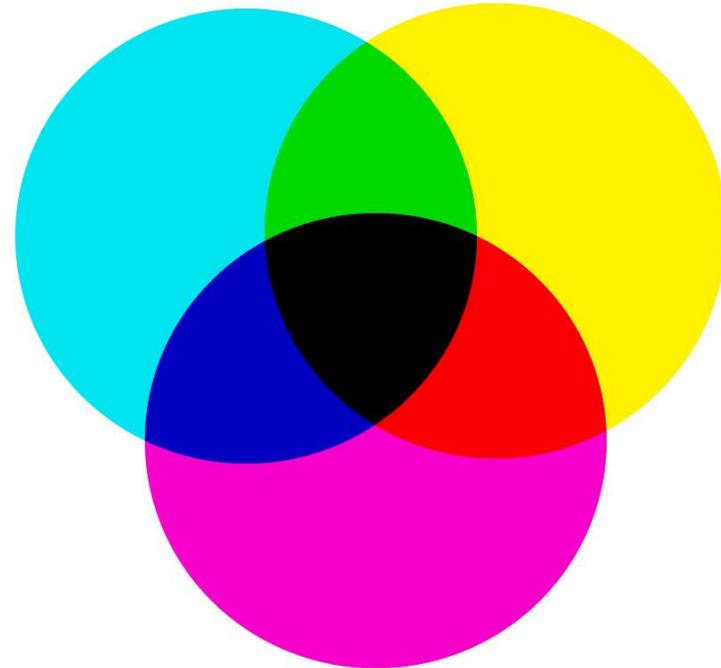
### Subtraktive Farbmischung

Die subtraktive oder Körperfarbenmischung ist die Art Farbmischung die mittels eines Malkastens erzeugt werden kann.

Die Körperfarbmischung (CMYK) bezieht sich also auf die Aufsichts-Reflektion der Farben eines Körpers oder eines Bildes.

Alle drei Grundfarben zusammengemischt ergeben schwarz

Die Bezeichnung "Subtraktive Farbmischung", meint das dunkler werden, weniger Licht reflektieren, beim zusammen mischen.



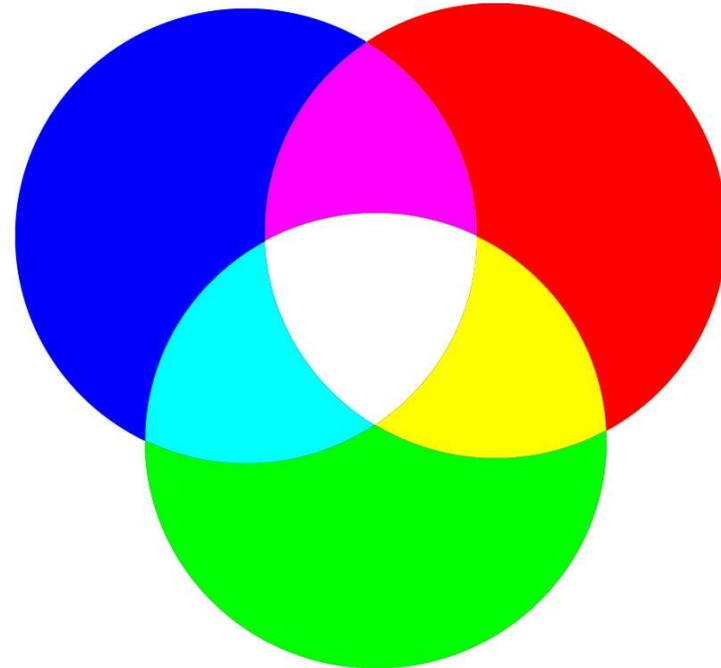
## Lichtfarbe

### Additive Farbmischung

Die additive Farbmischung stellt die Mischung der Grundfarben des natürlichen Lichts dar. Sie kann also nur durch eine Lichtquelle/Projektion dargestellt werden.

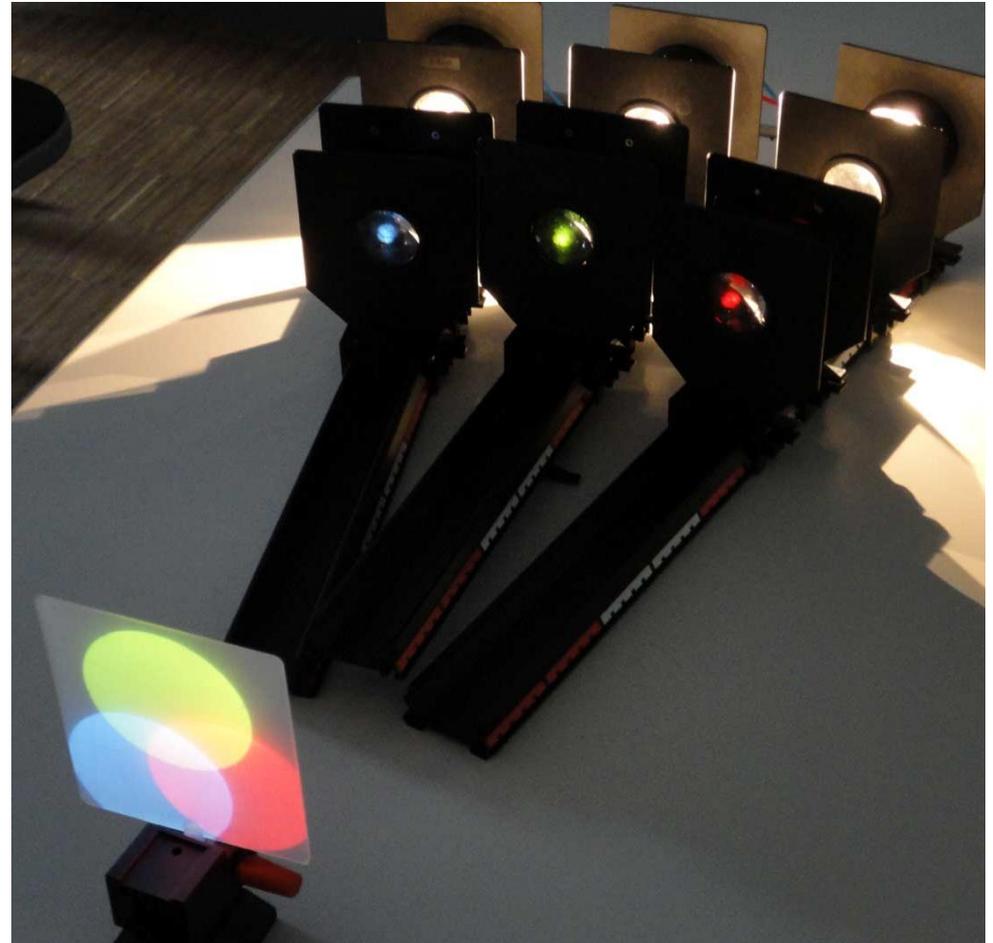
Werden die Grundfarben Rot, Grün, Blau ( RGB) übereinander projiziert entsteht weißes bzw. farbloses Licht.

Die Bezeichnung "Additive Farbmischung" meint ansteigende Helligkeit, ( mehr Licht ) durch Mischung.

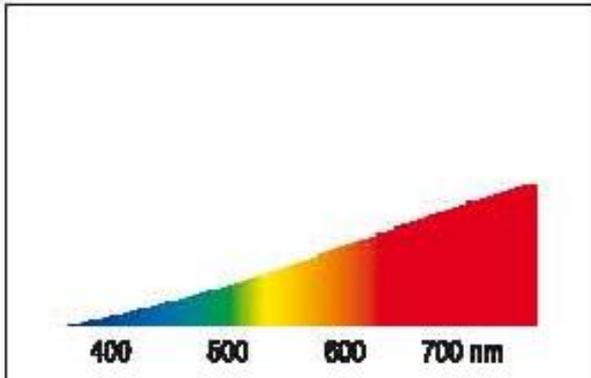


## Lichtfarbe

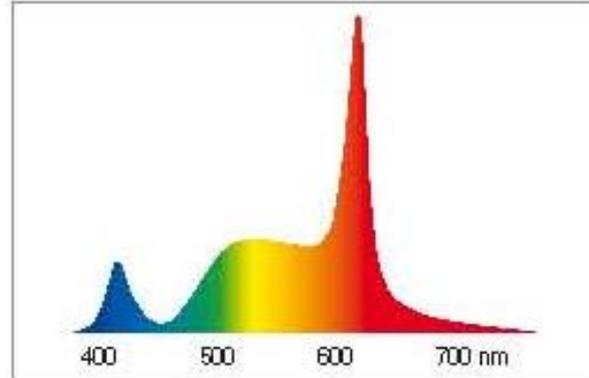
**Versuch zur additiven Farbmischung**  
Rotes, grünes und blaues Licht ergibt  
In der Mischung weißes Licht.



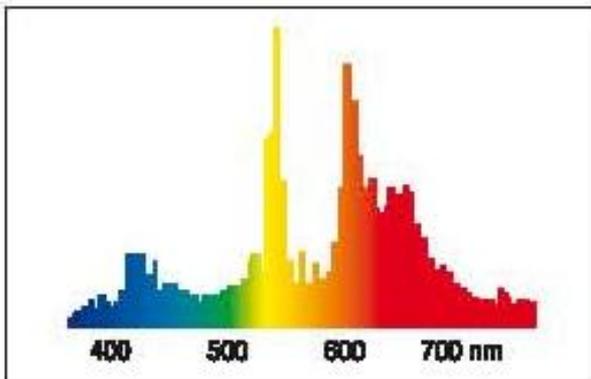
## Gütemerkmale von Lampen Farbwiedergabe



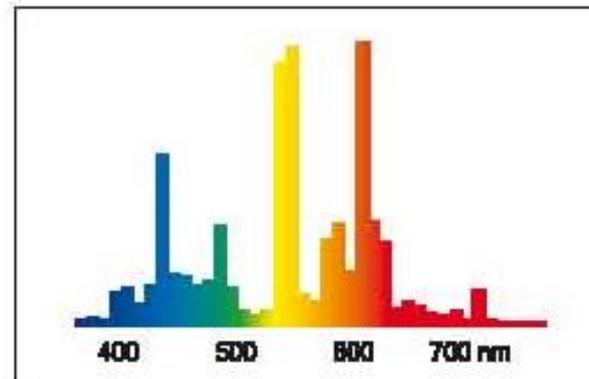
Spektralkurve: Niedervolt-Halogenglühlampe



Spektralkurve: LED mit 2.700 K und  $R_a > 90$



Spektralkurve: Halogen-Metaldampflampe



Spektralkurve: Leuchtstofflampe LF 840

## Gütemerkmale von Lampen

### Farbwiedergabe

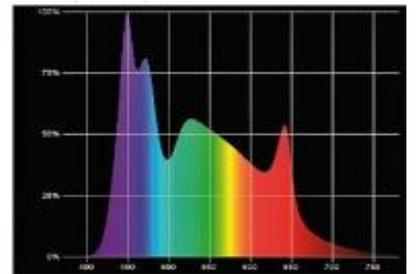
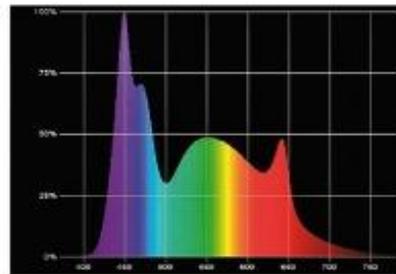
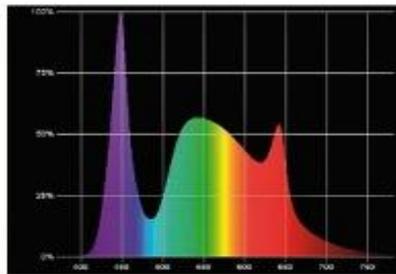
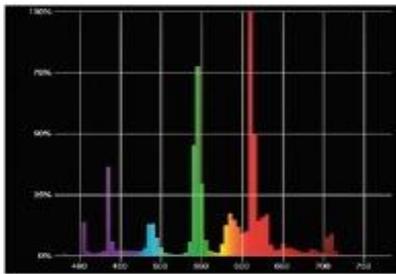
Die Farbwiedergabe ist die Eigenschaft einer Lichtquelle, Oberflächenfarben (8 Testfarben R1 bis R8) so getreu wie möglich im Vergleich zu einer Referenzlichtquelle wiederzugeben. Sie wird gekennzeichnet durch den Farbwiedergabeindex Ra. (engl.: Colour Rendering Index CRI).

Für die beste Farbwiedergabe steht der  $R_a = 100$ . Lichtquellen werden in Farbwiedergabestufen eingeteilt:

$R_a > 90$  sehr gute Farbwiedergabe

$R_a > 80$  gute Farbwiedergabe

<b>R<sub>1</sub></b>	Altrosa		<b>R<sub>5</sub></b>	Türkisblau	
<b>R<sub>2</sub></b>	Senfgelb		<b>R<sub>6</sub></b>	Himmelblau	
<b>R<sub>3</sub></b>	Gelbgrün		<b>R<sub>7</sub></b>	Asterviolett	
<b>R<sub>4</sub></b>	Hellgrün		<b>R<sub>8</sub></b>	Fliederviolett	
<hr/>					
<b>R<sub>9</sub></b>	Rot		<b>R<sub>12</sub></b>	Blau	
<b>R<sub>10</sub></b>	Gelb		<b>R<sub>13</sub></b>	Hautfarbe	
<b>R<sub>11</sub></b>	Grün		<b>R<sub>14</sub></b>	Blattgrün	



## Farbqualität

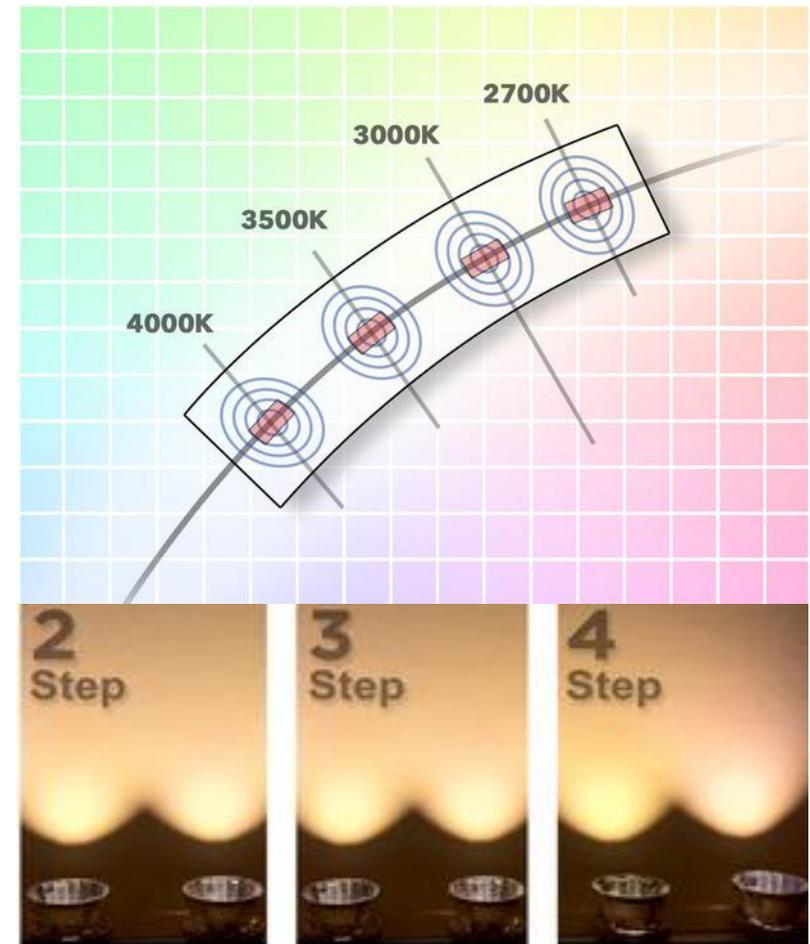
### Weislichtqualität und Binning

Led's weisen nach der Herstellung unterschiedliche Merkmale bezüglich Intensität, Farbtemperatur und Farbort auf. Die Eigenschaften werden gemessen und einer Gruppe gleicher Merkmale, Bins ( Topf ) zugeordnet.

Durch die Verwendung bestimmter Binning-Gruppen werden die Farb- und Helligkeitstoleranzen bestimmt.

MacAdams Ellipsen beschreiben die Farbabstände auf den xy-Koordinaten der Normfarbtafel.

- 1-Step MacAdams, gerade wahrnehmbar
- 2-Step McAdams für höchste Ansprüche
- 3-Step McAdams für Downlights und Strahler
- 4-Step McAdams ausreichend bei Lichtflächen und breitstrahlenden Leuchten



## Leuchten

## Leuchten

Varianten:

### **Decke**

Downlight

Wandfluter

Deckenaufbau

Sraher

Vouten

Lichtflächen

Pendelleuchte

Pendelraster

Pendel direkt/indirekt

### **Wand**

Wandanbaustrahler indirekt

Wandleuchte

Evolventenstrahler ( Boden )

### **Boden**

Bodenleuchte

Stehleuchte

Direkt-Indirekt-Stehleuchte

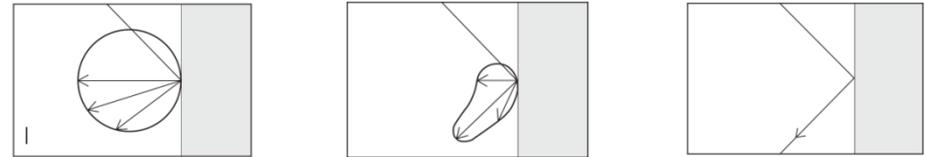
## **h\_da**



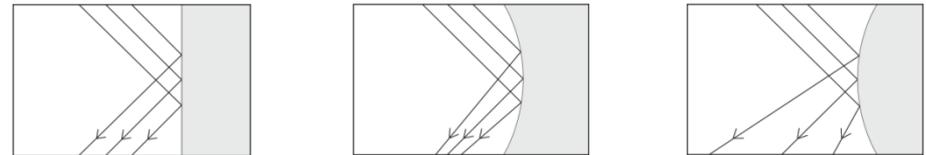
**Lichtlenkung**

**Reflexion und Transmission**

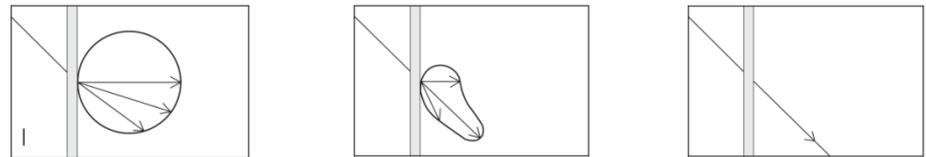
Lichtstärkeverteilung bei diffuser, gemischter und spiegelnder Reflexion



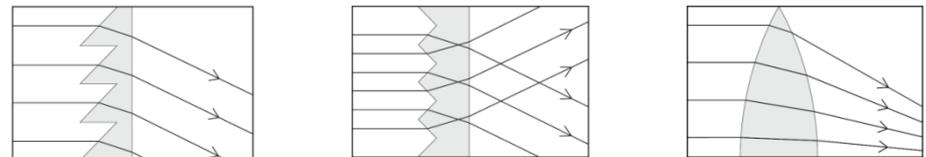
Spiegelnde Reflexion bei planen, konkaven und konvexen Oberflächen



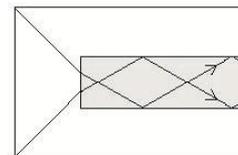
Lichtstärkeverteilung bei diffuser und gemischter Transmission, sowie gerichteter Transmission durch klares Material



Lichtdurchtritt durch asymmetrische und symmetrische Prismenraster und Sammellinse

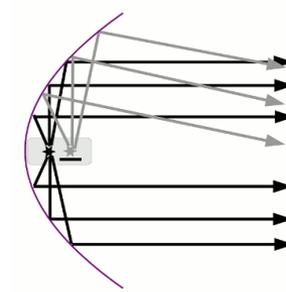


Totalreflektion: Beim Übergang eines Lichtstrahls in ein Medium geringerer Dichte existiert ein Grenzwinkel ab dem der Lichtstrahl im dichteren Medium reflektiert wird

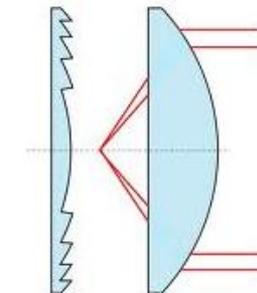


# Lichtlenkung Reflexion und Transmission

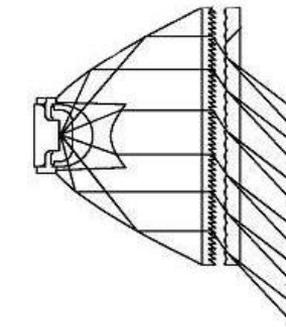
Reflektor



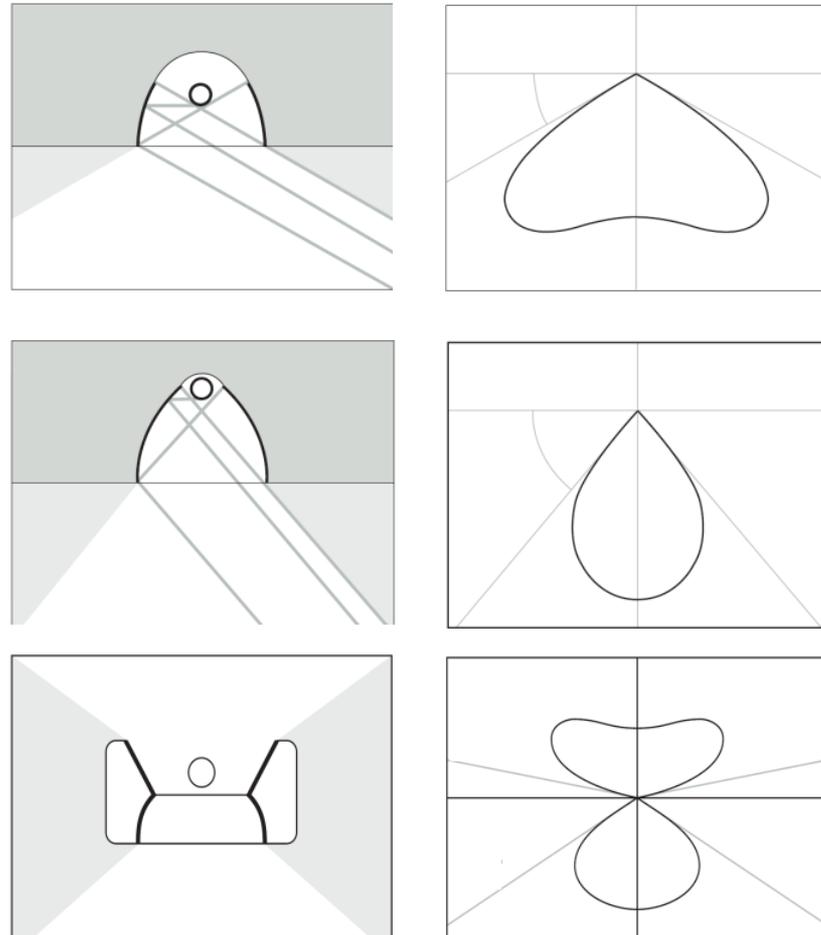
Linse



Kollimator

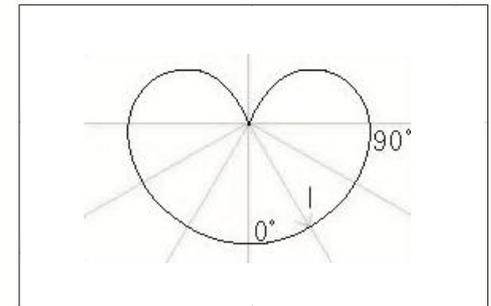
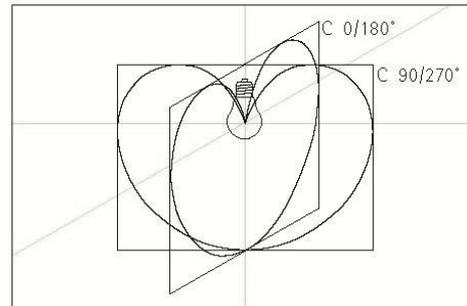


Lichtstärkeverteilung

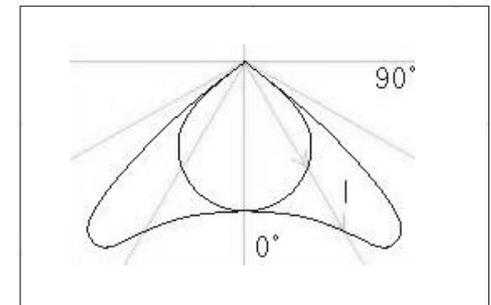
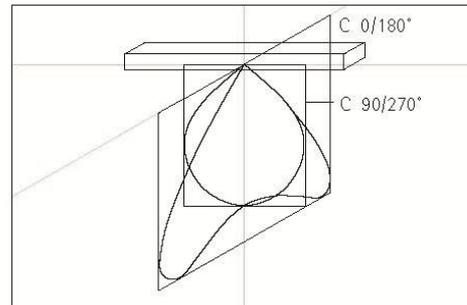


## Lichtstärkeverteilung

Lichtstärkeverteilungskörper einer rotations-symmetrisch abstrahlenden Lichtquelle. Ein Schnitt in der C-Ebene durch diesen Lichtstärkeverteilungskörper ergibt die Lichtstärkeverteilungskurve.



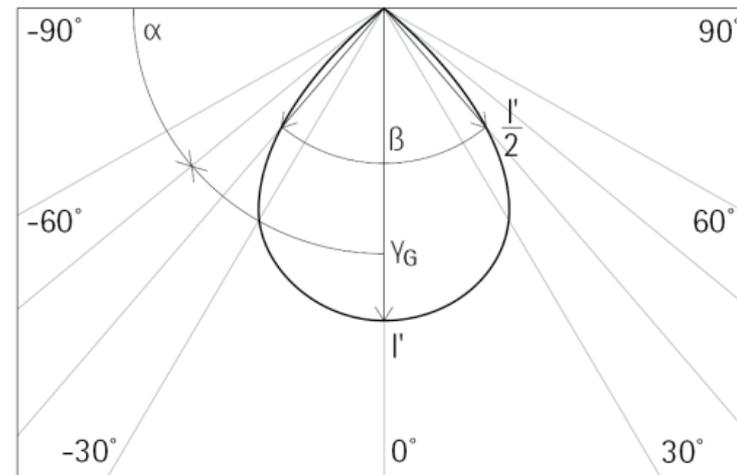
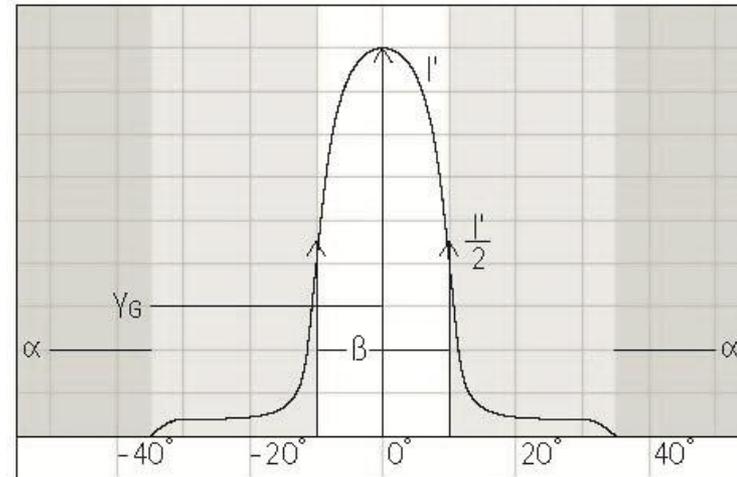
Lichtstärkeverteilungskörper und Lichtstärkeverteilungskurven (Ebenen  $C\ 0/180^\circ$  und  $C\ 90/270^\circ$ ) einer achsensymmetrisch abstrahlenden Leuchte



## Lichtstärkeverteilung

Auf 1000 lm normierte Lichtstärkeverteilungskurve dargestellt in Polarkoordinaten und kartesischen Koordinaten.

Der Winkelbereich innerhalb dessen die maximale Lichtstärke  $I'$  auf  $I'/2$  abnimmt, kennzeichnet den Ausstrahlungswinkel  $\beta$ . Der Abstrahlwinkel  $\alpha$  ergänzt den Grenzausstrahlwinkel  $Y_G$  zu  $90^\circ$



Polarkoordinaten Diagramm

Blendungsbewertung

Güteklasse	Blendungsgrad	Anteil (in %) der gerade nicht gestörten Beobachter	Leuchtdichte-Grenzkurve für die (Nenn-) Beleuchtungsstärke in lx								
			1000	750	500	-	≤300	-	-	-	
A	1,15	75	1000	750	500	-	≤300	-	-	-	
1	1,5	65	2000	1500	1000	750	500	≤300			
2	2,2	45					2000	1000	500	≤300	
3	2,55	35						2000	1000	500	≤300
<b>UGR-Genzwert</b>			13	16	19			22	25	28	

UGR-Verfahren

Für die Bewertung der (psychologischen) Direktblendung wird das vereinheitlichte UGR-Verfahren (unified glare rating) herangezogen. Diese berücksichtigt alle Leuchten einer Anlage, die zum Blendeindruck beitragen. Die UGR-Werte werden mittels der Formel  $UGR = \log_{10} \left( \frac{0,25}{L_b} \sum \frac{\bar{L}^2 \cdot \Omega}{\rho^2} \right)$  errechnet. Auf Datenblättern werden UGR-Referenzwerte für einen Referenzraum in verschiedenen Raumgrößen angegeben.

UGR-Grenzwerte

- ≤ 16 Technisches Zeichnen
- ≤ 19 Lesen, Schreiben, Schulen, Besprechungen, Arbeiten am Computer
- ≤ 22 Industrie und Handwerk
- ≤ 25 Grobe Arbeiten in der Industrie
- ≤ 28 Bahnsteige, Hallen

## Vorgaben ASR Arbeitsstättenrichtlinie

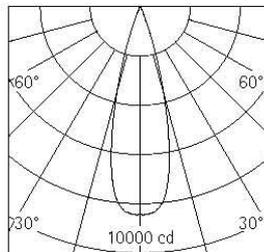
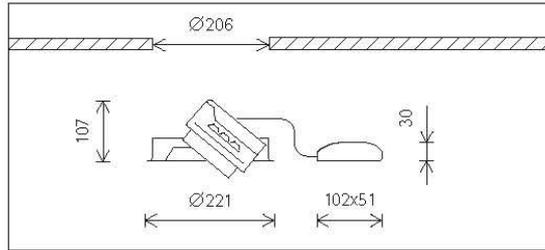
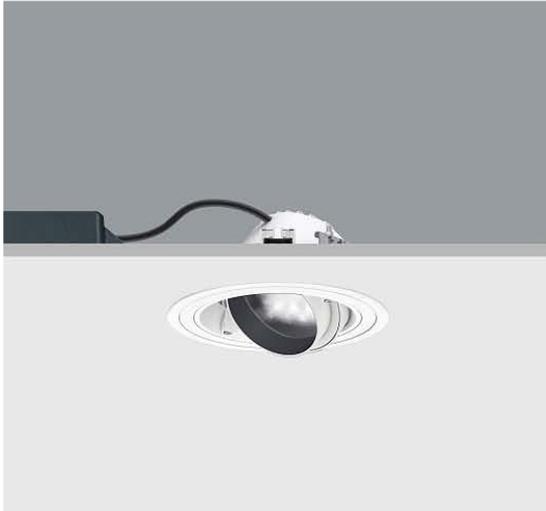
### Art des Innenraums, der Aufgabe oder Tätigkeit

Verkehrszonen und allgemeine Bereiche in Gebäuden		$E_m$	$UGR_L$	$U_o$	$R_a$
Verkehrszonen innerhalb von Gebäuden	Verkehrsflächen und Flure	100	28	0,4	40
	Treppen, Rolltreppen, Fahrbänder	100	25	0,4	40
	Aufzüge, Lifte	100	25	0,4	40
	Laderampen, Ladebereiche	150	25	0,4	40
Pausen-, Sanitär- und Erste-Hilfe-Räume	Kantinen, Teeküchen	200	22	0,4	80
	Pausenräume	100	22	0,4	80
	Räume für körperliche Ausgleichsübungen	300	22	0,4	80
	Garderoben, Waschräume, Bäder, Toiletten	200	25	0,4	80
	Sanitätsräume	500	19	0,6	80
	Räume für medizinische Betreuung	500	16	0,6	90
Kontrollräume	Räume für haustechnische Anlagen, Schaltgeräte Räume	200	25	0,4	60
	Telex- und Posträume, Telefon-Vermittlungsplätze	500	19	0,6	80
Lager- und Kühlräume	Vorrats- und Lagerräume	100	25	0,4	60
	Versand- und Verpackungsbereiche	300	25	0,6	60
<b>Büros</b>		$E_m$	$UGR_L$	$U_o$	$R_a$
	Ablegen, Kopieren usw.	300	19	0,4	80
	Schreiben, Schreibmaschineschreiben, Lesen, Datenverarbeitung	500	19	0,6	80
	Technisches Zeichnen	750	16	0,7	80
	CAD-Arbeitsplätze	500	19	0,6	80
	Konferenz- und Besprechungsräume	500	19	0,6	80
	Empfangstheken	300	22	0,6	80
	Archive	200	25	0,4	80

ERCO

# Quintessence Einbaustrahler

mit bündiger Kassette



h(m)	E(x)	D(m)
1	8444	0.50
2	2111	1.00
3	938	1.50
4	528	1.99
5	338	2.49

40043.000  
 LED 18W 2475lm 4000K Neutralweiß  
 Schaltbar  
 Version 6  
 Überdeckendes Einbaudetail  
 Spherolitlinse flood

**Produktbeschreibung**  
 Gehäuse: Aluminiumguss, mit Verbindungsleitung L 850mm. 0°-40° schwenkbar, 360° drehbar. Dreh- und Schwenkwinkel feststellbar.  
 Bündige Kassette: Kunststoff, weiß.  
 Einbauring: Größe 7, Kunststoff, weiß (RAL9002). Befestigung für Deckenstärken 1-30mm.  
 Inklusive Betriebsgerät: 2polige Anschlussklemme.  
 LED-Modul: Hochleistungs-LEDs auf Metallkern-Leiterplatte. Kollimatoptik aus optischem Polymer.  
 Blendschutzring: Aluminiumguss, innen schwarz lackiert, außen weiß (RAL9002) pulverbeschichtet.  
 Gewicht 1,30kg

**Technische Daten**

Leuchtenlichtstrom	1920lm
Anschlussleistung	20W
Lichtausbeute	96lm/W
Farbtoleranz	2 SDCM
Farbwiedergabeindex	Ra>80
Lichtstromerhalt	L90/B10 ≤50000h
LED failure rate	0,1% ≤50000h
Dimmbereich	--
Dimmmethode	--
LMF	D
Energieeffizienzklasse	EEL A++
Standbyleistung pro Betriebsgerät	--
Leuchten pro Sicherungsautomat B16	60

## PLANUNGSPRAXIS

## Leistungen der Beleuchtungsplanung gem. HOAI

HOAI = Honorarordnung für Architekten und Ingenieure  
Relevant ist Bereich Technischer Ausbau § 53-56

LP 1	Grundlagenermittlung	2%		KONZEPTION 30 %
LP 2	Vorplanung	9%		
LP 3	Entwurfsplanung	17%		
LP 4	Genehmigungsplanung	2%		
LP 5	Ausführungsplanung	22%		PLANUNG 34 %
LP 6	Vorbereitung der Vergabe	7%		
LP 7	Mitwirkung bei der Vergabe	5%		
LP 8	Objektüberwachung	35%		AUSFÜHRUNG 36 %
LP 9	Dokumentation	1%		

## KONZEPTION

### Analyse

Neubau, Bestand

Tageslicht, Kunstlicht

Funktion

Gesetzliche Vorgaben

Vorgaben des Bauherrn

### Recherche

ähnliche Projekte

geeignete Produkte

Innovation

### Kreation

Erfahrung

Motivation

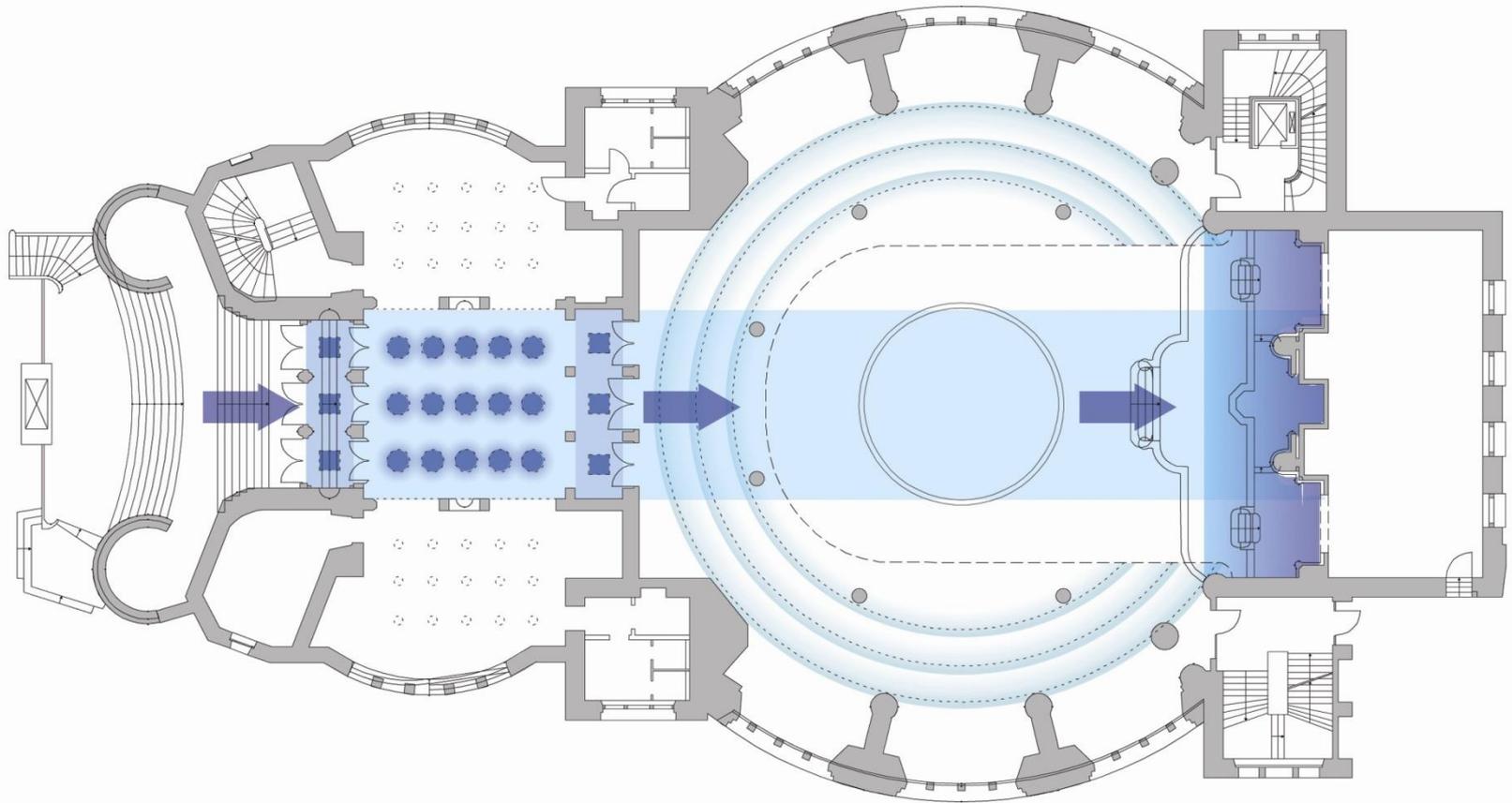
Kreativität

### Präsentation

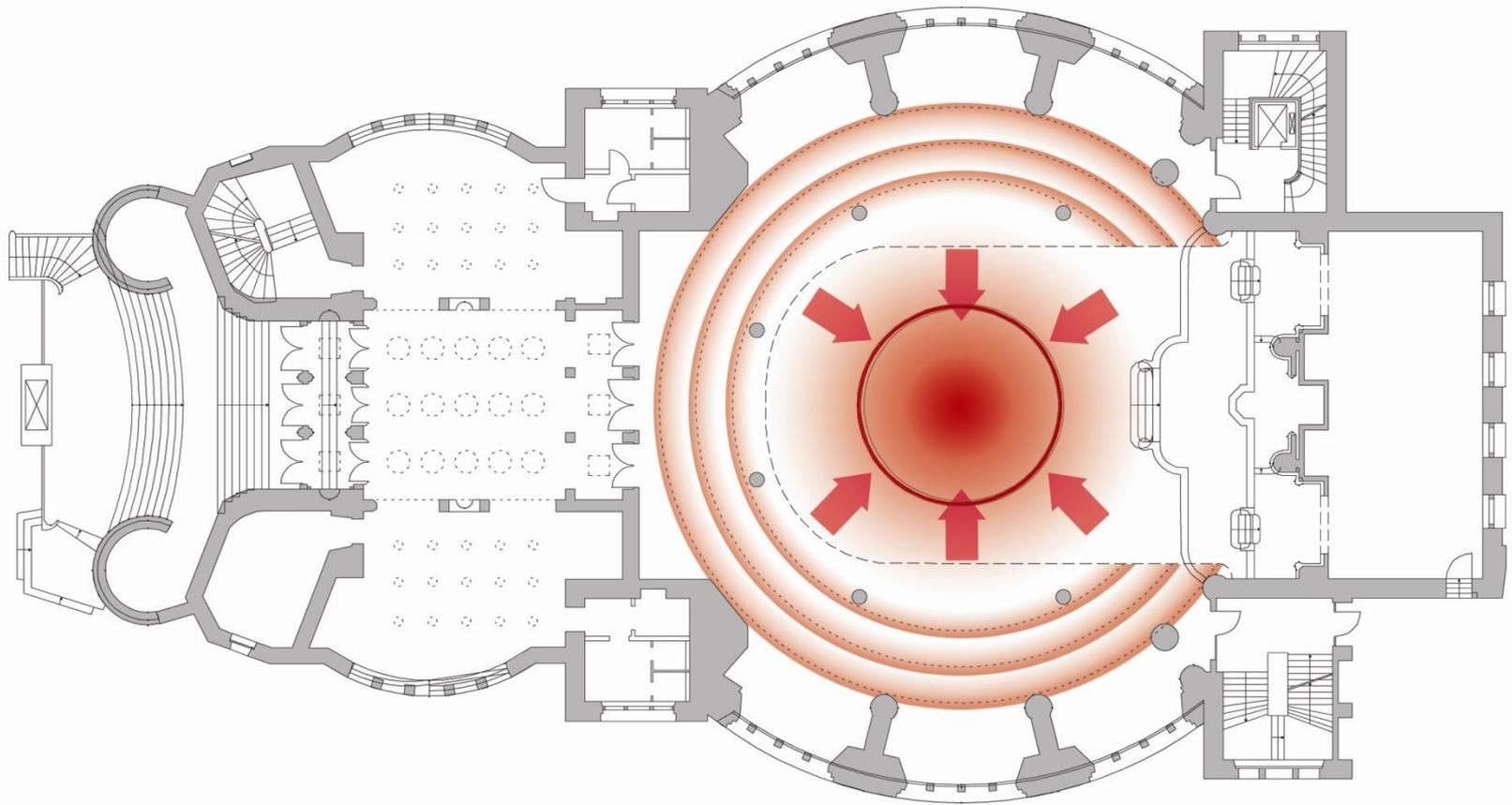
Vermitteln der Konzeption

## Darstellen von Lichtkonzepten

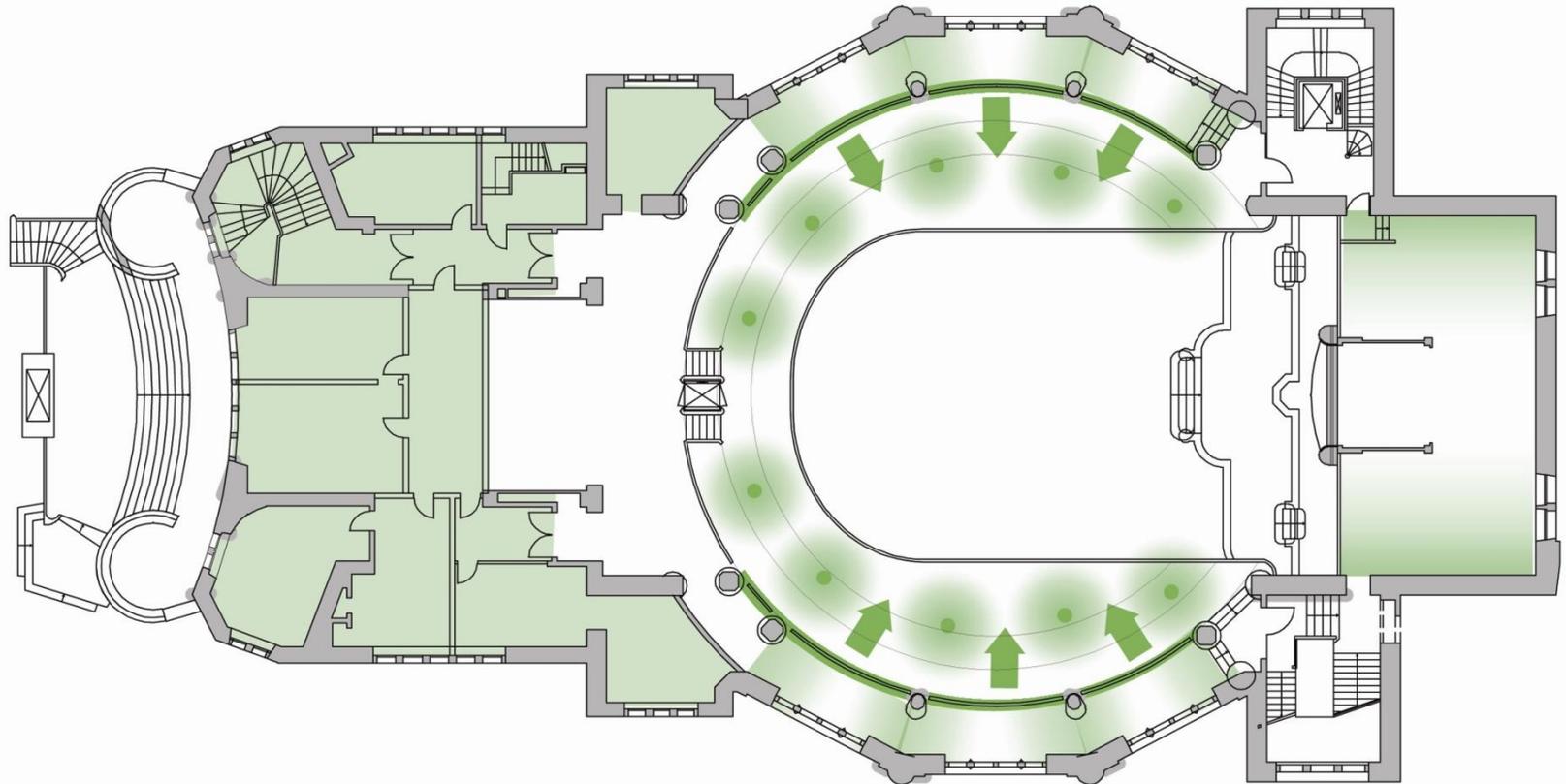
## Darstellen von Lichtkonzepten



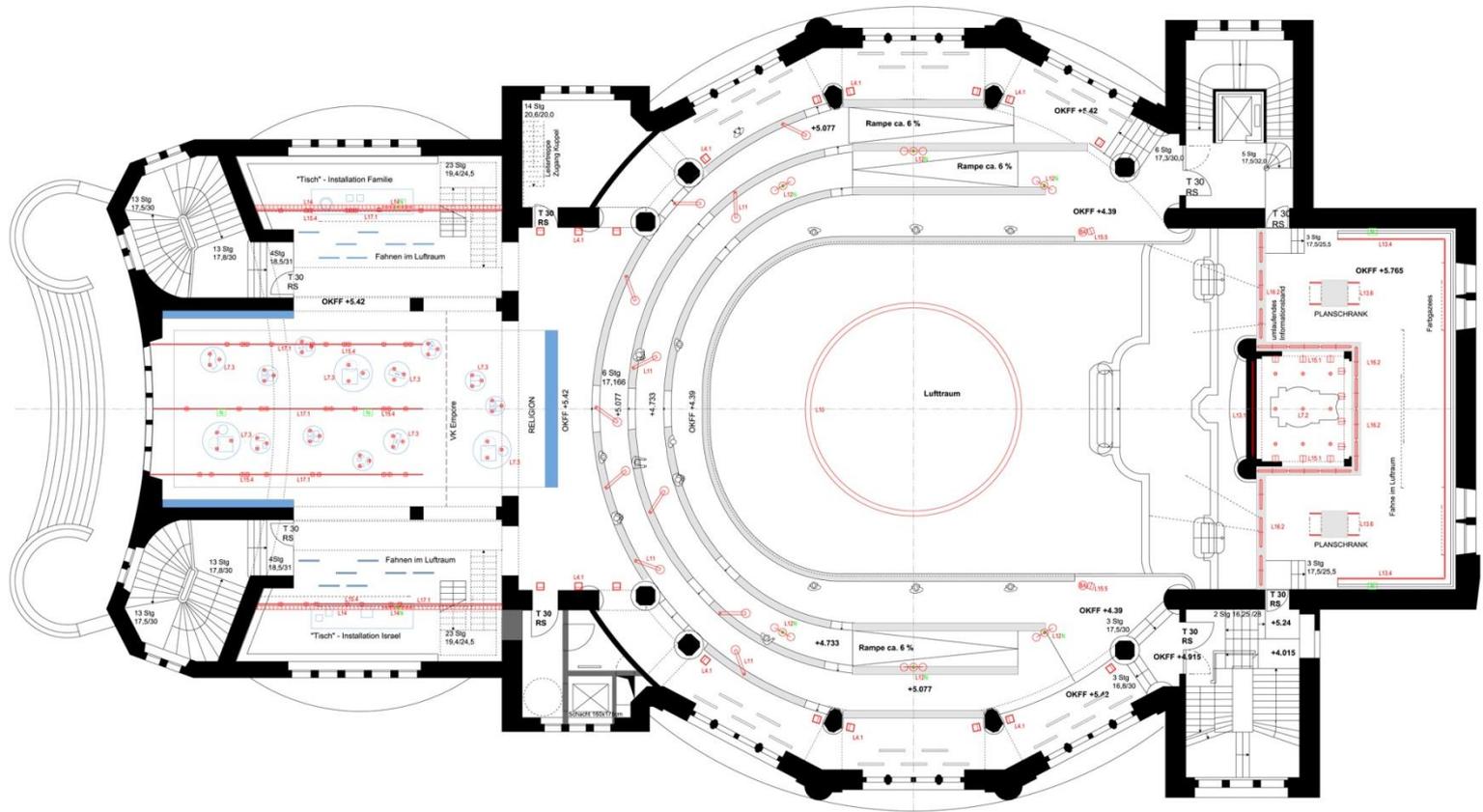
## Darstellen von Lichtkonzepten



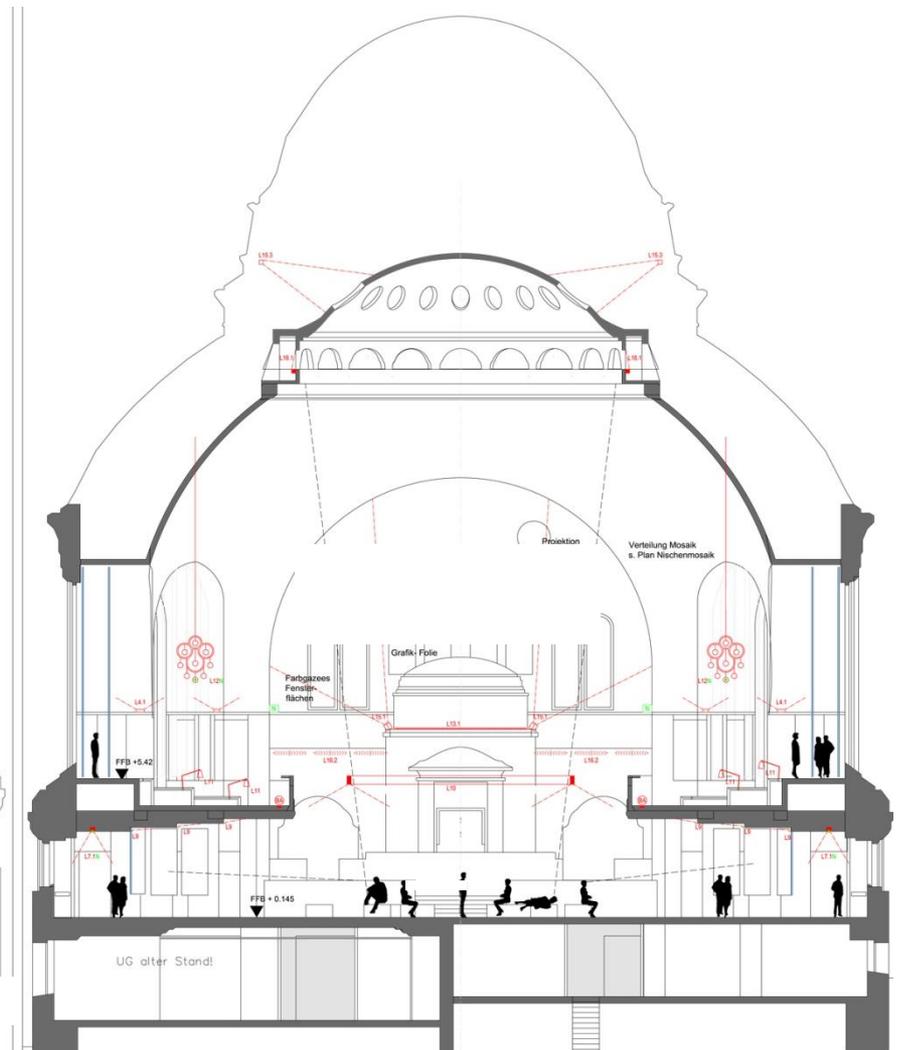
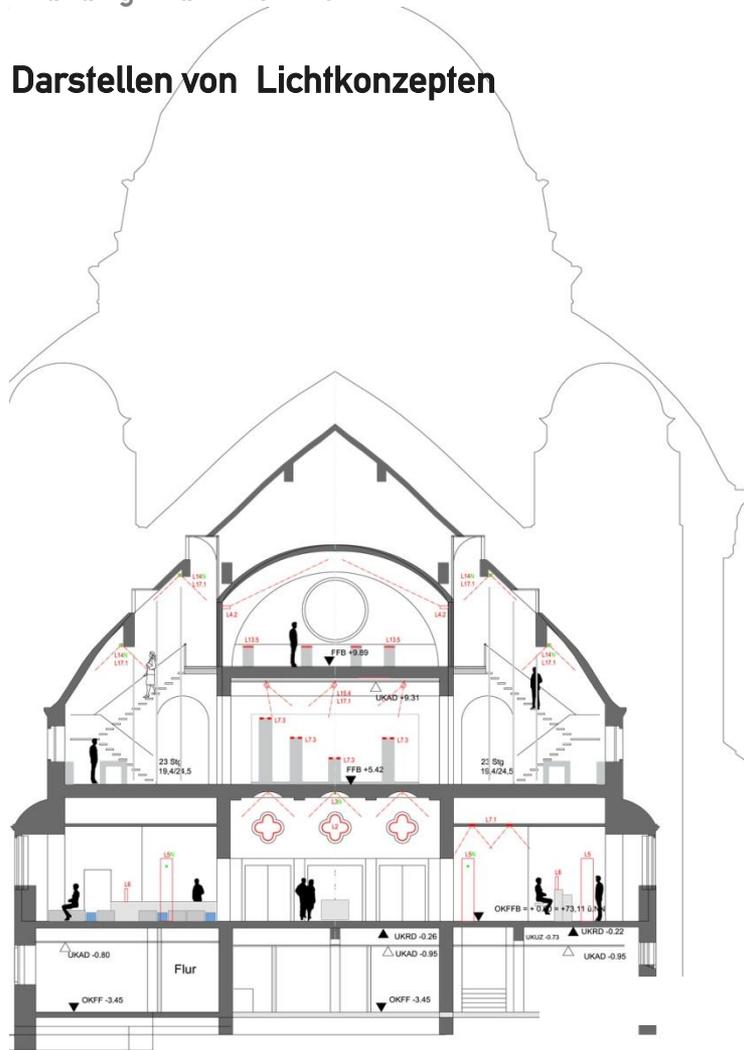
## Darstellen von Lichtkonzepten



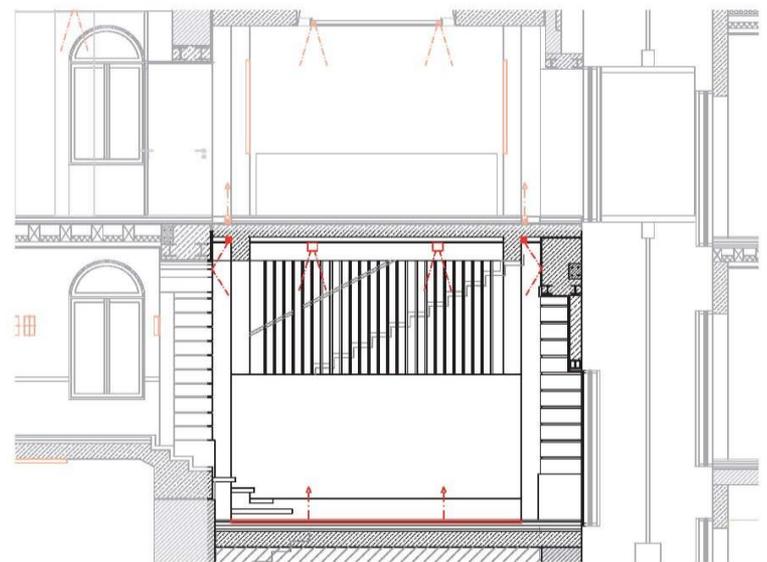
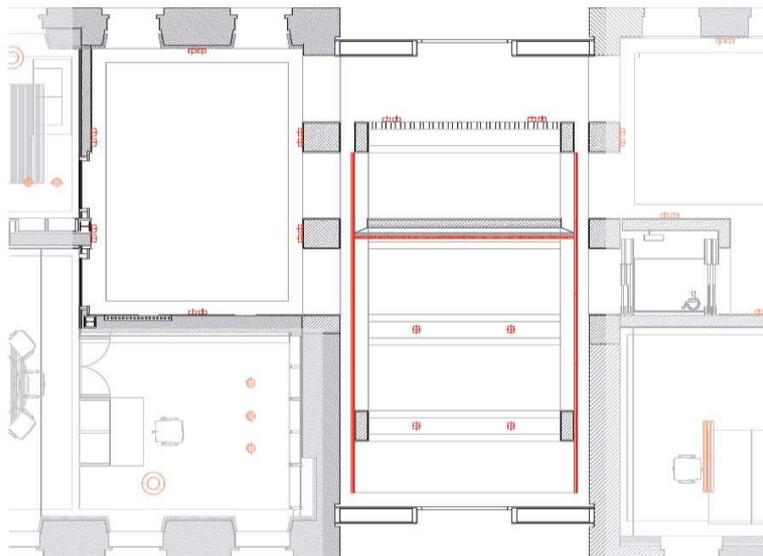
# Darstellen von Lichtkonzepten



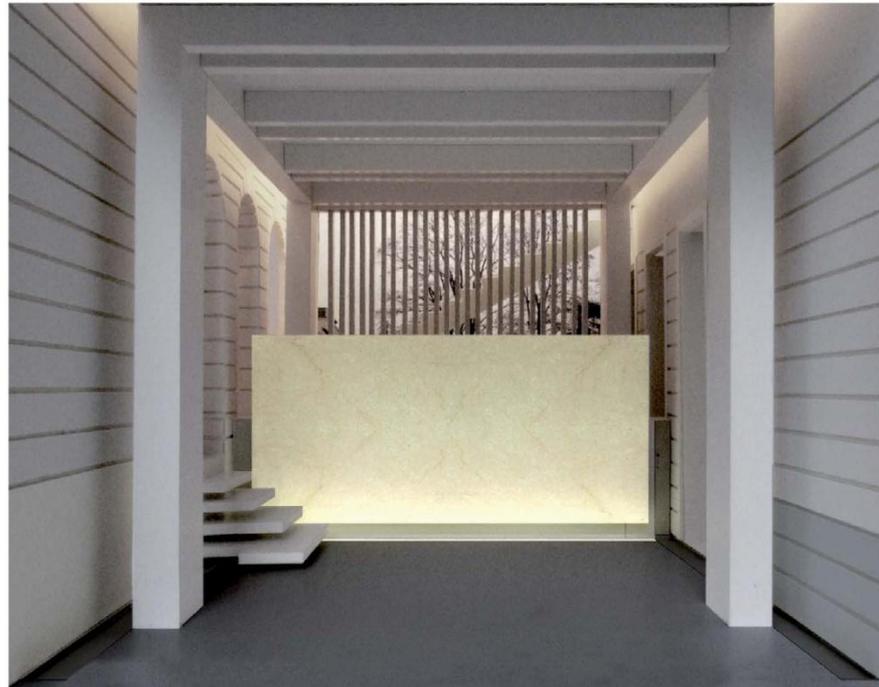
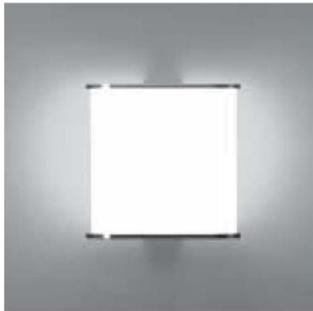
# Darstellen von Lichtkonzepten



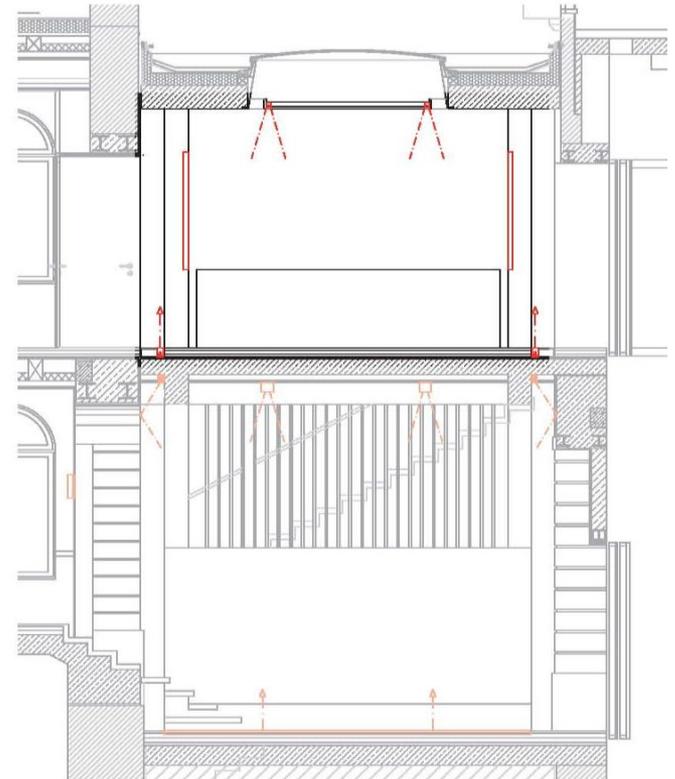
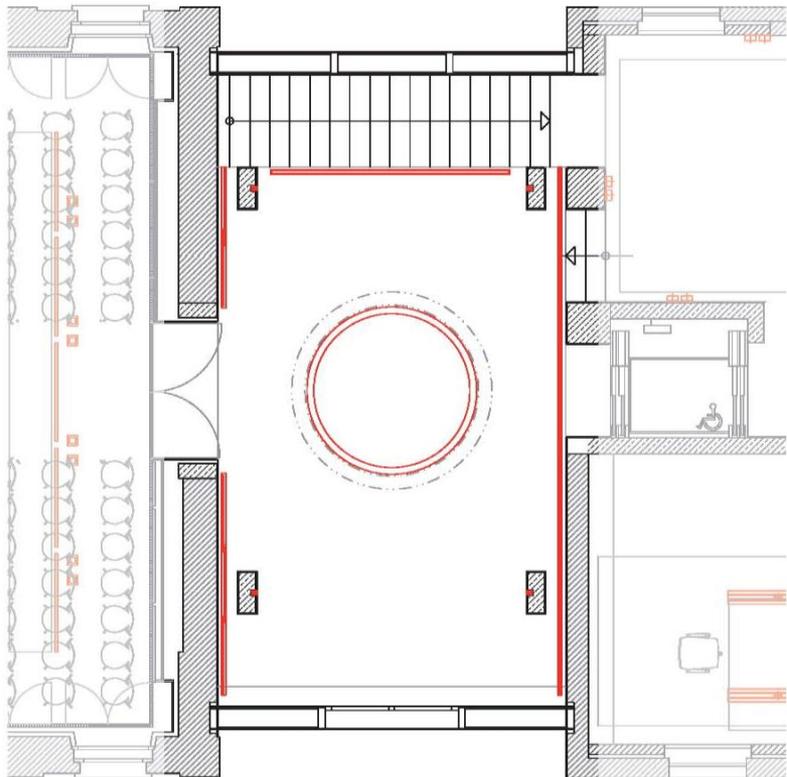
## Darstellen von Lichtkonzepten



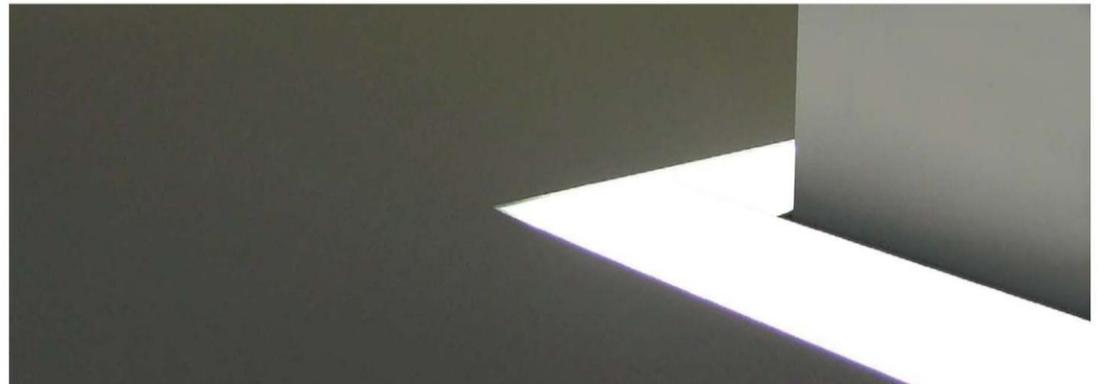
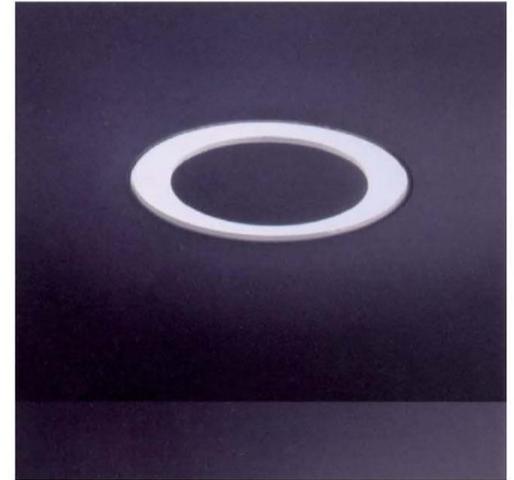
## Darstellen von Lichtkonzepten



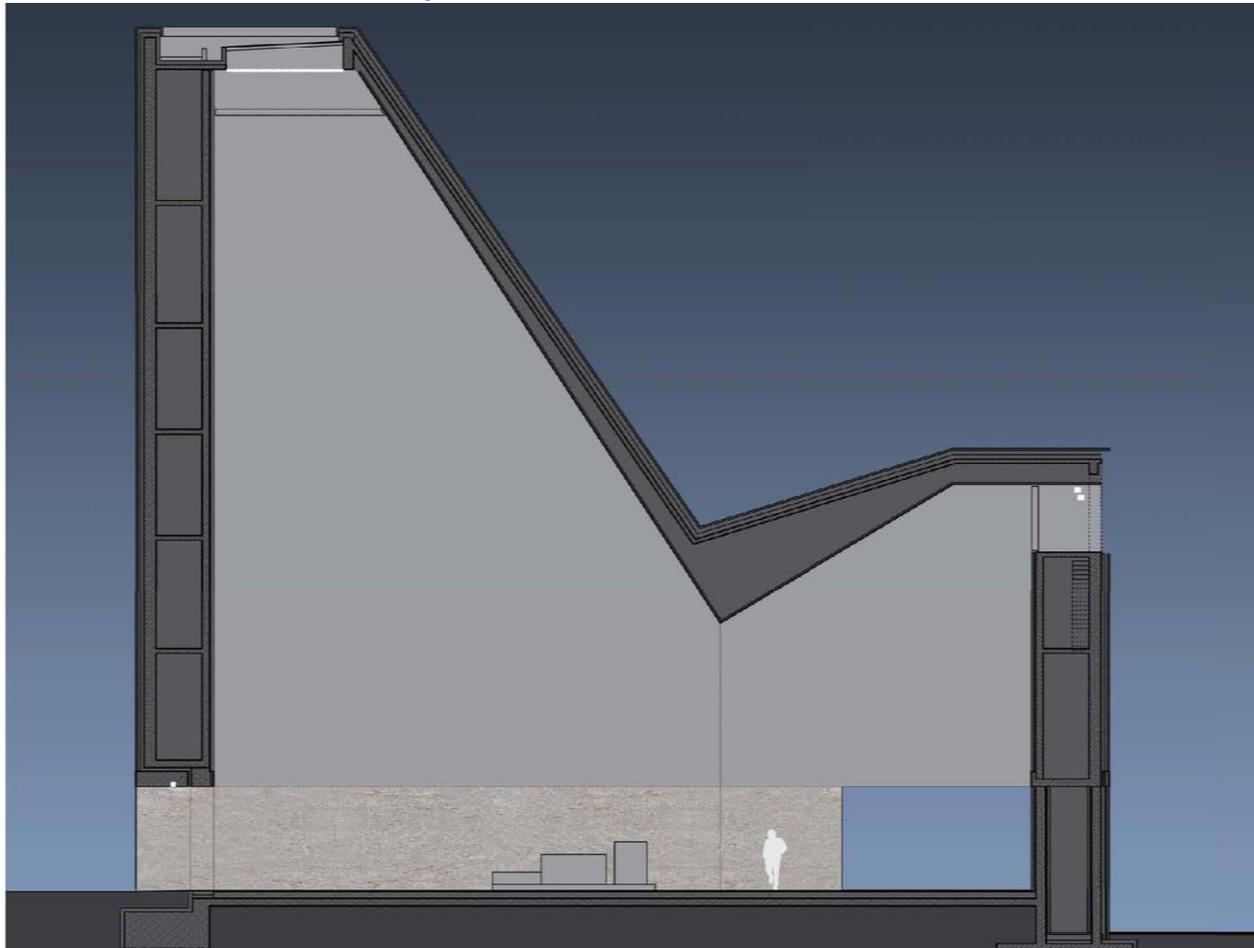
## Darstellen von Lichtkonzepten



## Darstellen von Lichtkonzepten



## Darstellen von Lichtkonzepten



## Darstellen von Lichtkonzepten



**h\_da**

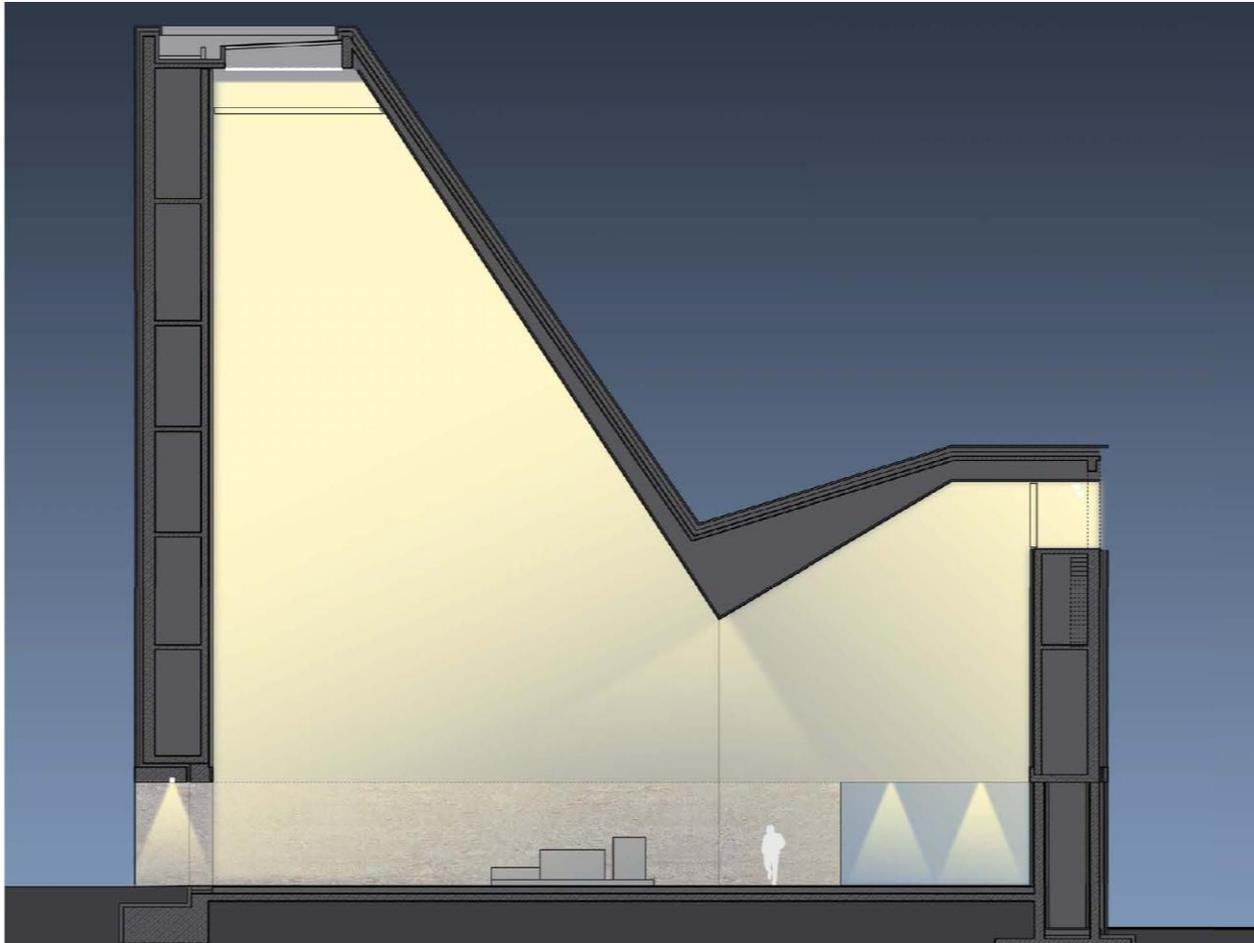
HOCHSCHULE DARMSTADT  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Prof. Matthias Friedrich

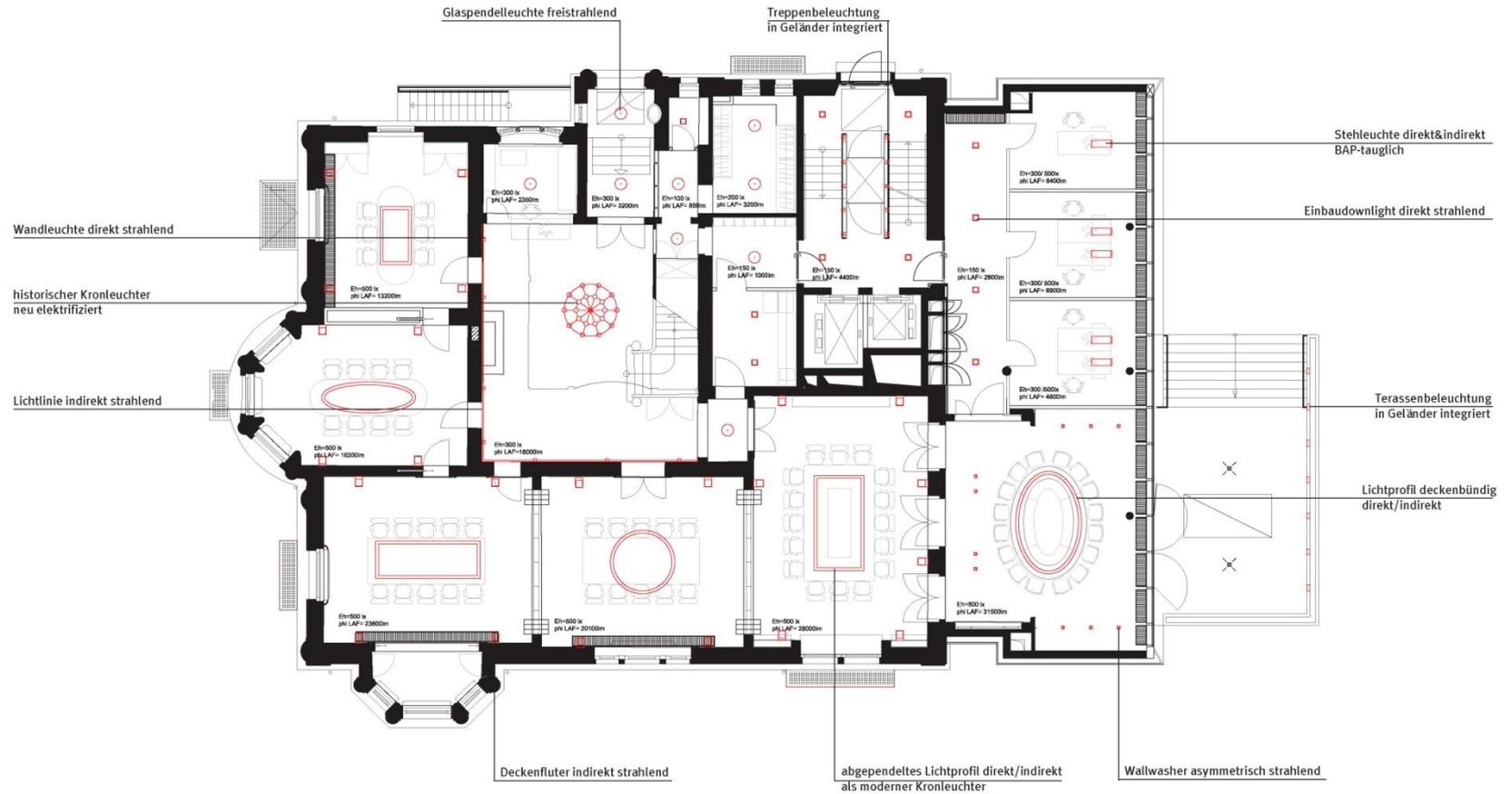
## Darstellen von Lichtkonzepten



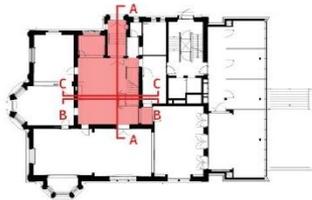
## Darstellen von Lichtkonzepten



# Darstellen von Lichtkonzepten



### Darstellen von Lichtkonzepten

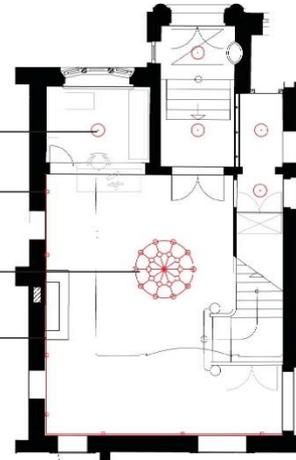


Glaspendelleuchte freistrahlend

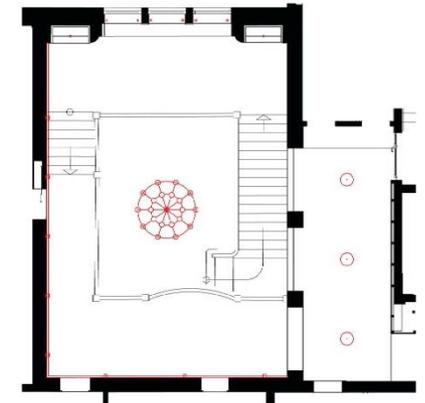
Wandleuchte direkt strahlend

historischer Kronleuchter  
neu elektrifiziert

Lichtlinie indirekt strahlend



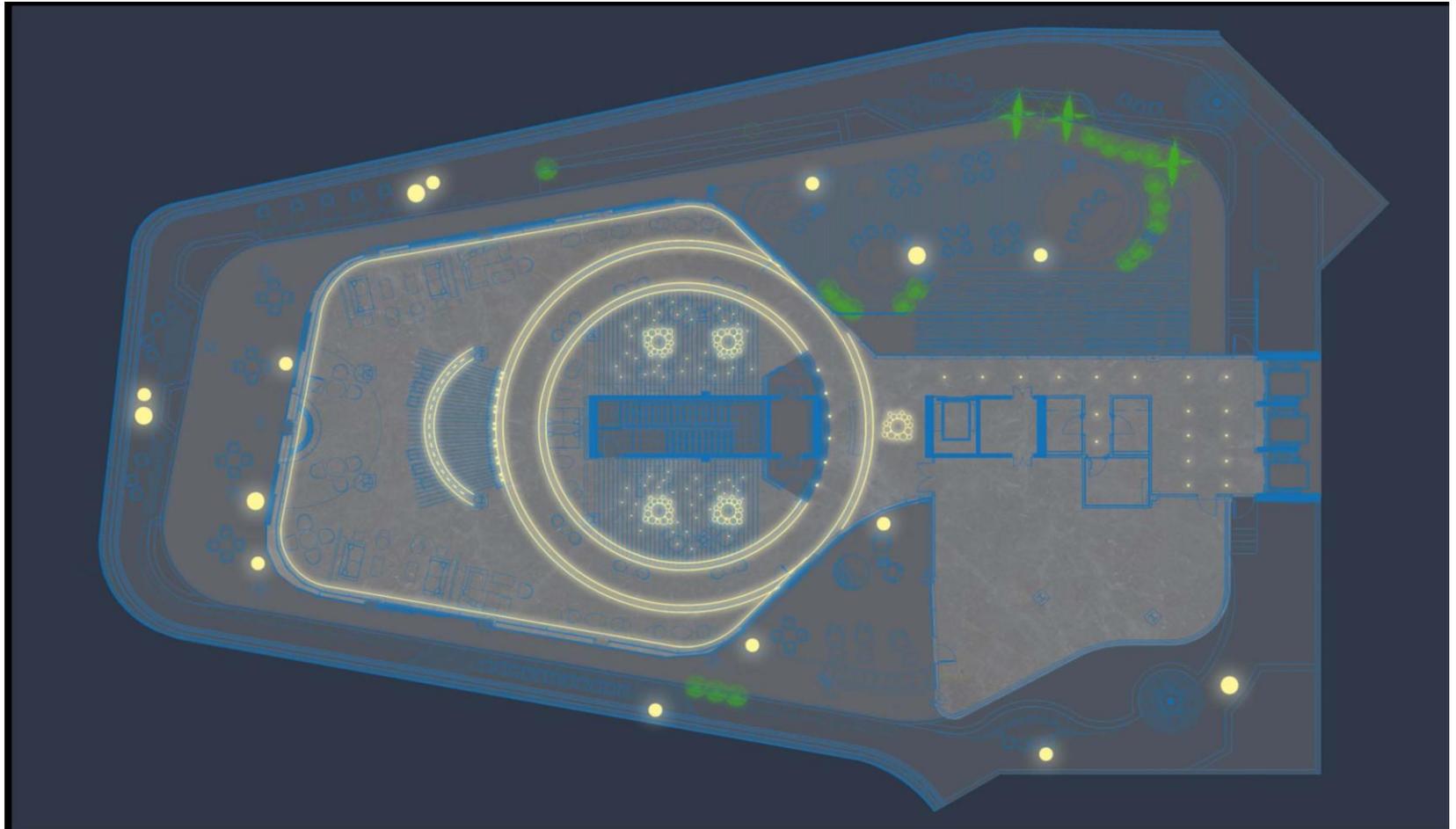
Grundrissausschnitt Halle EG



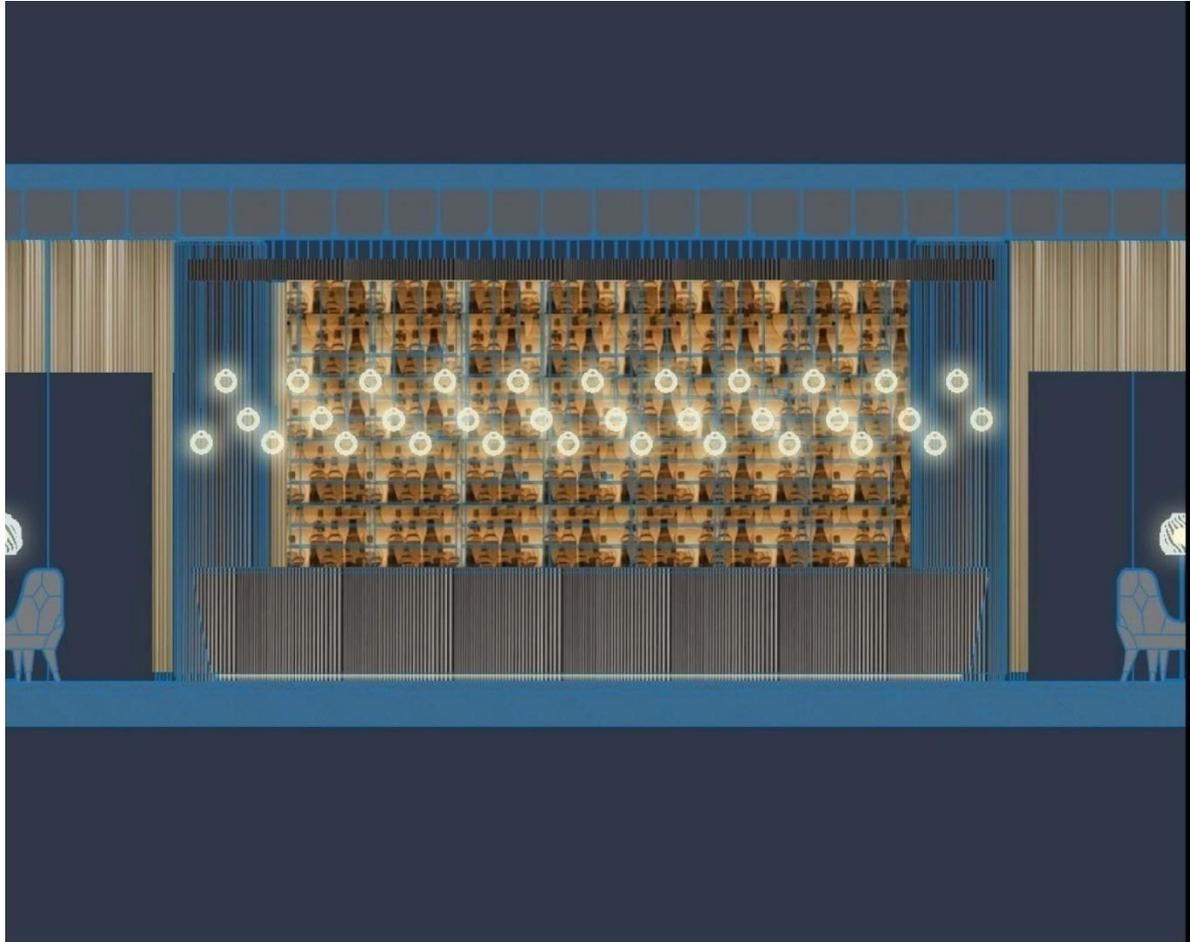
Grundrissausschnitt Halle OG1



## Darstellen von Lichtkonzepten



## Darstellen von Lichtkonzepten



LL01

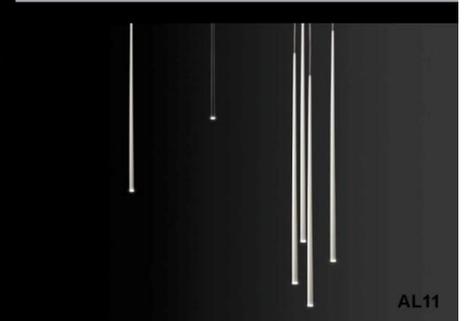
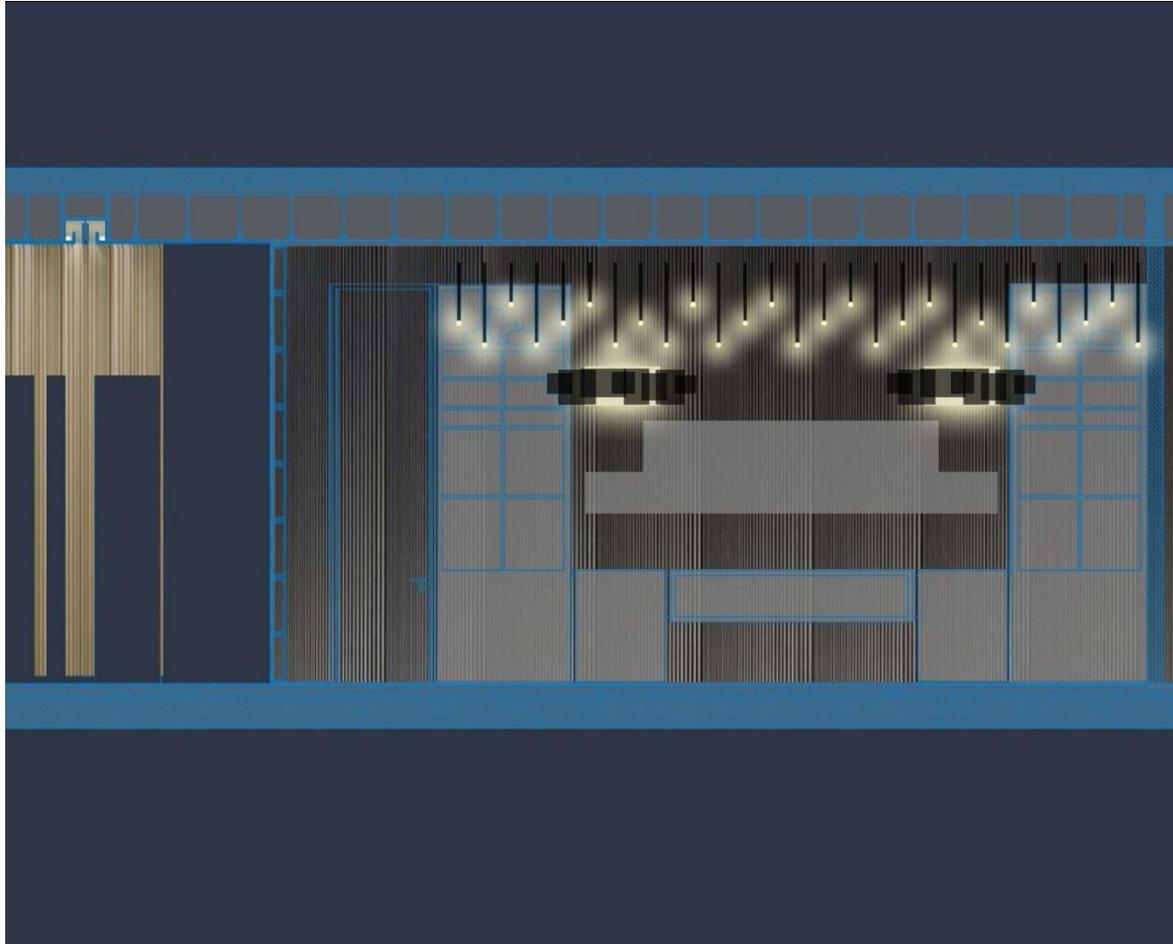


DL05



AL13

## Darstellen von Lichtkonzepten











## Darstellen von Lichtkonzepten



## PLANUNG

### **Auswahl von Leuchten**

Recherche

Entwicklung von Leuchten

### **Leuchtenanordnung**

Raumfunktion

Gestaltungsgesetze

Lichtverteilung

Berechnung

### **Planungsunterlagen**

Pläne

Leuchtenliste

Leuchtenbuch

LV

## Leuchtenrecherche

Zeitschriften

Fachmagazine

Referenzen

Augen offen halten

Messebesuch

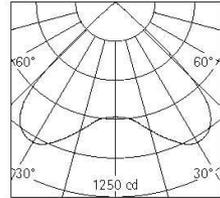
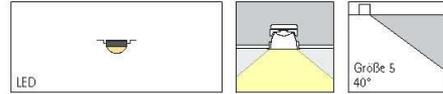
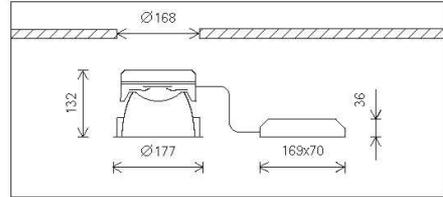
Kataloge

Onlineportale, z.B. architonic, stylepark, on-light



**h\_da**

HOCHSCHULE DARMSTADT  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



LED 24W 2520lm 3000K Warmweiß

C<sub>0</sub> 91°

**48026.000**  
LED 24W 2520lm 3000K Warmweiß  
DALI  
Version 1  
Überdeckendes Einbaudetail  
Diffusorlinse extra wide flood

**Produktbeschreibung**  
Gehäuse: Aluminiumguss, als Kühlkörper ausgebildet, mit Verbindungsleitung L 500mm. Befestigungsring: Kunststoff, schwarz.  
Einbau-ring: Kunststoff, weiß (RAL9002). Befestigung für Deckenstärken 1-30mm.  
Inklusive DALI Betriebsgerät. 4polige Steckleuchte.  
LED-Modul: Hochleistungs-LEDs auf Metallkern-Leiterplatte.  
SDCM <2. Ra >90. L80/B10 50000h.  
Diffusorlinse aus optischem Polymer.  
Darklightreflektor: Kunststoff, aluminiumbedampft, silber glänzend.  
Abblendwinkel 40°.  
Die Leuchte ist raumseitig gegen Spritzwasser geschützt.  
Gewicht 1,30kg

**Technische Daten**

Leuchtenlichtstrom	1814lm
Anschlussleistung	30W
Lichtausbeute	60lm/W
Farbtoleranz	SDCM <2
Farbwiedergabeindex	Ra >90
Lichtstromerhalt	L80/B10 50000h
LED failure rate	0,1% 50000h
Dimmbereich	1%-100%
Dimmmethode	CCR
LMF	D
Energieeffizienzklasse	EEL A+

ERCO Leuchten GmbH  
Brockhauser Weg 80-82  
58507 Lüdenscheid  
Germany  
Tel.: +49 2351 551 100  
Fax: +49 2351 551 555  
info.de@erco.com

ERCO Lighting GmbH  
Engerthstrasse 151/Loft e.6  
1020 Wien  
Austria  
Tel.: +43 1 798 84 94 0  
Fax: +43 1 798 84 95  
info.at@erco.com

ERCO Lighting AG  
Trottenstrasse 7  
8037 Zürich  
Switzerland  
Tel.: +41 44 215 28 10  
Fax: +41 44 215 28 19  
info.ch@erco.com

Technische Region: 220V-240V/50Hz  
Technische und formale Änderungen vorbehalten.  
Edition: 26.01.2016  
Aktuelle Version unter  
[www.erco.com/48026.000](http://www.erco.com/48026.000)

**Planungsdaten**

48026.000 LED 24W 2520lm 3000K Warmweiß  
Anschlussleistung P: 30 W  
Anschlussleistung pro 100lx P\*: 1.6 W/m²  
Leuchtenanzahl pro 100lx n\*: 5.3 1/100m²

48026.000 LED 24W 2520lm 3000K Warmweiß  
Leuchtenanzahl pro 100m² für  
100lx 6 200lx 11 300lx 16 500lx 27

48026.000 LED 24W 2520lm 3000K Warmweiß  
Raster (m) 1.2x1.8 1.8x1.8 1.8x2.4 2.4x2.4  
Beleuchtungsstärke E<sub>v</sub> (lx) 882 588 441 331

**Korrekturtabelle**

Decke	0.70	0.70	0.70	0.50	0
Wand	0.70	0.50	0.20	0.20	0
Boden	0.50	0.20	0.20	0.10	0

k	0.6	80	51	56	50	44
k	1.0	97	72	76	68	62
k	1.5	108	88	89	81	75
k	2.5	115	100	98	90	83
k	3.0	117	105	101	93	87

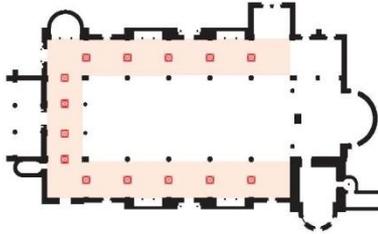
Reinigung (a)	1	2				3						
	Umgebung	P	C	N	D	P	C	N	D	P	C	N
LMF	0.94	0.88	0.82	0.77	0.91	0.83	0.77	0.71	0.89	0.79	0.73	0.65
RSMF	0.96	0.92	0.87	0.81	0.96	0.92	0.87	0.81	0.96	0.92	0.87	0.81
Betriebsdauer (h)	1000	2000	4000	6000	8000	10000	20000	30000	40000	50000		
	LLMF	0.99	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.92	0.88	0.84	0.81	
LSF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		

MF	LMF	RSMF	LLMF	LSF	
MF	Wartungsfaktor				Maintenance Factor
LMF	Leuchtenwartungsfaktor				Luminaire Maintenance Factor
RSMF	Raumwartungsfaktor				Room Surface Maintenance Factor
LLMF	Lampenlichtstromwartungsfaktor				Lamp Lumens Maintenance Factor
LSF	Lampenlebensdauerfaktor				Lamp Survival Factor
P	sehr sauberer Raum				Room pure
C	sauberer Raum				Room clean
N	normal verschmutzter Raum				Room normal
D	verschmutzter Raum				Room dirty

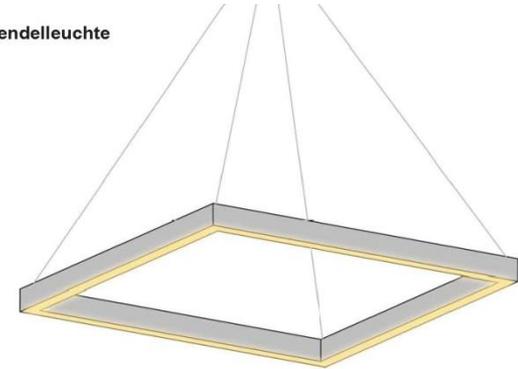
**Technische Daten nach internationalen Standards und Normen**

IEC 60598	Leuchten - Teil 1+2: Allgemeine Anforderungen, besondere Anforderungen und Prüfungen
IEC 62031	LED-Module für Allgemeinbeleuchtung - Sicherheitsanforderungen
IEC 62471	Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen
EN13032-4	Licht und Beleuchtung - Messung und Darstellung photometrischer Daten
CIE 13	Methode für die Messung und Angaben von Farbwiedergabeeigenschaften und Lichtquellen

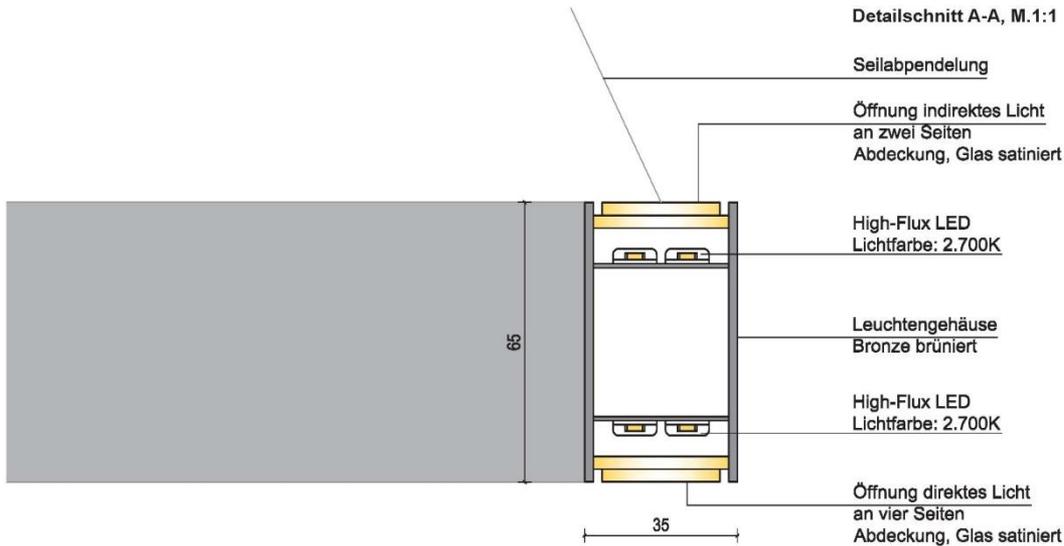
Entwickeln von Leuchten



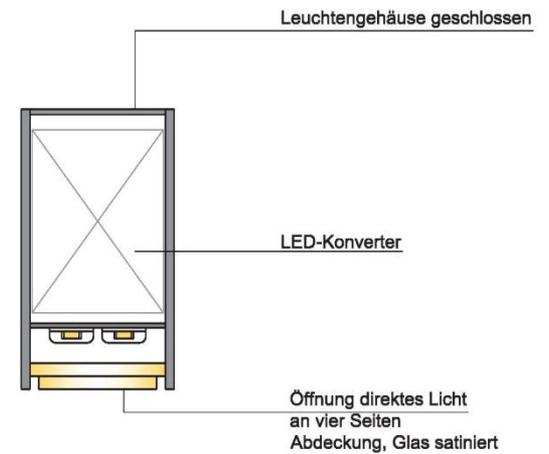
Perspektivische Darstellung Pendelleuchte



Detailschnitt A-A, M.1:1



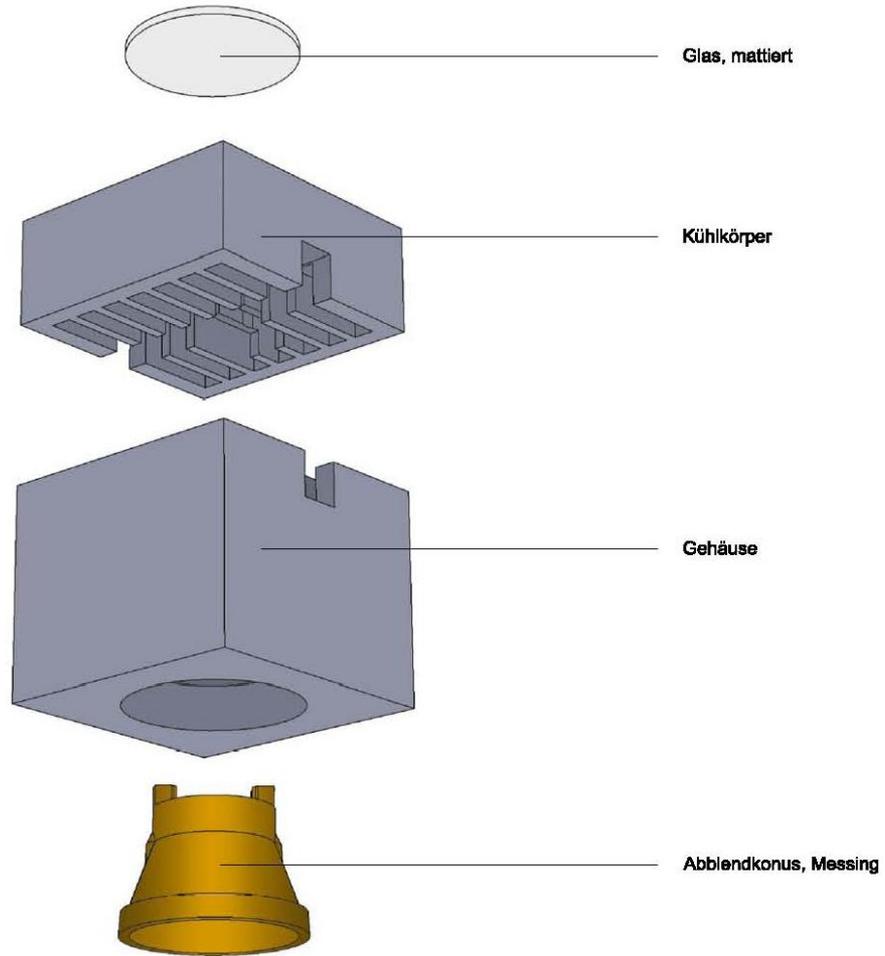
Detailschnitt B-B, M.1:1



## Entwickeln von Leuchten



### Entwickeln von Leuchten



## Entwickeln von Leuchten



## PLANUNG

### Auswahl von Leuchten

Recherche

Entwicklung von Leuchten

### Leuchtenanordnung

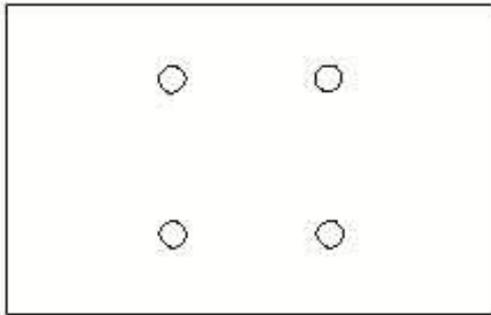
Raumfunktion

Gestaltungsgesetze

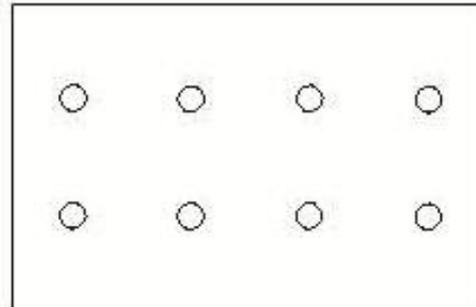
Lichtverteilung

Berechnung

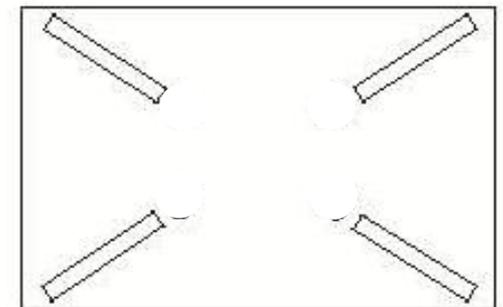
**Gestaltungsgesetze**



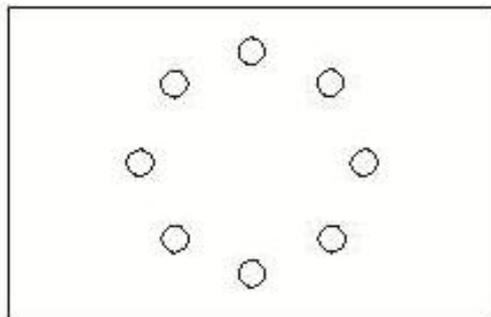
Vier Punkte werden zu einem Quadrat zusammengeschlossen



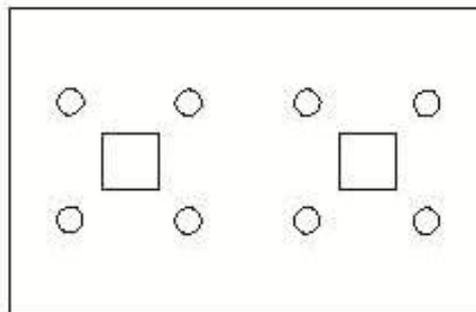
Die Anordnung wird zu zwei Linien zusammengeschlossen



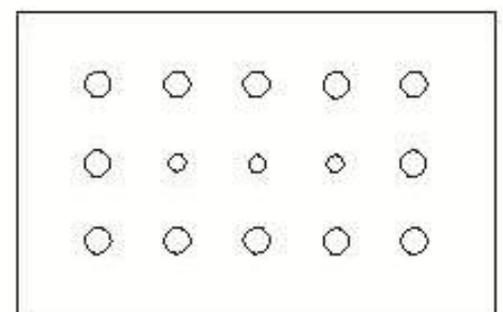
Die Anordnung wird als Kreuzung Zweier Linien interpretiert



Ab acht Punkten bildet sich ein Kreis

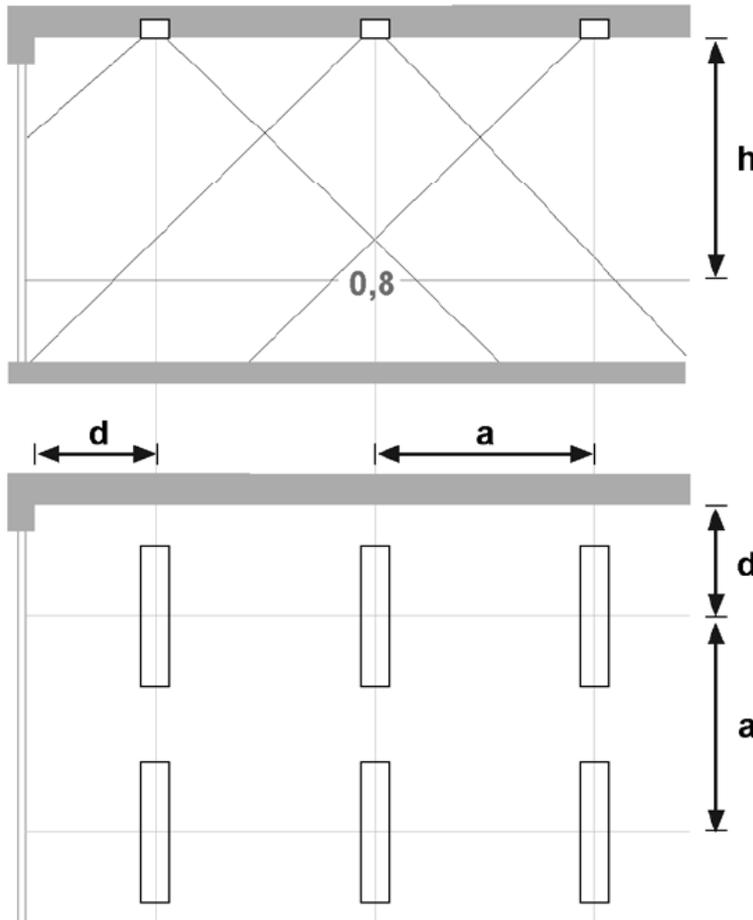


Durch Hinzufügen von je einer Mitte werden Fünfecke gelesen



Gleichartige Elemente werden als Gruppen zusammengefasst

Lichtverteilung



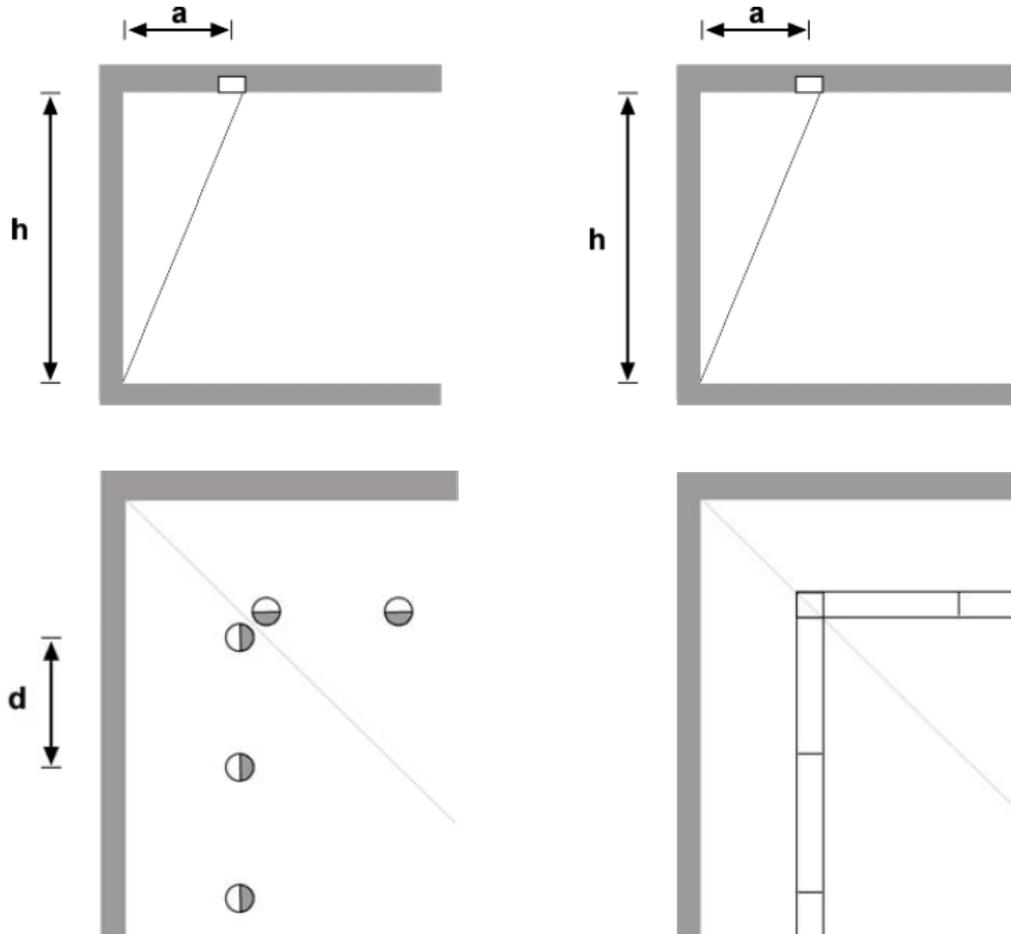
Gleichmäßige Direktbeleuchtung auf der Nutzebene:

Leuchtenabstand  $a \sim h$   
 Wandabstand  $d \sim 1/2a$

h\_da



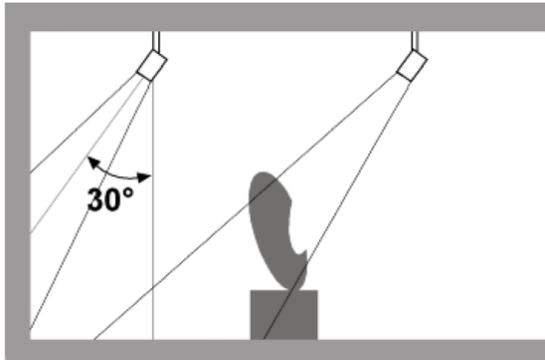
Lichtverteilung



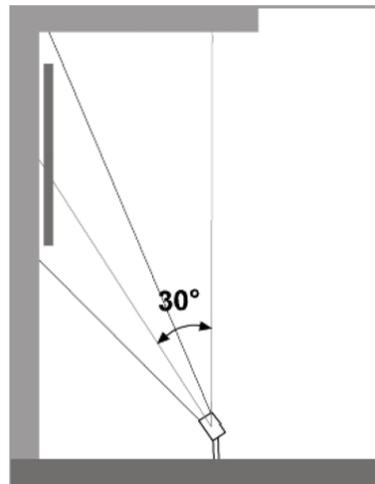
Anordnung für gleichmäßige Ausleuchtung vertikaler Flächen:

Wandabstand  $a \geq 1/3h$   
 Leuchtenabstand  $d \sim a$  bis  $1,5a$

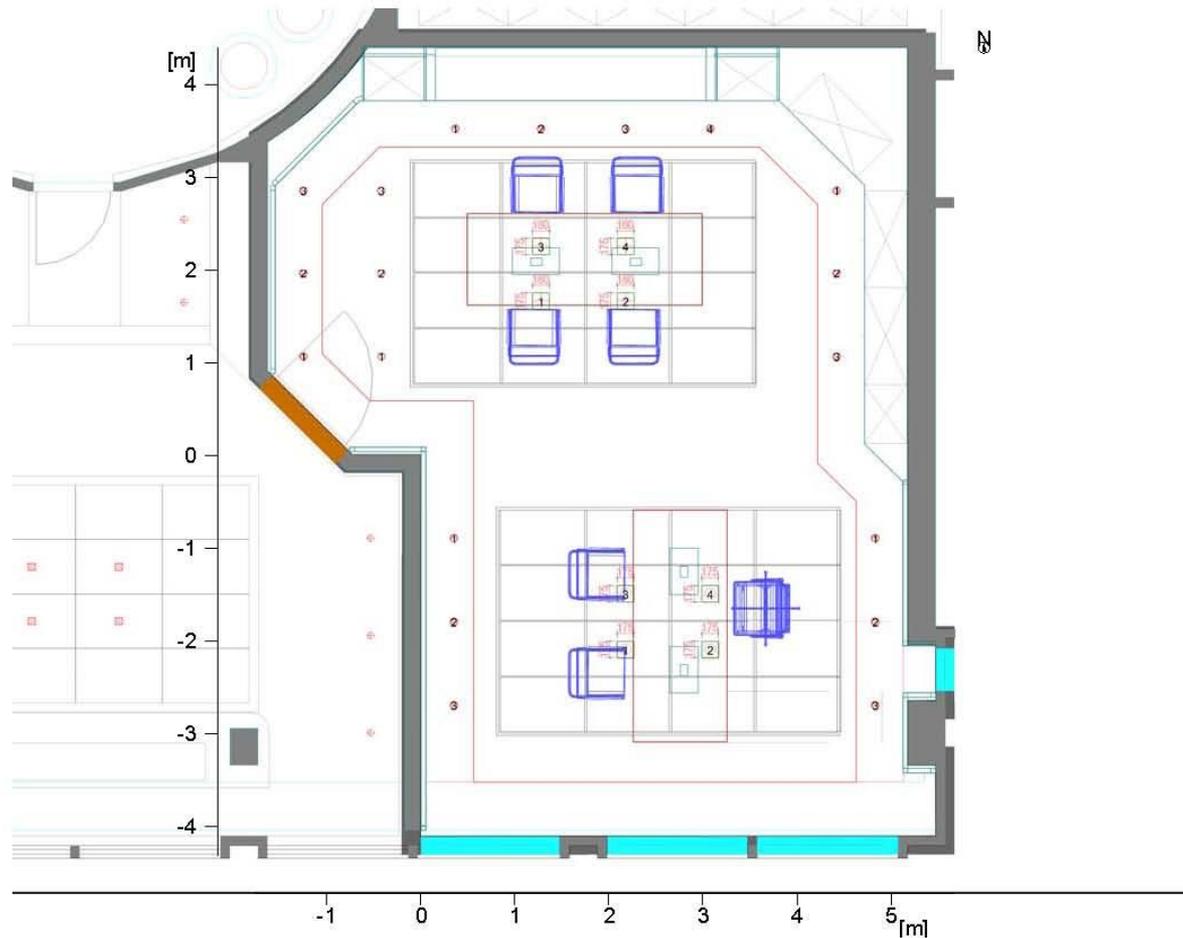
**Lichtverteilung**



Für Gemälde- und Skulpturen sollte idealerweise ein Lichteinfallswinkel von 30 Grad gewählt werden. (Museumswinkel)



Berechnung





**Berechnung**



## Berechnung



## Berechnung

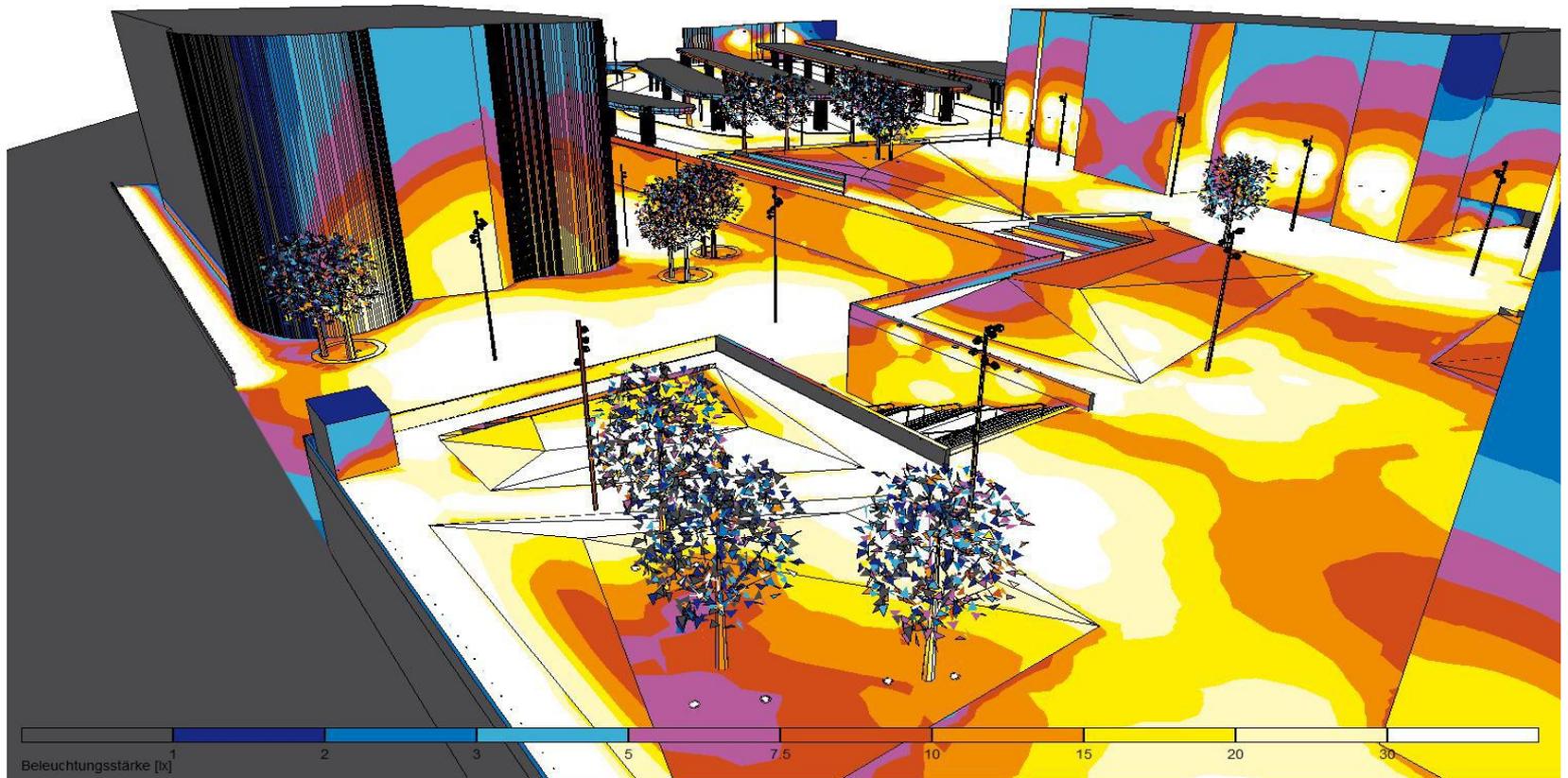


**h\_da**

HOCHSCHULE DARMSTADT  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Prof. Matthias Friedrich

Berechnung



## PLANUNG

### **Auswahl von Leuchten**

Recherche

Entwicklung von Leuchten

### **Leuchtenanordnung**

Raumfunktion

Gestaltungsgesetze

Lichtverteilung

Berechnung

### **Planungsunterlagen**

Pläne

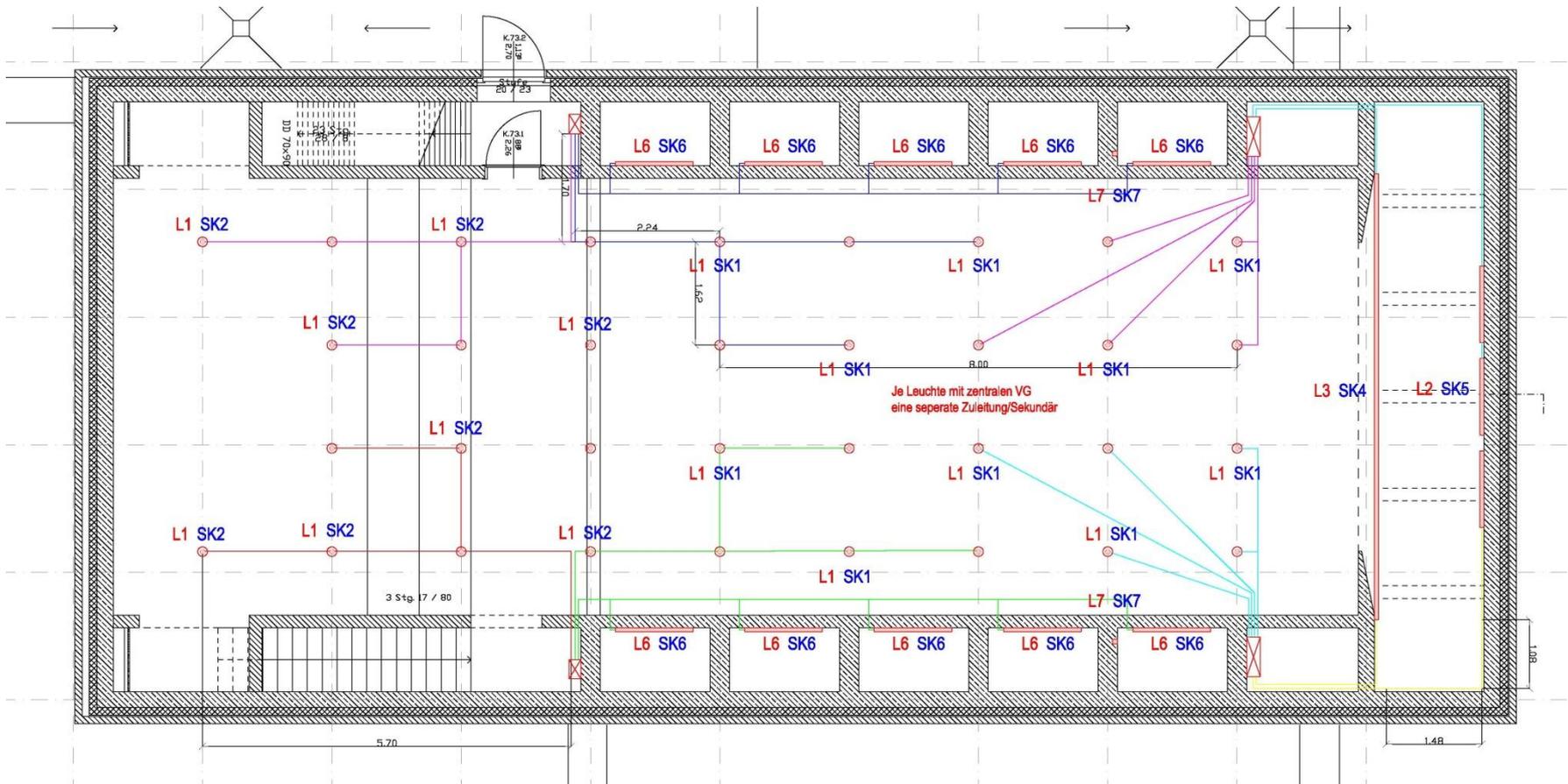
Leuchtenliste

Leuchtenbuch

LV



Pläne



Leuchtenliste

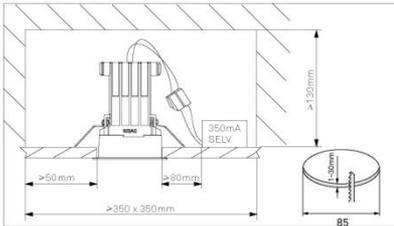
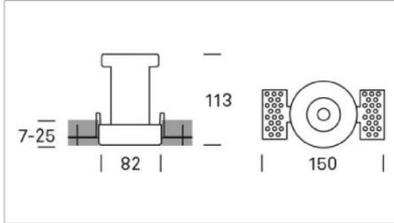
Kosten- gruppe	Raum	Typ	Bezeichnung	Leucht mittel	Menge	Bestückung / Leistung [lm] je Stk oder lfm	Watt [W] je Stk oder lfm	Lichtfarbe [K]	Abstrahl- bzw. Ausblendwinkel [°]	Montageart	Leistung gesamt [W]	Schaltkreise [SK]	Steuerung / Schaltung	Hersteller - Fabrikat	EVGs Stk.	DALI Adressen
445	Kirchenraum	L1	Pendelleuchte	LED	20	1x LED ca. 16,5W 500mA CRI>90 2200lm	16,5	3000	40	Pendel EVG Extern	330	SK1	DALI dimmbar	Meinzer GmbH Sonderleuchte	20	20
445	Empore	L1	Pendelleuchte	LED	14	1x LED ca. 16,5W 500mA CRI>90 2200lm	16,5	3000	40	Pendel EVG Extern	231	SK2	DALI dimmbar	Meinzer GmbH Sonderleuchte	14	14
445	Chor (Tageslichtöffnungen) direkt	L2	Linearstrahler	LED	3	1,2m; 24x XP-G2, 700mA, 4500lm	50	3000	32	Aufbau, EVG Extern	150	SK4	DALI dimmbar	Hatec H-LED Linearstrahler	3	3
445	Chor (Tageslichtöffnungen) indirekt	L3	Linearstrahler	LED	12	1,2m; 109x 0,24W 250mA 3600lm	33	3000	120	Aufbau, EVG Extern	396	SK5	DALI dimmbar	Hatec H-LED Linearstrahler	12	12
445	Mehrzweckraum	L4	Lichtfläche	T16	4	900x900mm, 6x T16 Leuchstofflampe oder LED	126	3000	120	Einbau EVG intern	504	SK3	DALI dimmbar	Planlicht Domino Square frameless	12	12
445	Lichtfugen (Tageslichtöffnung)	L6	Linearstrahler	LED	20	1,2m; 109x 0,24W 250mA 3600lm	26	3000	120	Aufbau, EVG Extern	520	SK8	DALI dimmbar	Hatec H-LED Linearstrahler	20	20
445	Akzentlicht Sakralraum	L7	Einbaustrahler	LED	2	5x LED 13W, 1700lm, 3000K, CRI 95, 8500lm	65	3000	24	Einbau EVG intern	130	SK7 SK15 SK16	DALI dimmbar	Exenia Runner Spot Plus Sonderanfertigung	4	6
445	Mehrzweckraum	L5	Einbaustrahler	LED	9	1x LED 17W 500mA 1700lm	17	3000	36	Einbau EVG Extern	153	SK9	DALI dimmbar	Viabizzuno Displei LED dn50 incasso orientabile Art.-Nr. A6.568.71	9	9
445	Seitenschiffe	L5	Einbaustrahler	LED	10	1x LED 17W 500mA 1700lm	17	3000	36	Einbau EVG Extern	170	SK10	DALI dimmbar	Viabizzuno Displei LED dn50 incasso orientabile Art.-Nr. A6.568.71	10	10
445	Kreuzgang	L8	Einbaustrahler	LED	36	1x LED 17W 500mA 1700lm	17	3000	36	Einbau EVG Extern	612	SK11	DALI dimmbar	Viabizzuno Displei LED dn50 incasso orientabile Art.-Nr. A6.568.71	36	36
445	Foyer / Cafe	L5	Einbaustrahler	LED	15	1x LED 17W 500mA 1700lm	17	3000	36	Einbau EVG Extern	255	SK12	DALI dimmbar	Viabizzuno Displei LED dn50 incasso orientabile Art.-Nr. A6.568.71	15	15
445	Alternativ Produkt, wie Position 080, 090, 100, 110		Einbaustrahler	LED	70		17	3000	40	Einbau EVG Extern			DALI dimmbar	Prolicht Imagine Round Aura Art. Nr 120-0077-03-03-03-40	70	70
445	Kreuzgang	L9	Linearstrahler	LED	38	1lfm mit je 10W/m ca. 1000lm/m	10	3000	120	Einbau/Anbau EVG extern	380	SK13	DALI dimmbar	Flashaar MiniLine-2 Navigator Art.-Nr.: FLML2/14A	8	8
445	Atrium / Aussenraum	L10	Linearstrahler	LED	3	1x LED 19,3W 2160lm	25	3000	15	Bodeneinbau	75	SK14	DALI dimmbar	BEGA 77147RK3	3	Ein/Aus



# Leuchtenbuch

Project: Black Sea Resort  
 Document: Lighting Catalog

Date: 17.12.2015


**Special Informations / Required accessories:**

Flush plaster ring to LED recessed spotlights for rimless flush-mountend in plaster ceiling, white semi-mat .  
 Reflector shiny gold

Ballast separatly to order, to consider emergency lighting

<b>Lamp Description</b>	<b>DL01.4</b>
<b>General Information</b>	
Level	7
Area	Executive Lounge
Application	General lighting
Lamp type	Downlight trimless
Layout	
<b>Lamp Characteristics Information</b>	
Type of light source	LED
Wattage/Voltage	13 W / 350 mA
Colour appearance	3000 K
Color rendering index (CRI)	>95
Lamp life	L70/B10 50.000 h
Luminous flux	1.350 lm
Lighting technology	Reflector / Shiny Gold
Beam angle	35°
Cut off angle	
Control gear/Dimming	DALI dimming, Ballast extern
<b>Lamp Technical Information</b>	
Housing color	White semi-mat
Mounting	rimless flush-mountend in plaster ceiling
Ingress protection degree	IP54
Connected load lamp	
Emergency lighting	Additional power supply
Energy efficiency class	A to A++
Weight lamp	
Weight system	
<b>Dimensions</b>	
Lamp Dimensions	150 x 82 x 113 mm
Ceiling opening	Dia. 85 mm
<b>Reference Product</b>	
Manufacturer	RIBAG / Lunik
Product Number	4300.010.00.3
Product Number	4300.000.35.6

## Leistungsverzeichnis

### POS. 03 14 STÜCK L2 Einbaustrahler rahmenlos

Montageort:      Decke unter Empore  
Montagehöhe:    5.00m  
Leuchtmittel:    LED  
Betriebsgerät:   DALI dimmbar , extern

Allgemeine Beschreibung:

Einbaudownlight für Hohlraumdecken, rahmenlos

Leuchteneinheit:

Gehäuse aus Alu-Druckguß, weiß matt, D x H = 85 x 113mm für LED 12W, 350mA, 2700K, CRI 95, mit Reflektor Gold glänzend 35° und transparentem Dif-fusor.

Montagesituation:

Die Leuchte ist in die Decke unter der Empore in einer Öffnung D = 85mm mit einem Eingipsring einzusetzen und mit dauerelastischem Fugenmaterial bündig beizuspachteln.

Das System ist mit kompletter elektrischer Bestückung betriebsfertig auszurüsten und mit sämtlichem systemgebundenen Montagematerial zu liefern, zu montieren und elektrisch anzuschließen.

Richtfabrikat:

Ribag oder gleichwertig

Art.Nr.: Lunik, 4300.010.27.3 + 4300.010.00.3 + 4300.000.35.6 + VSG

Fabrikat:.....

Typ:.....

## **AUSFÜHRUNG**

### **Überwachen der Ausführung**

Planungsbesprechungen

Bemusterung

Leistungskontrolle

Qualitätskontrolle

Feststellen von Mängeln

### **Einleuchten**

Vorgaben für die Steueranlage

Einstellen der Lichtszenen

### Steuerliste

Sonderbeleuchtung  
Datenpunkte Stand 23.11.09

Änderungen durch LUNA vom 11.01.2010

Leuchtenbezeichnung	Etage	Bestückung	Stück	Schaltfunktion	Strom Messung	UV- Sonderbel.	Ausgang Aktor	Lastkreis UV / Stromkreis	Steuerungsfunktionen Automatik				Schaltgruppe	Schaltung	Handfunktion Visualisierung	
									LW1	LW2	LW3	LW4				
<b>INNENLEUCHTEN 1.Obergeschoss</b>																
Pos. LD1 NDL	1.OG	HCI-T 70W/NDL	40	EIN / AUS	ECE				Sonne	Wolken	Dämmerung	Nacht		13	46	
Pos. LD1 WDL	1.OG	HCI-T 70W/WDL		EIN / AUS	ECE				AUS	AUS	EIN	EIN		13	47	
Pos. LD2 1	1.OG	HCI-T 150W / NDL	4	EIN / AUS	ECE				EIN	EIN	AUS	AUS		13	48	
Pos.LF 1 NDL	1.OG	3x T5-FH 35W/627 4x T5-FH 35W/640	3	EIN / AUS	ECE				EIN	EIN	EIN	AUS		13	49	
Pos.LF 1 NDL / Dimmung	1.OG	3x T5-FH 28W/627		DIMMUNG	ECE					60%	40%	10%	AUS		13	50
Pos.LF 1 WDL	1.OG	3x T5-FH 28W/640		EIN / AUS	ECE					EIN	EIN	EIN	EIN		13	51
Pos.LF 1 WDL / Dimmung	1.OG	2x T5-FH 21W/627 2x T5-FH 21W/640		DIMMUNG	ECE					30%	30%	30%	30%		13	52
Pos.LF 2 NDL	1.OG			EIN / AUS	ECE				EIN	EIN	EIN	AUS		13	53	
Pos.LF 2 NDL / Dimmung	1.OG	4xTC-L 80W/627	7	DIMMUNG	ECE				60%	40%	10%	AUS		13	54	
Pos.LF 2 WDL	1.OG	9xLED blau		EIN / AUS	ECE					EIN	EIN	EIN	EIN		13	55
Pos.LF 2 WDL/Dimmung	1.OG			DIMMUNG	ECE					30%	30%	30%	30%		13	56
Pos. LD2 1	1.OG	HCI-T 150W / NDL		4	EIN / AUS	ECE				EIN	EIN	AUS	AUS		14	57
Pos. LD3	1.OG	HCI-T 70W/WDL	6	EIN / AUS	ECE				EIN	EIN	AUS	AUS		14	58	
Pos. LD1 NDL	1.OG	HCI-T 70W/NDL	36	EIN / AUS	ECE				EIN	EIN	AUS	AUS		15	60	
Pos. LD1 WDL	1.OG	HCI-T 70W/WDL		EIN / AUS	ECE					AUS	AUS	EIN	EIN		15	61
Pos. LD2	1.OG	HCI-T 70W / NDL	33	EIN / AUS	ECE				EIN	EIN	AUS	AUS		15	62	
Pos. LD6	1.OG	HCI-T150W / WDL	36	EIN / AUS	ECE				EIN	EIN	AUS	AUS		15	63	
Pos. LD1 NDL	1.OG	HCI-T 70W/NDL	36	EIN / AUS	ECE				EIN	EIN	AUS	AUS		16	64	
Pos. LD1 Strahl	1.OG	HCI-T 70W/WDL		EIN / AUS	ECE					AUS	AUS	EIN	EIN		16	65
Pos. LD7	1.OG	3x HCI-R 111, 70W, WDL 72xLED	33	EIN / AUS	ECE				EIN	EIN	AUS	AUS		16	66	



### Kirchenschiff

The control panel is titled "Kirchenschiff" and is set against a blue background. It contains two rows of six sliders each. Each slider has a '+' button above it and a '-' button below it. A red '0 %' indicator is positioned between the '+' and '-' buttons. Below each slider is a black button with white text. The first row of buttons includes: "Ringleuchte vorne direkt", "Ringleuchte vorne indirekt", "Ringleuchte direkt", "Ringleuchte indirekt", "Seitenschiffe direkt", and "Seitenschiffe indirekt". The second row of buttons includes: "Haupteingang direkt", "Haupteingang indirekt", "Marienkapelle", "Seiteneingänge", "Gewölbe Orgel", and "Konrad Gruppe". At the bottom of the panel, there is a red "gespeichert" indicator. Below it are two rows of buttons: the first row has "Fest Gottesdienst", "Haupt Gottesdienst", "Vorabend Messe", "Weihnachten", "Grundbel.", "Szene Aus", and "Empore"; the second row has "Konzert Altartreppe", "Rosenkranz", "Probe Empore", "Taufe", "Werktags-gottesdienst", "Speichern", and "Altarraum". A home icon button is located at the bottom right.







