



L i c h t



ratec licht
blumenstrasse 8a
88161 lindenberg

planung und beratung
energieeffiz. lichtlösungen

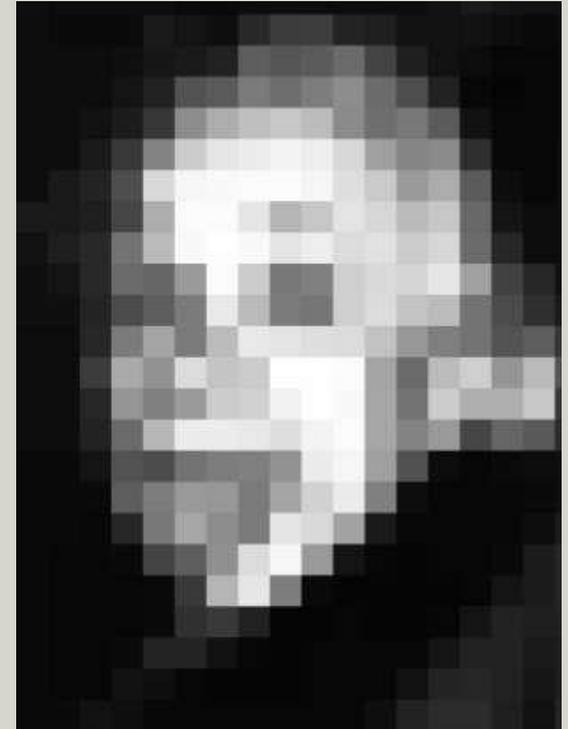
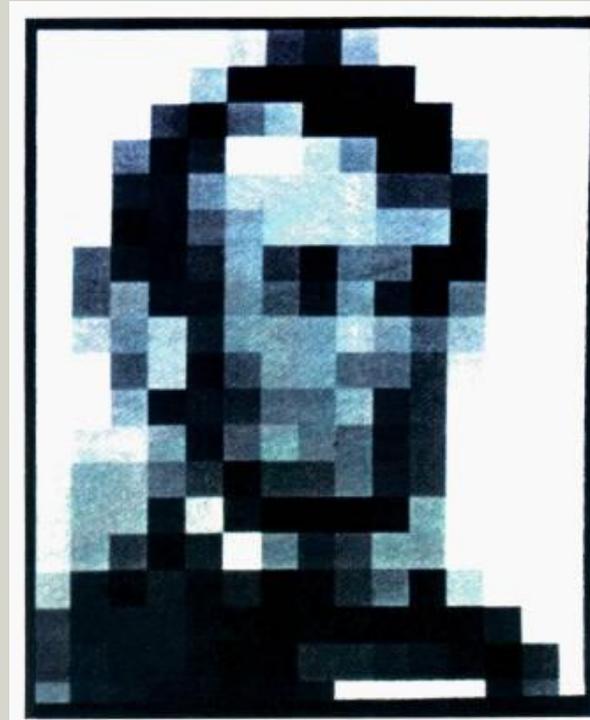
kunstlicht / tageslicht

Hans Christian Winter Dipl. Ing. (FH)
(Elektrische Energietechnik)

- Siemens Beleuchtungstechnik / Siteco Bel.technik
 - Vertrieb
 - Marketing-Kommunikation
- Zumtobel Licht
 - Marketing-Kommunikation
- Trilux
 - Leitung internationales Marketing
- ratec licht
 - Planung energieeffizienter Beleuchtungsanlagen

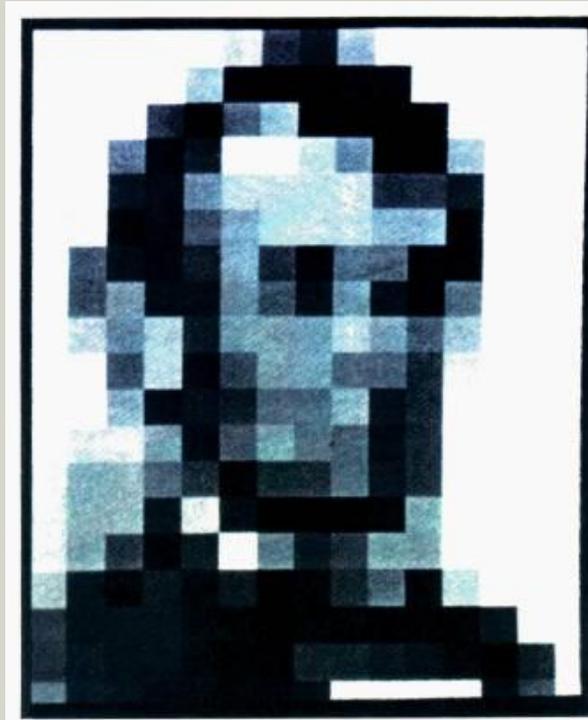
Der Sehvorgang

Der Sehvorgang: Es müssen nicht immer alle „Informationen“ vorliegen.

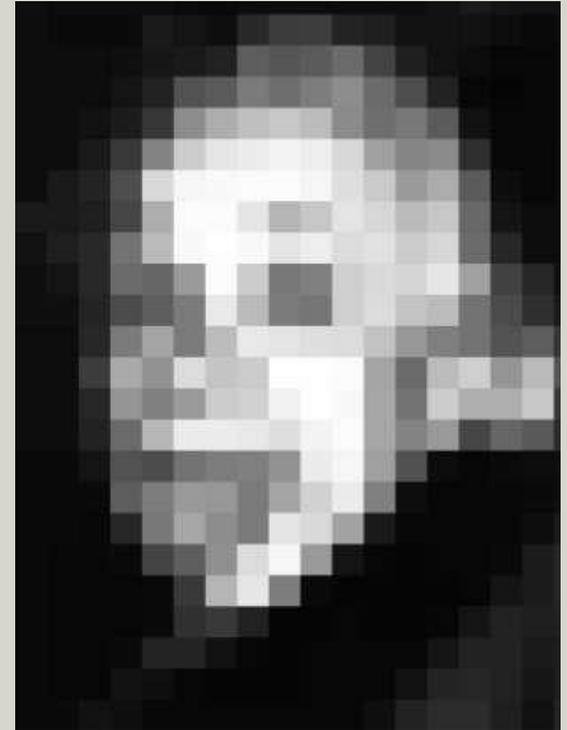


Der Sehvorgang

Der Sehvorgang: Es müssen nicht immer alle „Informationen“ vorliegen. „Lücken“ werden oft automatisch geschlossen, ...



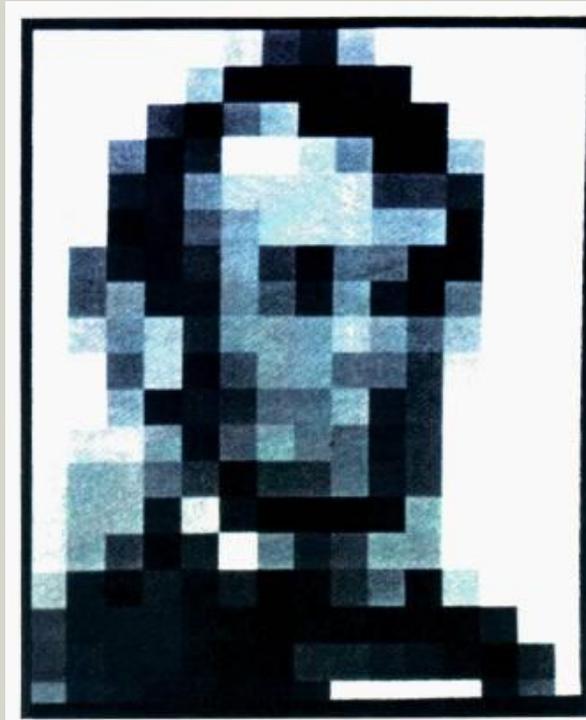
Horst Seehofer



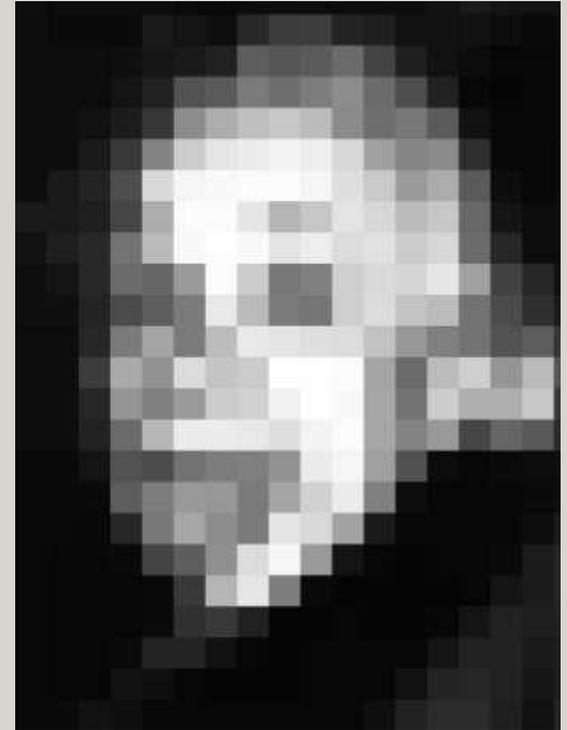
Jürgen Trittin

Der Sehvorgang

Der Sehvorgang: Es müssen nicht immer alle „Informationen“ vorliegen. „Lücken“ werden oft automatisch geschlossen, sofern das vollständige Bild schon einmal im Gehirn „abgelegt“ wurde.



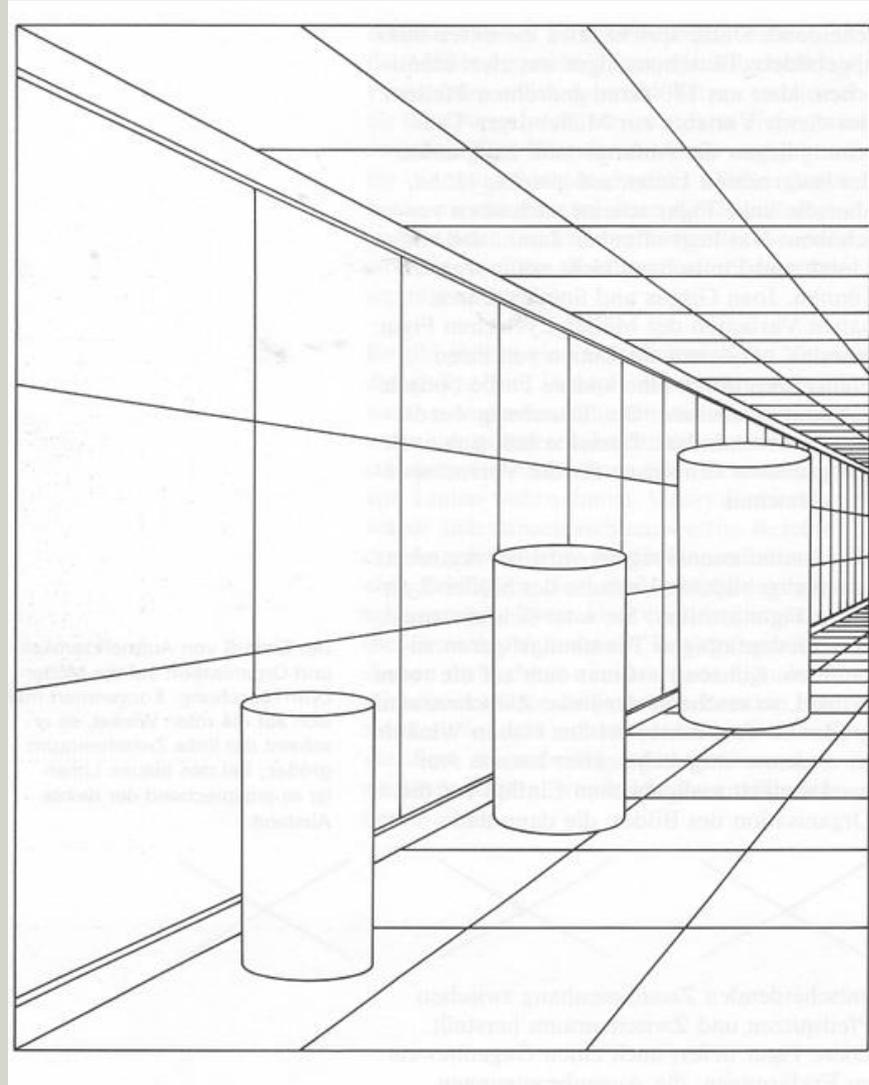
Abraham Lincoln



Albert Einstein

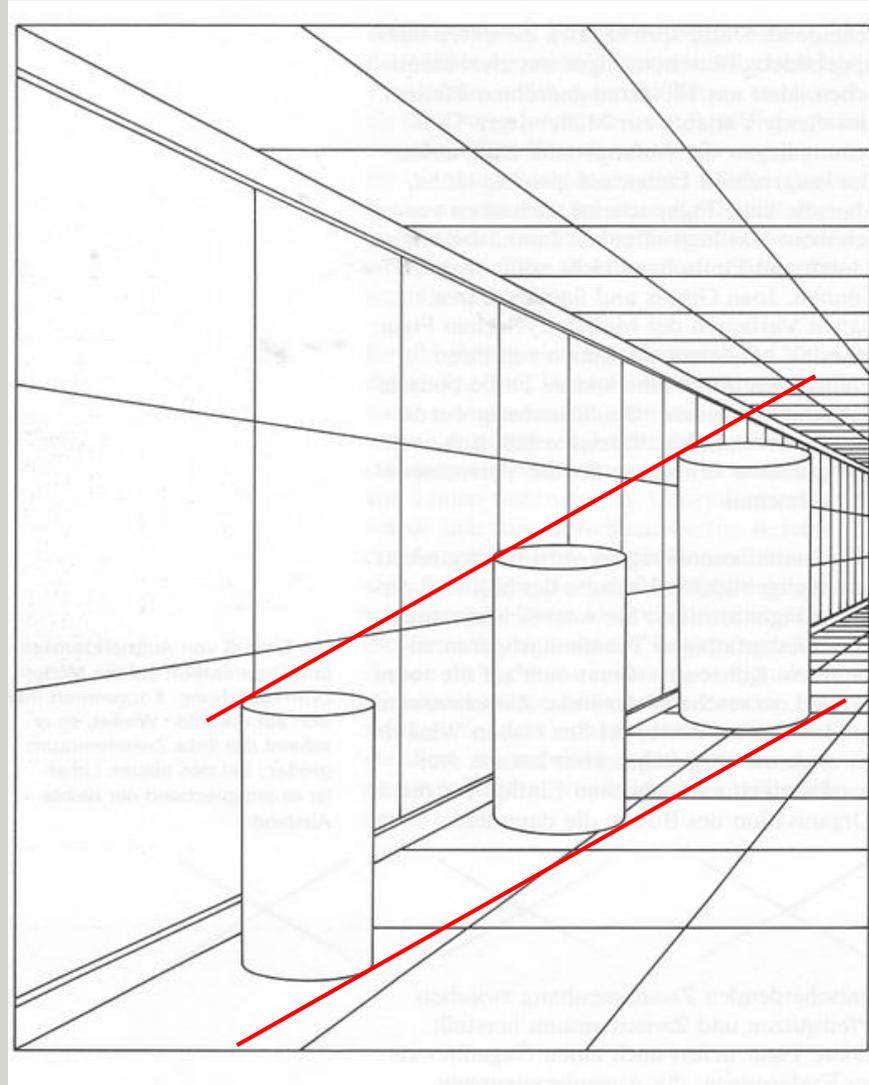
Der Sehvorgang

Die Zylinder sind unterschiedlich groß, oder?



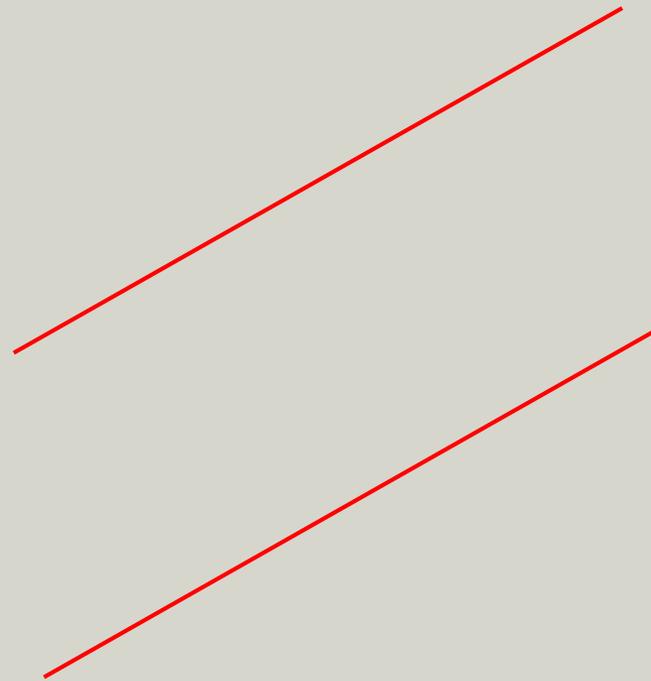
Der Sehvorgang

Ponzo-Täuschung



Der Sehvorgang

Ponzo-Täuschung
(Korridor-Täuschung)





LED - Licht im Wandel

Was wird uns morgen (er) leuchten?

Energieeffiziente Beleuchtung von Wohn-
und Nichtwohngebäuden



LED - Licht im Wandel

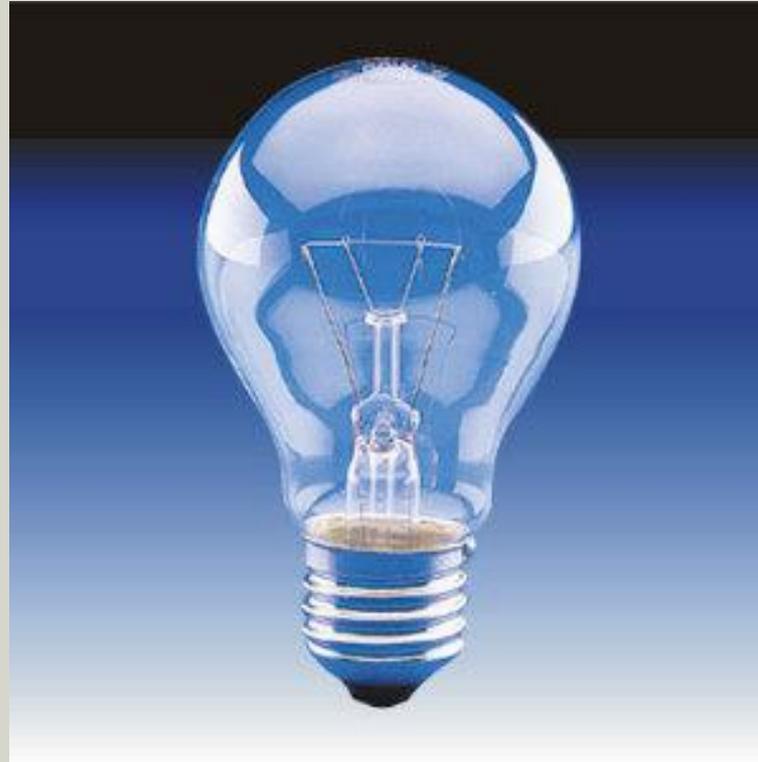
Was wird uns morgen (er) leuchten?

1. Kleine Einführung (lichttechn. Grundlagen)
2. LED - das Licht von morgen (und heute!)
3. Kunst- und Tageslicht
4. Licht und Gesundheit – ein großes Thema von heute und morgen

Lichttechnische Grundlagen

Lampenkauf anno 19..

Glühlampe 25W - 100W



Lichttechnische Grundlagen

Lampenkauf heute

LED-Lampe ...



Lichttechnische Grundlagen

Lampenkauf heute

LED-Lampe ...



LED SUPERSTAR MR16 35 36° ADVANCED	
W	6.5 W
$\nabla \cdot \text{lm}$	36° · 350 lm
T [Kelvin]	4000 K = cool white
Ra	80
\odot^*	✓
t(h)**	25000 h = 25 years (\approx 2.7 h/day)
	100000
Hg	0.0 mg
V · Hz	12 V · 50/60 Hz
	GU5.3

Helligkeit

Abstrahlwinkel

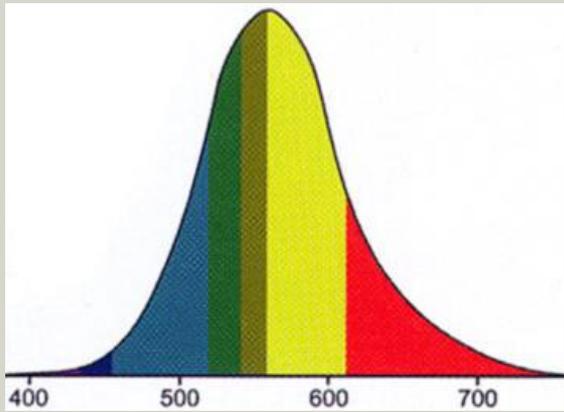
Farbtemperatur

Farbwiedergabeindex

Dimmbarkeit

Lebensdauer

Lichttechnische Grundlagen

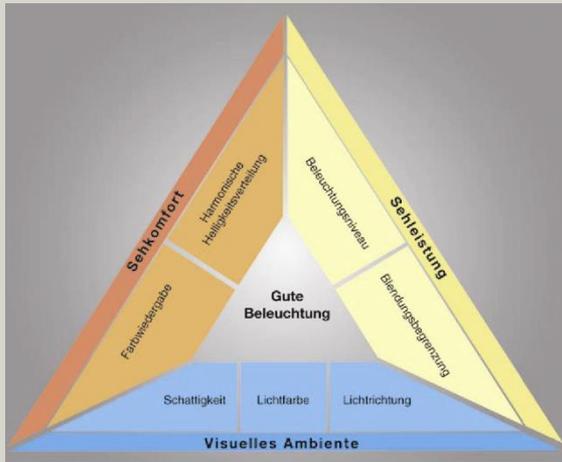


V(λ) - Kurve

Lichttechnische Größen:

1. Lichtstrom (Lumen)
2. Lichtfarbe (Grad Kelvin)
3. Lichtausbeute (Lumen / Watt)
4. Beleuchtungsstärke (Lux)
5. Leuchtdichte (Candela / m²)

Lichttechnische Grundlagen



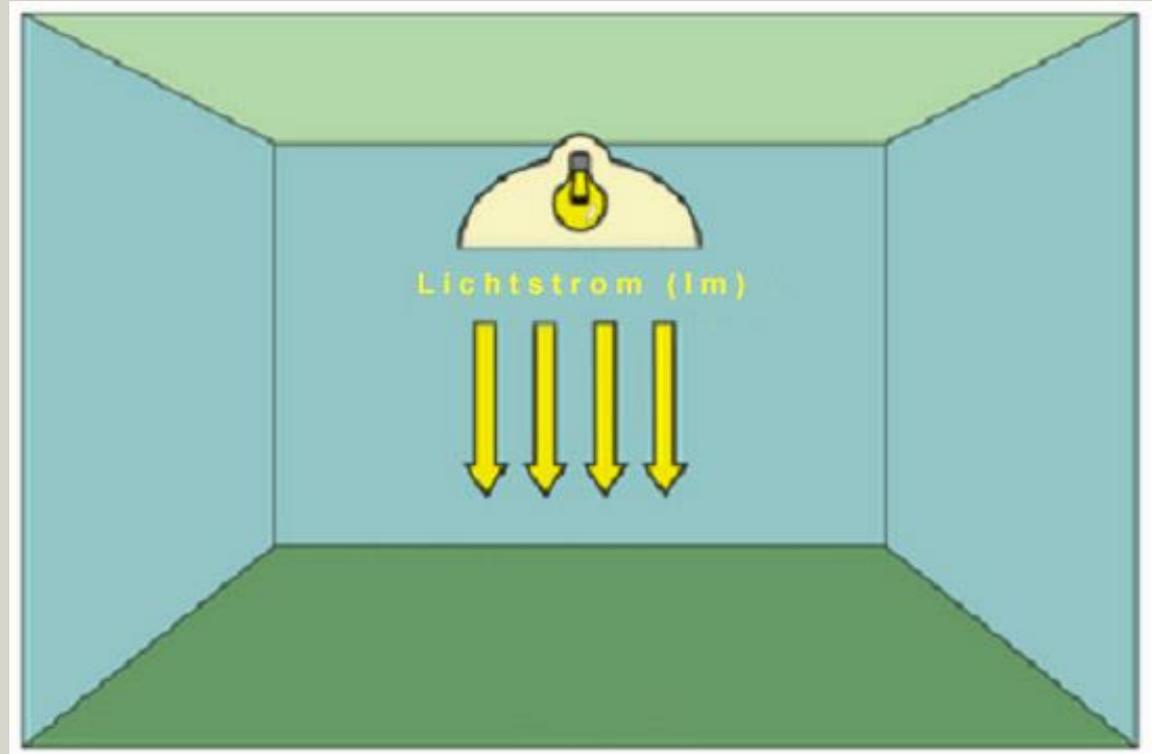
Lichtstrom

60 W AGL $\Rightarrow \phi = 720 \text{ lm}$

35 W T5 $\Rightarrow \phi = 3300 \text{ lm}$

AGL (Allgebrauchsglühlampe)

T5 (Leuchtstofflampe)

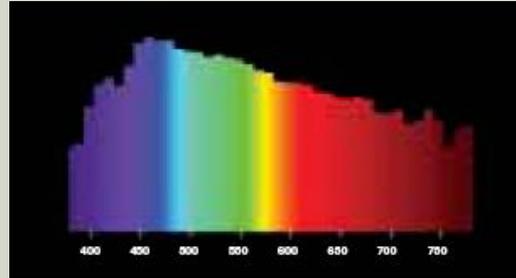


Der **Lichtstrom** beschreibt die gesamte von einer Lichtquelle abgegebene Lichtleistung.

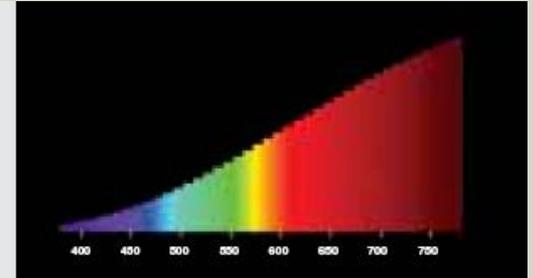
Lichttechnische Grundlagen



Lichtfarbe ca. 1900 °K



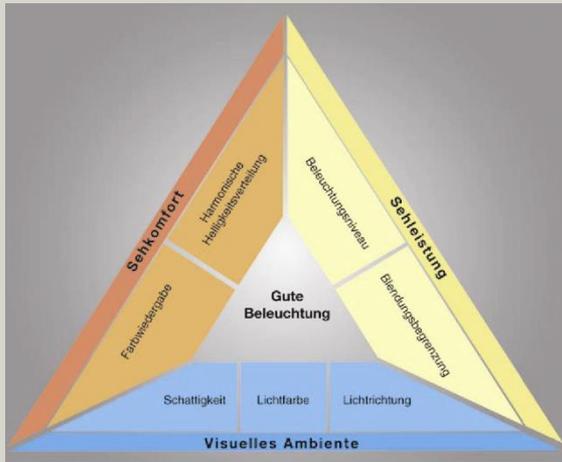
Tageslicht (D 65)



Glühlampenlicht

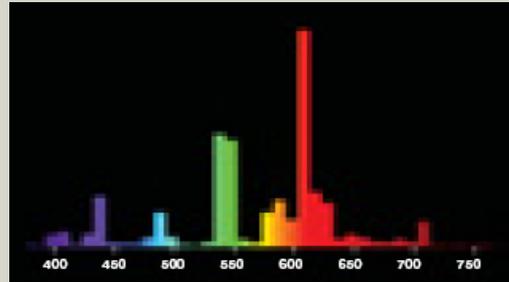
Die **Lichtfarbe** einer Lampe bezieht sich auf die wahrgenommene (weiße) Farbe des von ihr abgestrahlten Lichtes.

Lichttechnische Grundlagen



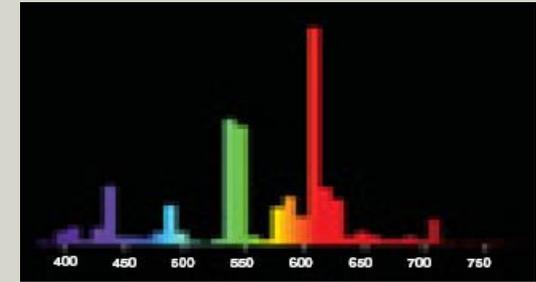
Lichtfarbe

Je größer die Zahl (°K),
desto kälter das Licht.



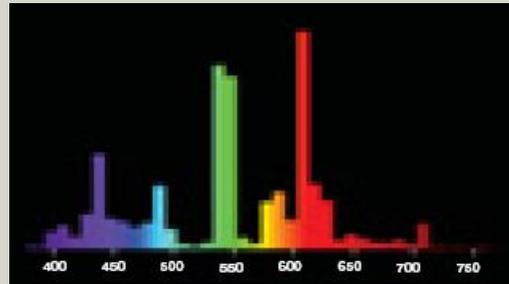
Lichtfarbe 827

Lichtfarbe: 2700 °K



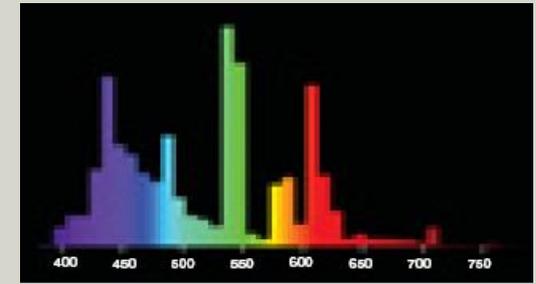
Lichtfarbe 830

Lichtfarbe: 3000 °K



Lichtfarbe 840

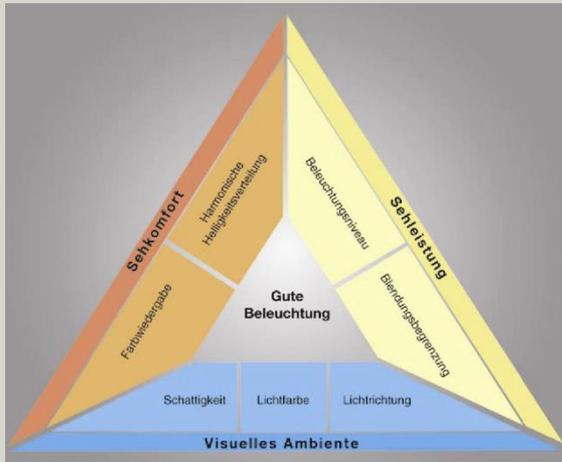
Lichtfarbe: 4000 °K



Lichtfarbe 880

Lichtfarbe: 8000 °K

Lichttechnische Grundlagen



Lichtstrom einer 35 W High Efficiency-Lampe

$$\phi = 3300 \text{ lm}$$

Lichtausbeute = 94 lm/W



Der Lichtstrom beschreibt die gesamte von einer Lichtquelle abgegebene Lichtleistung.

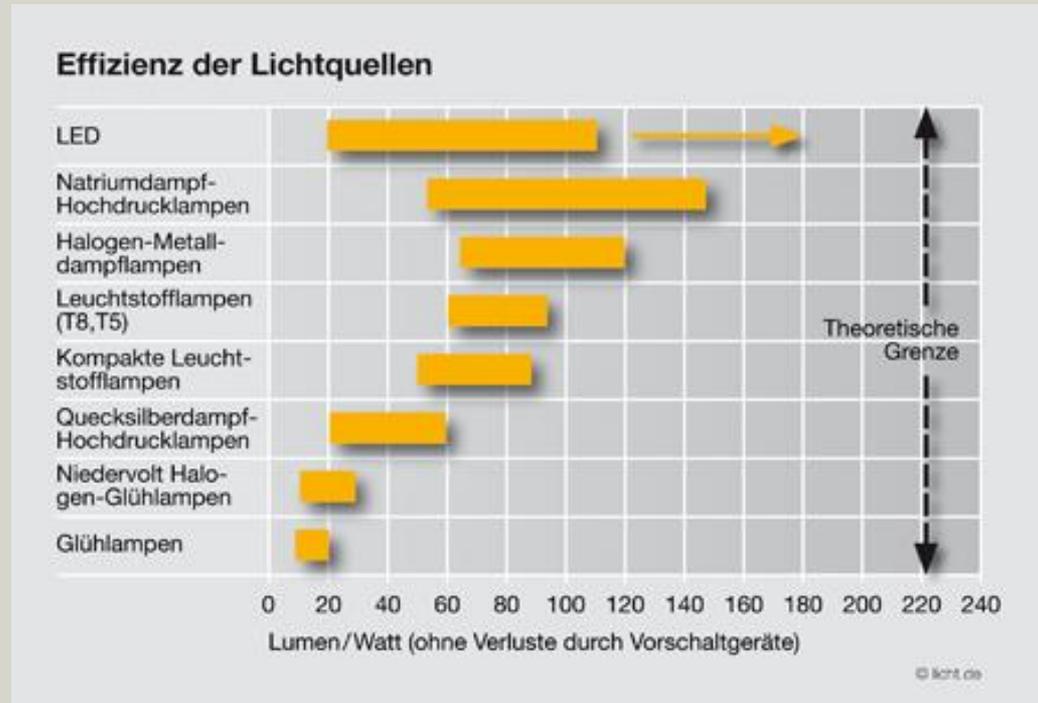
Die **Lichtausbeute** ist der Quotient aus Lichtstrom und der elektrischen Leistung.

Lichttechnische Grundlagen

LED SUPERSTAR MR16 35 36° ADVANCED	
W	6,5 W
▽ · lm	36° · 350 lm
T [Kelvin]	4000 K = cool white
R _a	80
☉	✓
t _h **	25000 h = 25 years (≈ 2.7 h/day)
🖱	100000
Hg	0.0 mg
V · Hz	12 V · 50/60 Hz
📺	GU5.3

Helligkeit →
 Abstrahlwinkel →
 Farbtemperatur →
 Farbwiedergabeindex →
 Dimmbarkeit →
 Lebensdauer →

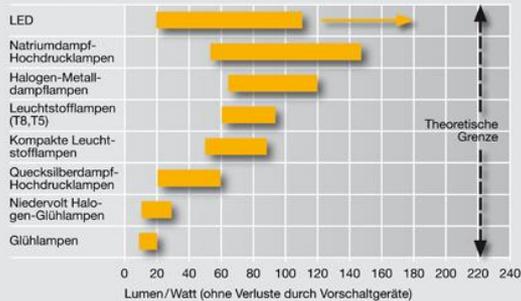
Lichtausbeute (lm/Watt)



Lichtausbeute unterschiedlicher Leuchtmittel

Lichttechnische Grundlagen

Effizienz der Lichtquellen

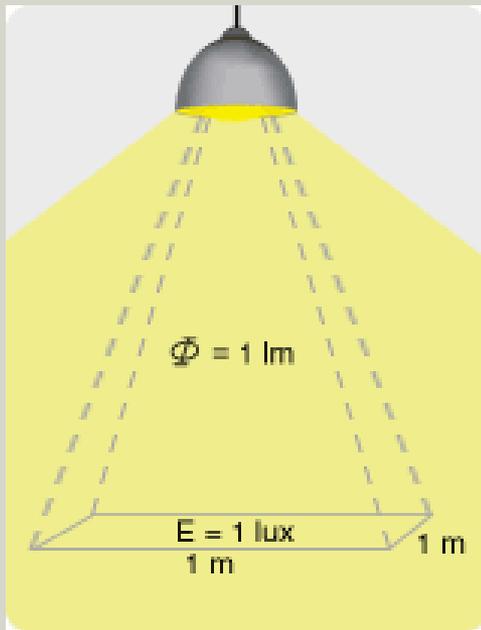


Lichtausbeute (lm/Watt)



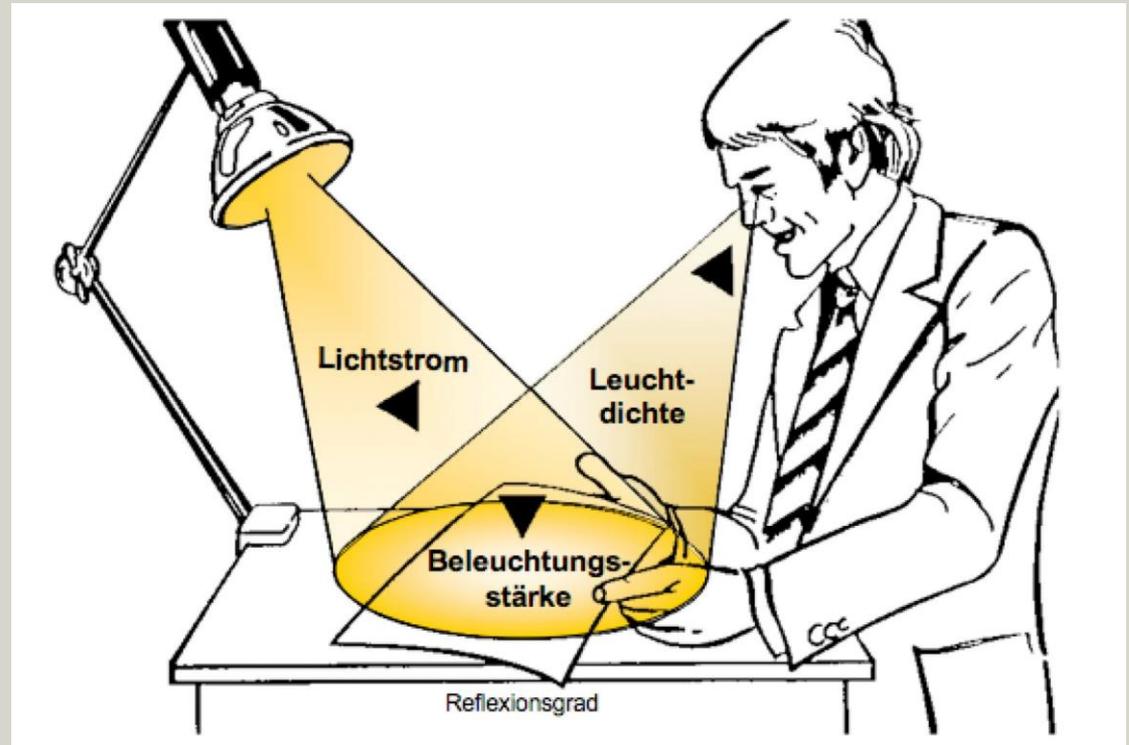
Der Hersteller CREE hat im März 2014 einen Laborwert von 303 lm/W erreicht. (Das physikalische Maximum liegt bei etwa 350 lm/W.)

Lichttechnische Grundlagen



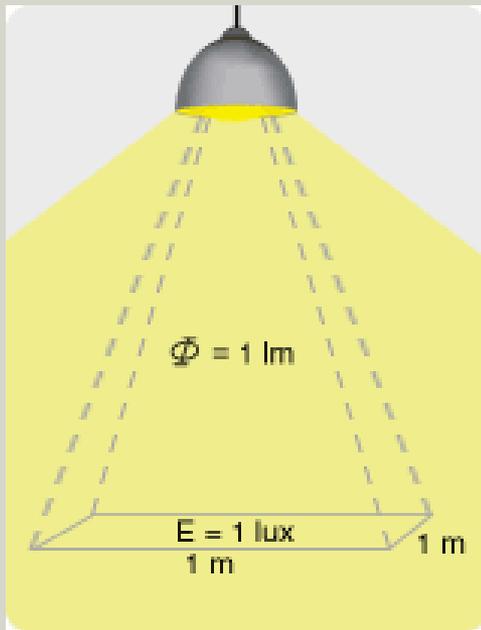
Beleuchtungsstärke

$$E = \frac{\phi}{A} \quad (\text{Lux})$$

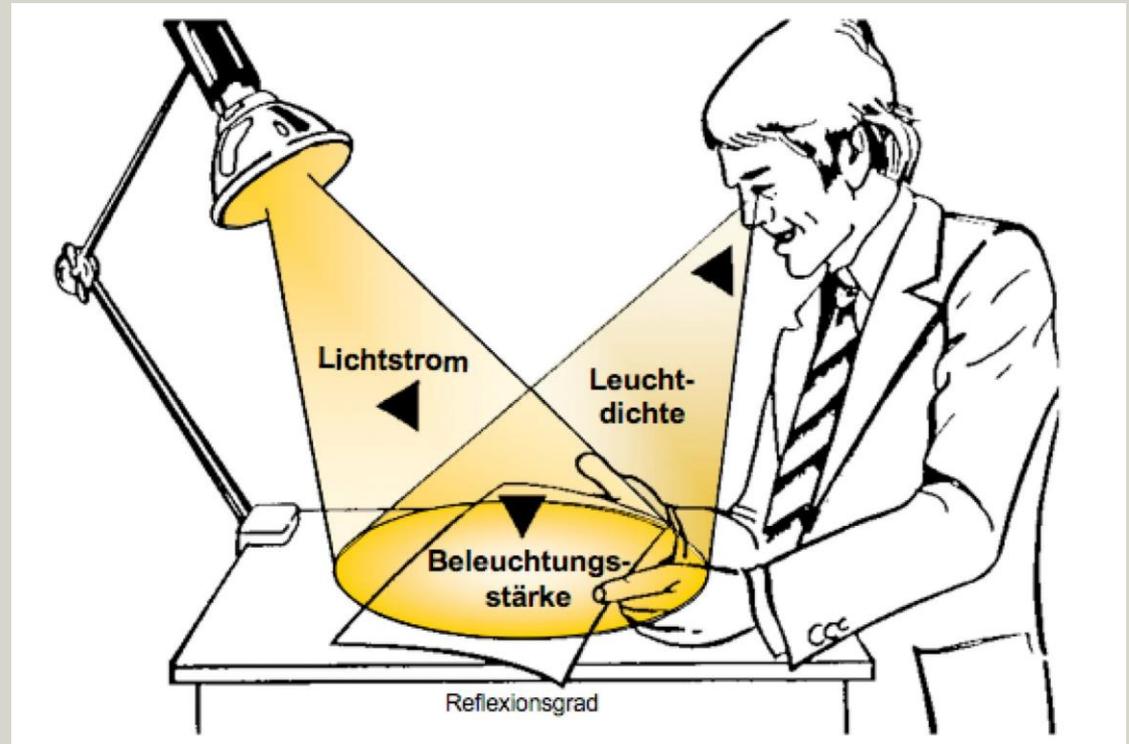


Beleuchtungsstärke ist der Quotient aus Lichtstrom und beleuchteter Fläche.

Lichttechnische Grundlagen



Leuchtdichte

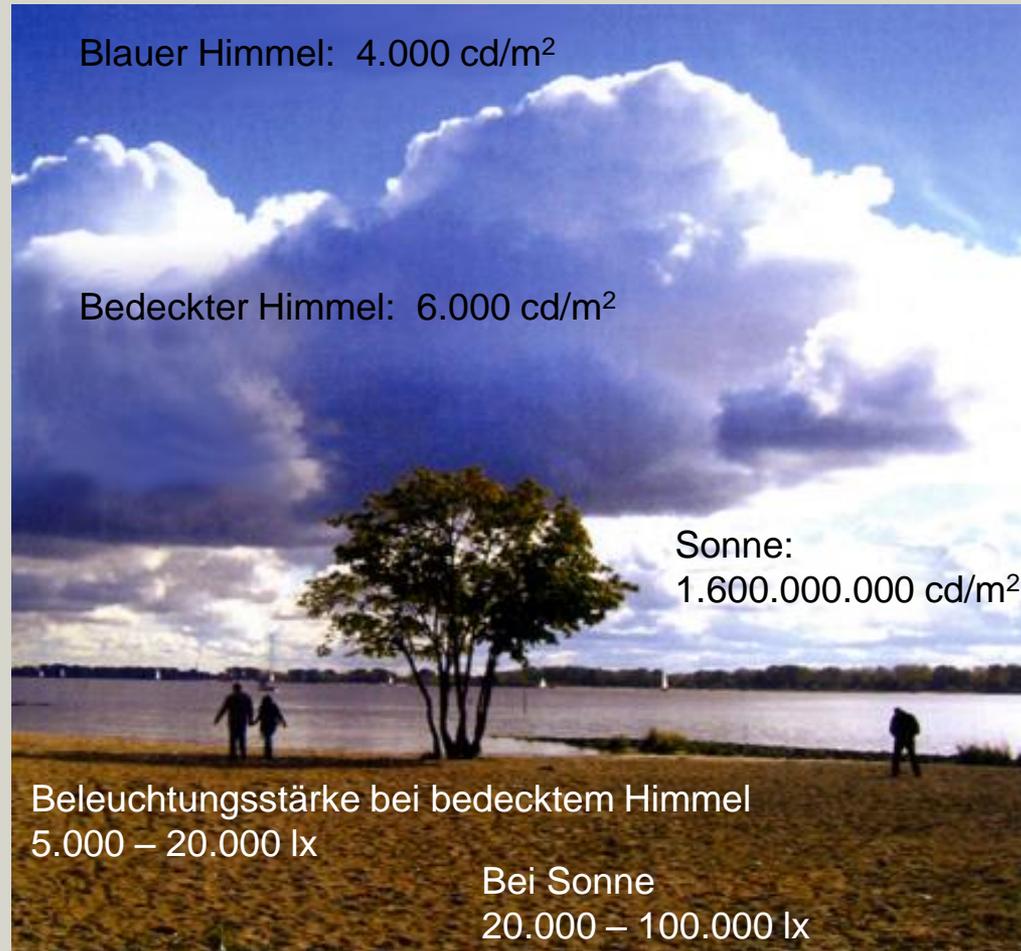


Die Leuchtdichte ist der vom Menschen wahrgenommene Helligkeitseindruck einer Fläche.

Beleuchtungsstärke + Leuchtdichte



Unterschiedliche
Beleuchtungsstärke-
und Leuchtdichtewerte



Beleuchtungsstärke + Leuchtdichte



Unterschiedliche
Beleuchtungsstärke-
und Leuchtdichtewerte

	E (lx)
Sonnenlicht	100.000
Bedeckter Himmel	10.000
Arbeitsplatzbeleuchtung	300 - 1.000
Verkehrszonenbeleuchtung	100
Straßenbeleuchtung	10
Mondlicht	1
	L (cd/m ²)
Sonnenlicht	1.600.000.000
Glühlampe (matt)	100.000
Leuchtstofflampe	10.000
Besonnte Wolken	10.000
Blauer Himmel	5.000
Lichtdecken	500
Spiegelraster-Leuchten	100
Weißes Papier bei 500 lx	100
Bildschirm (negativ)	10-50

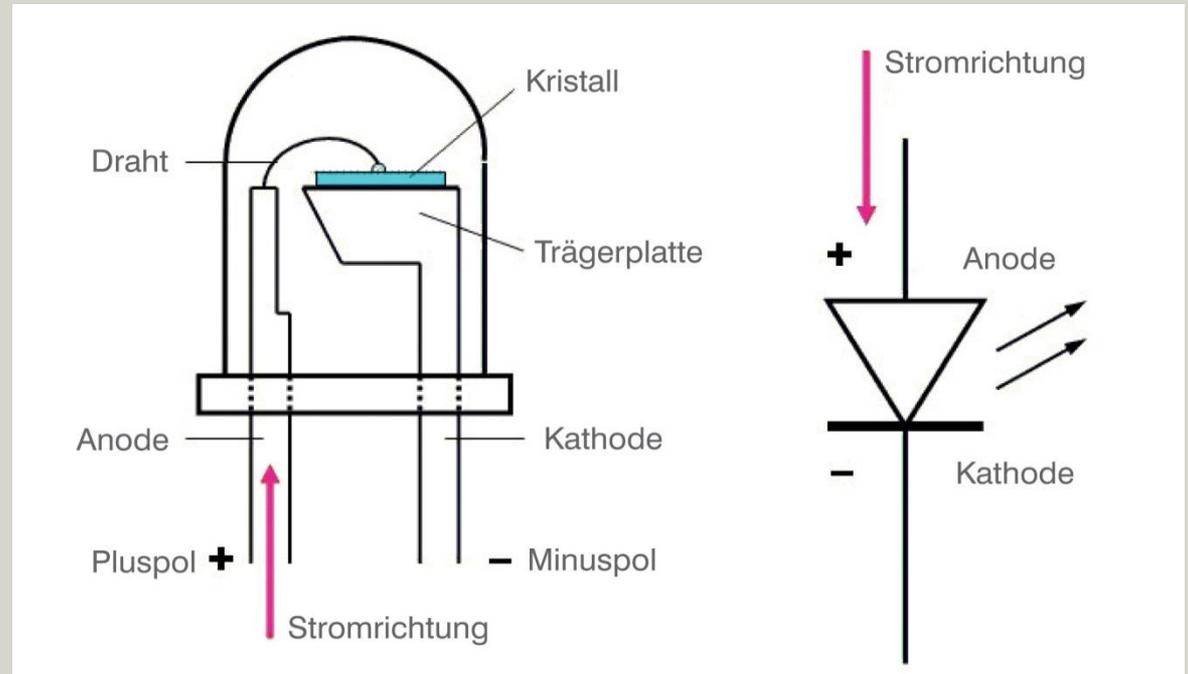


LED - Licht im Wandel

Was wird uns morgen (er) leuchten?

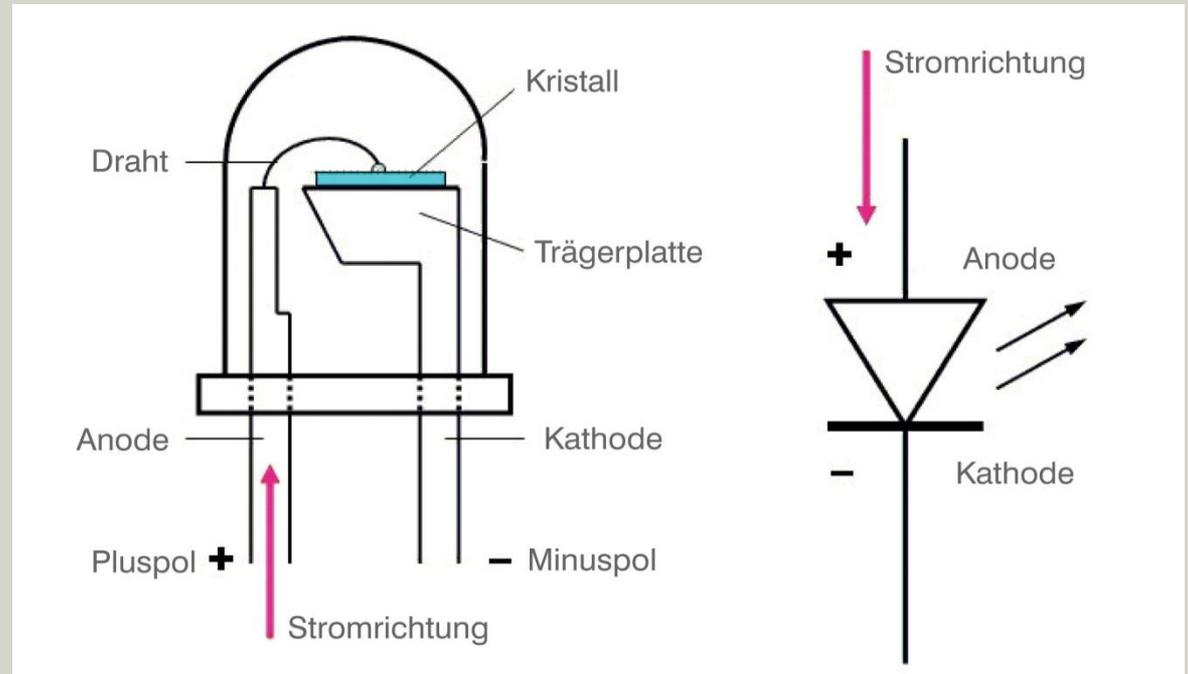
1. Kleine Einführung (lichttechn. Grundlagen)
2. LED - das Licht von morgen (und heute!)
3. Kunst- und Tageslicht
4. Licht und Gesundheit

LED – Leuchtmittel



Aufbau einer LED

LED – Leuchtmittel



Eine LED ist ein direkter Halbleiter. Die bei der Vereinigung elektrisch positiver und negativer Ladungsträger (Rekombination) frei werdende Energie wird direkt als Licht abgegeben.

LED – Leuchtmittel



Gründe für den Erfolg der LED

- die Licht erzeugende Fläche ist sehr klein (neue, kleinere Bauformen v. a. bei Leuchten)
- sehr effiziente Art der Lichterzeugung (hohe Lichtausbeute lm/W)
- stabiler physikalischer (Halbleiter-) Prozess (sehr lange Lebensdauer)
- die heute verwendeten LED erzeugen nahezu keine IR- und UV-Strahlung

LED – Leuchtmittel



Gründe für den Erfolg der LED

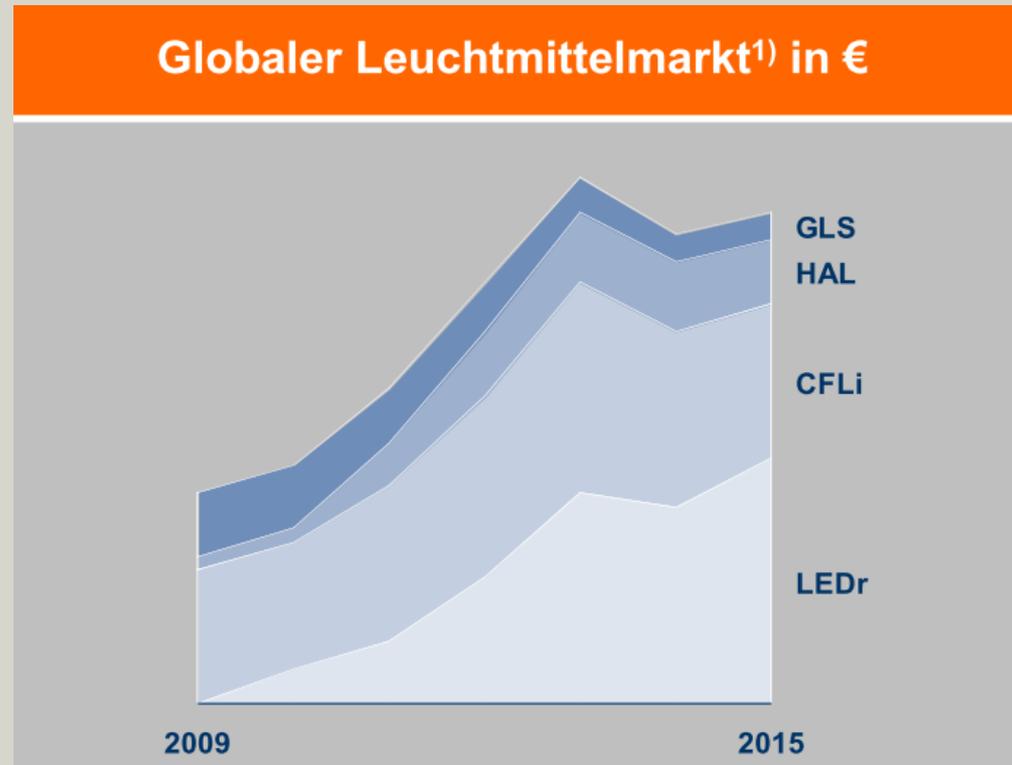
- klein
- effizient
- langlebig
- (unschädlich)

LED – Leuchtmittel



Vorteile der LED

- klein
- effizient
- langlebig
- (unschädlich)

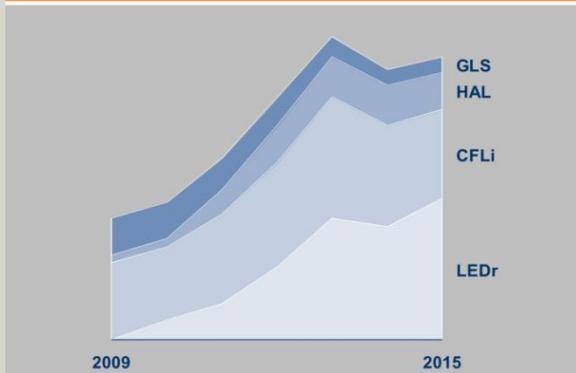


Quelle: Osram

LED – Leuchtmittel



Globaler Leuchtmittelmarkt¹⁾ in €



Quelle: Osram

Es lassen sich heute 3 LED-Produktgruppen unterscheiden,

- LED Lampen (meist retrofit)
- LED Leuchten (Gehäuse inkl. Leuchtmittel)
- LED Systeme (wie z. B. LED Schläuche)

LED – Leuchtmittel



Vorteile der LED

- klein
- effizient
- langlebig
- (unschädlich)



Die kleine, kompakte Bauweise der LED ermöglicht neue flache, runde, gebogene und flexible Bauformen bei LED-Leuchten und LED-Systemen.

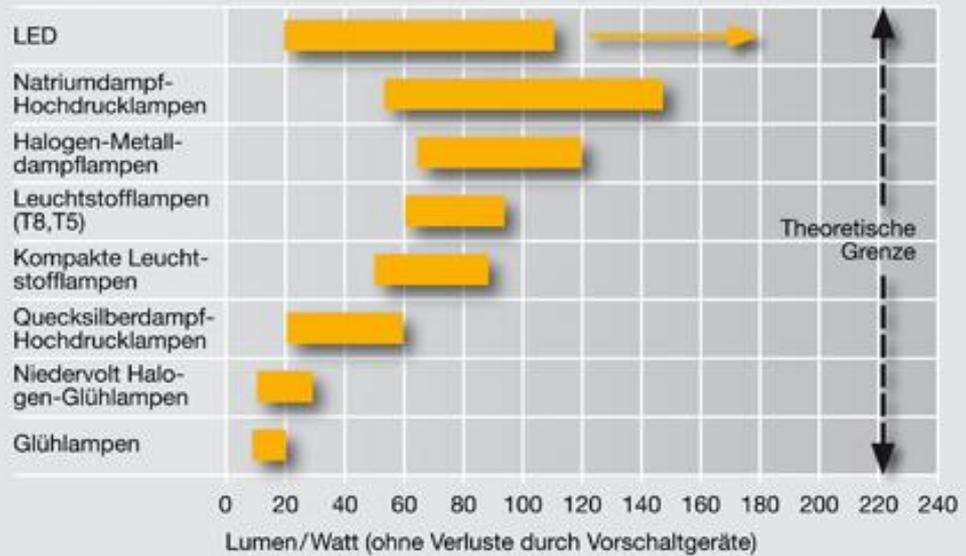
LED – Leuchtmittel



Vorteile der LED

- klein
- effizient
- langlebig
- (unschädlich)

Effizienz der Lichtquellen



Lichtausbeute unterschiedlicher Leuchtmittel

LED – Leuchtmittel



Vorteile der LED

- klein
- effizient
- langlebig
- (unschädlich)



Der Hersteller CREE hat im März 2014 einen Laborwert von 303 lm/W erreicht. (Das physikalische Maximum liegt bei etwa 350 lm/W.)

LED – Leuchtmittel



Vorteile der LED

- klein
- effizient
- langlebig
- (unschädlich)



Bei LED Retrofit-Lampen wird von den Herstellern eine Lebensdauer zwischen 15.000h und 35.000h angegeben.

LED – Leuchtmittel



Vorteile der LED

- klein
- effizient
- langlebig
- (unschädlich)

Produktinformation Mirona QL T LED12000-840 ETDD TOC: 6306051

Leuchtentyp

Robuster LED-Flächenstrahler.

Anwendungsbereiche

Hohe Räume, Hallen, Lager, Fertigungsstätten, Messe- und Ausstellungshallen, Sporthallen, Schwerindustrie. Für Feuchträume und Außenbereiche in der Freibewitterung..

Montagearten

Zur Deckenmontage sowie abgehängten Montage über optionales Zubehör geeignet.

Optisches System

Optisches System aus einer PMMA-Linsenoptik zusammengesetzt. Mit tief strahlender Lichtstärkeverteilung. Abdeckung der Lichtaustrittsöffnung aus Einscheiben-Sicherheitsglas. Die begrenzte Oberflächentemperatur ermöglicht den Einsatz in feuergefährdeten Betriebsstätten.

LED-System

LED-System bestehend aus 9 LED-Segmenten, je Segment mit 33/66 Mid-Power-LED in 3 Reihen bestückt. Leuchtenlichtstrom 10500 lm, Anschlussleistung 109 W, Lichtausbeute der Leuchte 96 lm/W. Lichtfarbe neutralweiß, Farbtemperatur 4000 K, Farbwiedergabeindex Ra > 80, Spezifische Parameter zur Angabe LED-Lebensdauer: L80 / B10, Umgebungstemperatur (ta) 25 °C, Lebensdauer 100000 Betriebsstunden.



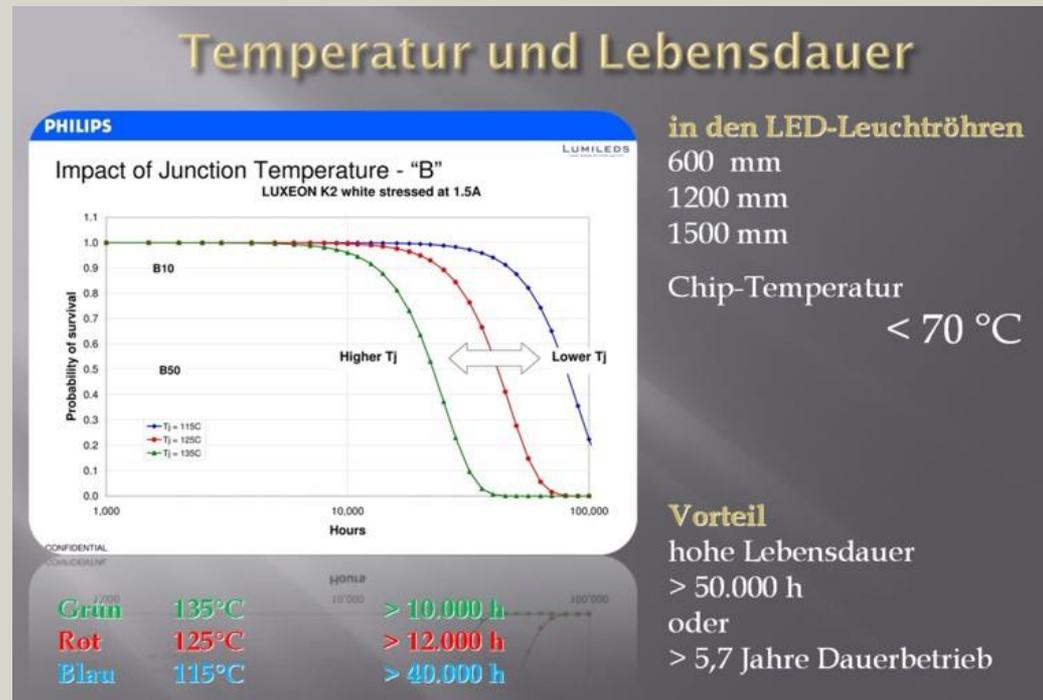
Bei LED Leuchten gehen die Angaben bis zu 100.000h

LED – Leuchtmittel



Vorteile der LED

- klein
- effizient
- langlebig
- (unschädlich)



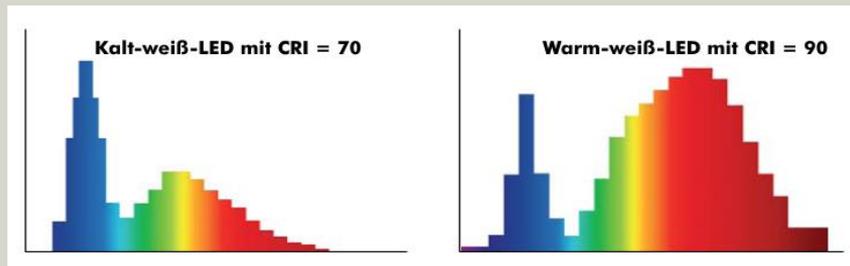
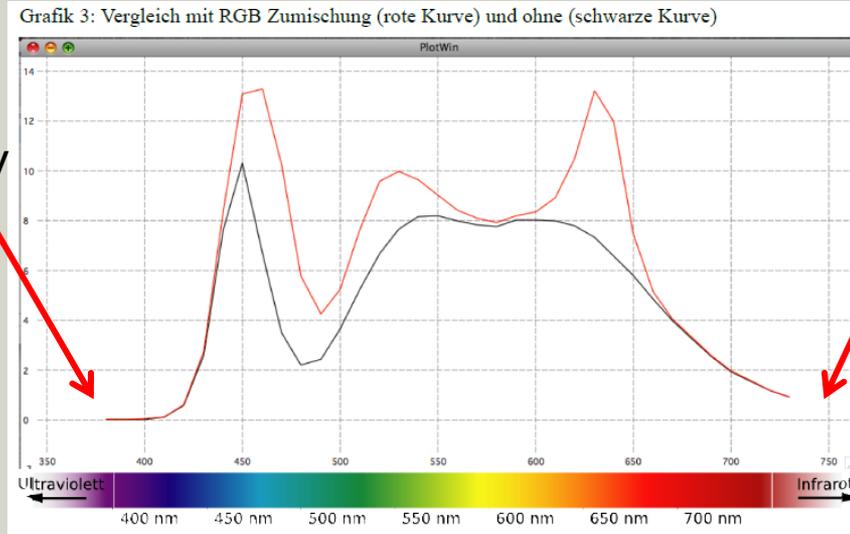
Die Lebensdauer von LEDs hängt maßgeblich von der Temperatur am Chip ab.

LED – Leuchtmittel



Vorteile der LED

- klein
- effizient
- langlebig
- (unschädlich)



LEDs geben so gut wie keine IR- und UV-Strahlung ab.

LED Lebensdauer



LED Lebensdauer ? (Datenblatt)

Leuchtentyp

LED-Einbauleuchte mit MRX-Micro-Reflektor und opaler PMMA-Kaschierung.

Anwendungsbereiche

Für Arbeitsplätze mit Bildschirmgeräten. Büros, Flure, Foyers, Konferenzräume, Verkaufsfächen, Wartezonen.

Montagearten

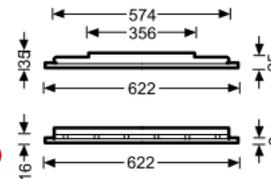
Einlegeleuchte für Decken mit sichtbaren Tragschienen. Mit separat zu bestellendem Zubehör für den Einbau in Decken mit verdeckten Tragschienen sowie gesägten Deckenöffnungen geeignet. Ausführung M84, Systemmaß 625 x 625 mm.

Optisches System

Mit Micro-Raster MRX für hohe Entblendung. Direkt strahlend. Bildschirmgerecht gemäß EN 12464-1 durch begrenzte Leuchtdichten $L \leq 1500 \text{ cd/m}^2$ für Ausstrahlungswinkel oberhalb 65° rundum. Begrenzung der Direktblendung gemäß $UGR < 19$.

LED-System

In Micro-Raster MRX integrierte, direkt abstrahlende LED für hohe Effizienz. Leuchtenlichtstrom 2800 lm, Anschlussleistung 26 W, Lichtausbeute der Leuchte 108 lm/W. Lichtfarbe warmweiß, Farbtemperatur 3000 K, Farbwiedergabeindex $R_a > 80$, Spezifische Parameter zur Angabe LED-Lebensdauer: L80 / B10, Lebensdauer 50000 Betriebsstunden.



LED Lebensdauer

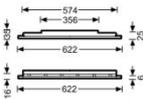
Leuchtentyp
LED-Einbauleuchte mit MRX-Micro-Reflektor und opaler PMMA-Kaschierung.

Anwendungsbereiche
Für Arbeitsplätze mit Bildschirmgeräten, Büros, Flure, Foyers, Konferenzräume, Verkaufsfächen, Wartezonen.

Montagearten
Einlegeleuchte für Decken mit sichtbaren Tragschienen. Mit separat zu bestellendem Zubehör für den Einbau in Decken mit verdeckten Tragschienen sowie gesägten Deckenöffnungen geeignet. Ausführung M84, Systemmaß 625 x 625 mm.

Optisches System
Mit Micro-Raster MRX für hohe Entblendung. Direkt strahlend, Bildschirmgerecht gemäß EN 12464-1 durch begrenzte Leuchtdichten $L \leq 1500 \text{ cd/m}^2$ für Ausstrahlungswinkel oberhalb 65° rundum. Begrenzung der Direktblendung gemäß UGR < 19.

LED-System
In Micro-Raster MRX integrierte, direkt abstrahlende LED für hohe Effizienz. Leuchtenlichtstrom 2800 lm, Anschlussleistung 26 W, Lichtausbeute der Leuchte 108 lm/W. Lichtfarbe warmweiß, Farbtemperatur 3000 K, Farbwiedergabeindex $R_a > 80$. Spezifische Parameter zur Angabe LED-Lebensdauer: L80 / B10, Lebensdauer 50000 Betriebsstunden.



LED Lebensdauer ?

Definition der Lebensdauer nach DIN IEC/PAS

Die Lebensdauer eines einzelnen LED-Moduls L_x , während der ein LED Modul unter festgelegten Bedingungen mehr als die angegebene Prozentzahl x des Anfanglichtstroms liefert. Beispiel: L70 B50 wird als die Lebensdauer verstanden, bei der der Lichtstrom größer/gleich 70% für 50% der Population ist.

LED Lebensdauer

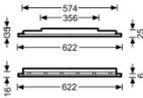
Leuchtentyp
LED-Einbauleuchte mit MRX-Micro-Reflektor und opaler PMMA-Kaschierung.

Anwendungsbereiche
Für Arbeitsplätze mit Bildschirmgeräten, Büros, Flure, Foyers, Konferenzräume, Verkaufsfächen, Wartezonen.

Montagearten
Einlegeleuchte für Decken mit sichtbaren Tragschienen. Mit separat zu bestellendem Zubehör für den Einbau in Decken mit verdeckten Tragschienen sowie gesägten Deckenöffnungen geeignet. Ausführung M84, Systemmaß 625 x 625 mm.

Optisches System
Mit Micro-Raster MRX für hohe Entblendung. Direkt strahlend, Bildschirmgerecht gemäß EN 12464-1 durch begrenzte Leuchtdichten $L \leq 1500 \text{ cd/m}^2$ für Ausstrahlungswinkel oberhalb 65° rundum. Begrenzung der Direktblendung gemäß UGR < 19.

LED-System
In Micro-Raster MRX integrierte, direkt abstrahlende LED für hohe Effizienz. Leuchtenlichtstrom 2800 lm, Anschlussleistung 26 W, Lichtausbeute der Leuchte 108 lm/W. Lichtfarbe warmweiß, Farbtemperatur 3000 K, Farbwiedergebeindex $R_a > 80$. Spezifische Parameter zur Angabe LED-Lebensdauer: L80 / B10, Lebensdauer 50000 Betriebsstunden.



LED Lebensdauer ????

Lebensdauer 50.000 Betriebsstunden

bei L80/B10

oder

Lebensdauer 60.000 Betriebsstunden

bei L70/B10

LED Lebensdauer

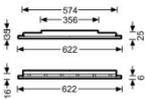
Leuchtyp
LED-Einbauleuchte mit MRX-Micro-Reflektor und opaler PMMA-Kaschierung.

Anwendungsbereiche
Für Arbeitsplätze mit Bildschirmgeräten, Büros, Flure, Foyers, Konferenzräume, Verkaufsfächen, Wartezonen.

Montagearten
Einlegeleuchte für Decken mit sichtbaren Tragschienen. Mit separat zu bestellendem Zubehör für den Einbau in Decken mit verdeckten Tragschienen sowie gesägten Deckenöffnungen geeignet. Ausführung M84, Systemmaß 625 x 625 mm.

Optisches System
Mit Micro-Raster MRX für hohe Entblendung. Direkt strahlend, Bildschirmgerecht gemäß EN 12464-1 durch begrenzte Leuchtdichten $L \leq 1500 \text{ cd/m}^2$ für Ausstrahlungswinkel oberhalb 65° rundum. Begrenzung der Direktblendung gemäß $UGR < 19$.

LED-System
In Micro-Raster MRX integrierte, direkt abstrahlende LED für hohe Effizienz. Leuchtenlichtstrom 2800 lm, Anschlussleistung 26 W, Lichtausbeute der Leuchte 108 lm/W. Lichtfarbe warmweiß, Farbtemperatur 3000 K, Farbwiedergabeindex $R_a > 80$, Spezifische Parameter zur Angabe LED-Lebensdauer: L80 / B10, Lebensdauer 50000 Betriebsstunden.



LED Lebensdauer ????

Lebensdauer 50.000 Betriebsstunden

bei L80/B10

L = Bemessungs- oder Nutzlebensdauer
(typische Werte = 80% oder 70%
Restlichtstrom)

B = Anteil der LED-Elemente, die am
definierten Lebensdauerende den
angestrebten Lichtstrom von z. B. 80%
Prozent (L80) unterschreiten

LED Lebensdauer

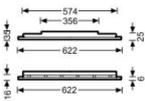
Leuchtentyp
LED-Einbauleuchte mit MRX-Micro-Reflektor und opaler PMMA-Kaschierung.

Anwendungsbereiche
Für Arbeitsplätze mit Bildschirmgeräten, Büros, Flure, Foyers, Konferenzräume, Verkaufsfächen, Wartezonen.

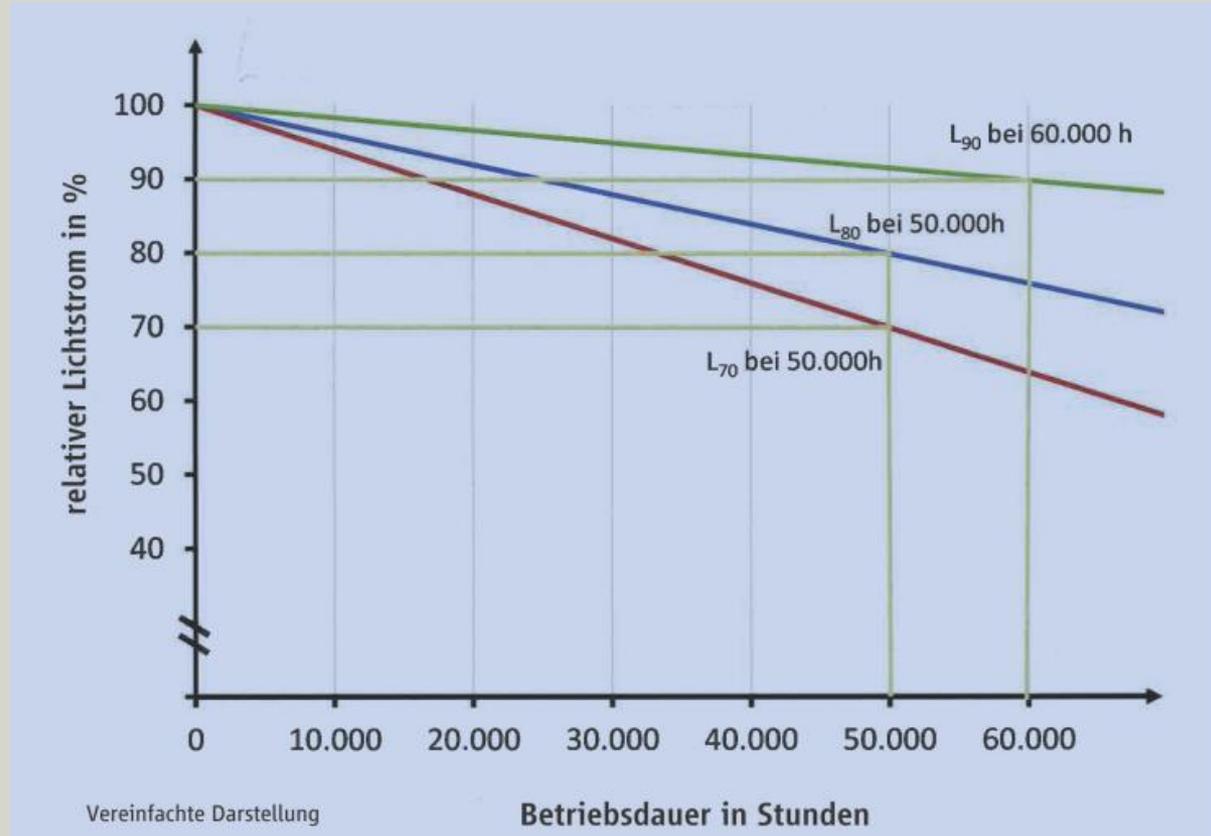
Montagearten
Einlegeleuchte für Decken mit sichtbaren Tragschienen. Mit separat zu bestellendem Zubehör für den Einbau in Decken mit verdeckten Tragschienen sowie gesägten Deckenöffnungen geeignet. Ausführung M84, Systemmaß 625 x 625 mm.

Optisches System
Mit Micro-Raster MRX für hohe Entblendung. Direkt strahlend, Bildschirmgerecht gemäß EN 12464-1 durch begrenzte Leuchtdichten $L \leq 1500 \text{ cd/m}^2$ für Ausstrahlungswinkel oberhalb 65° rundum. Begrenzung der Direktblendung gemäß UGR < 19.

LED-System
In Micro-Raster MRX integrierte, direkt abstrahlende LED für hohe Effizienz. Leuchtenlichtstrom 2800 lm, Anschlussleistung 26 W, Lichtausbeute der Leuchte 108 lm/W. Lichtfarbe warmweiß, Farbtemperatur 3000 K, Farbwiedergabeindex $R_a > 80$. Spezifische Parameter zur Angabe LED-Lebensdauer: L80 / B10, Lebensdauer 50000 Betriebsstunden.



50.000 Betriebsstunden
bei L80/B10 oder
60.000 Betriebsstunden
bei L70/B10



Vereinfachte Darstellung

Betriebsdauer in Stunden

LED Lebensdauer

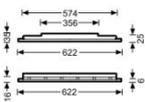
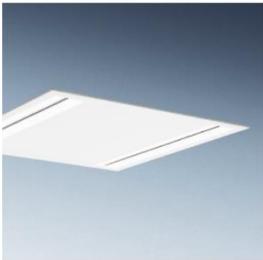
Leuchtentyp
LED-Einbauleuchte mit MRX-Micro-Reflektor und opaler PMMA-Kaschierung.

Anwendungsbereiche
Für Arbeitsplätze mit Bildschirmgeräten, Büros, Flure, Foyers, Konferenzräume, Verkaufsfächen, Wartezonen.

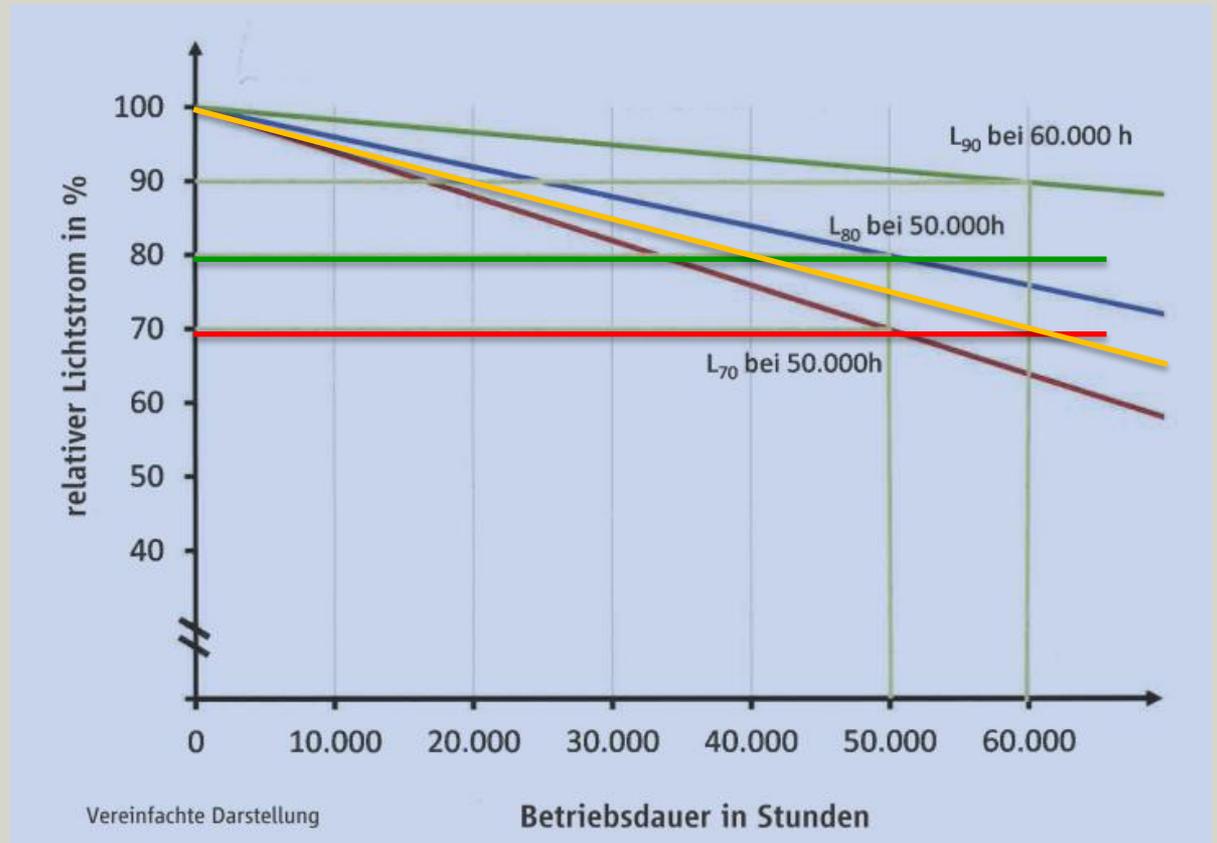
Montagearten
Einlegeleuchte für Decken mit sichtbaren Tragschienen. Mit separat zu bestellendem Zubehör für den Einbau in Decken mit verdeckten Tragschienen sowie gesägten Deckenöffnungen geeignet. Ausführung M84, Systemmaß 625 x 625 mm.

Optisches System
Mit Micro-Raster MRX für hohe Entblendung. Direkt strahlend, Bildschirmgerecht gemäß EN 12464-1 durch begrenzte Leuchtdichten $L_s \leq 1500 \text{ cd/m}^2$ für Ausstrahlungswinkel oberhalb 65° rundum. Begrenzung der Direktblendung gemäß UGR < 19.

LED-System
In Micro-Raster MRX integrierte, direkt abstrahlende LED für hohe Effizienz. Leuchtenlichtstrom 2800 lm, Anschlussleistung 26 W, Lichtausbeute der Leuchte 108 lm/W. Lichtfarbe warmweiß, Farbtemperatur 3000 K, Farbwiedergabeindex $R_a > 80$. Spezifische Parameter zur Angabe LED-Lebensdauer: L80 / B10, Lebensdauer 50000 Betriebsstunden.



50.000 Betriebsstunden
bei L80/B10 oder
60.000 Betriebsstunden
bei L70/B10



Vereinfachte Darstellung

Betriebsdauer in Stunden

LED Energieeffizienz

Wo lassen sich LEDs heute schon sinnvoll einsetzen?

Grundbeleuchtung
Klassenzimmer



LED Energieeffizienz

Grundbeleuchtung Klassenzimmer



Die LED-Leuchte ist in diesem Beispiel um 27% effizienter, als eine sehr gute Rasterleuchte mit Leuchtstofflampenbest.

Standard Klassenzimmer ($l = 9\text{m}$, $b = 7\text{m}$, 300lx)

1. Schlechte Rasterleuchte (T5 Leuchtstofflampe)

$$P_a = 500 \text{ W} // 7,9 \text{ W/m}^2 // 2,5 \text{ W/m}^2 100\text{lx}$$

2. Effiziente Rasterleuchte (T5 Leuchtstofflampe)

$$P_a = 420 \text{ W} // 6,5 \text{ W/m}^2 // 1,93 \text{ W/m}^2 100\text{lx}$$

3. Effiziente LED-Leuchte

$$P_a = 320 \text{ W} // 5,1 \text{ W/m}^2 // 1,41 \text{ W/m}^2 100\text{lx}$$

Einsatzbereiche



Wo lohnt sich LED-Beleuchtung und wo (noch) nicht?

Sinnvoll:

- Verkehrszonen
- Treppenhäuser
- Grundbeleuchtung (teilweise)
- Sporthallen (BMU-Förderung)
- Anlagen mit langen Einschaltzeiten
- in kalten oder unbeheizten Räumen
- Industrieanlagen mit hohen Hallen und langer Brenndauer
- Bereiche mit Lichtsteuerung und Regelung (z. B. tageslichtabh.)
- generell bei vielen Ein- und Ausschaltungen

Einsatzbereiche



Wo lohnt sich LED-Beleuchtung und wo (noch) nicht?

- Meist sinnvoll:
- Shops wo möglichst wenig Strahlungswärme akzeptiert wird
 - Shops wo möglichst wenig UV-Licht akzeptiert wird
 - Grundbeleuchtung (teilweise)
 - In Fällen wo langfristig gedacht wird (ROI größer 4-5 Jahre)
 - Industrieanlagen mit hohen Hallen wo der Wartungsaufwand (z. B. durch Hubsteiger sehr aufwendig ist

Einsatzbereiche



Wo lohnt sich LED-Beleuchtung und wo (noch) nicht?

Nicht sinnvoll:

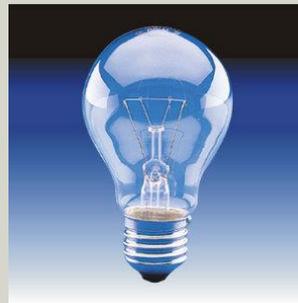
- Shopbeleuchtung mit hohen Leistungen (z. B. HQI 70W)
- Prüfplätze, bei denen es auf extrem genaue Farbwiedergabe ankommt
- Räume die nur selten genutzt werden, (Keller, Dachboden)
- einfache Hallen, die nur gelegentlich mit Kunstlicht beleuchtet werden

Einsatzbereiche



Welche Lampe wo einsetzen?

Temperaturstrahler Entladungslampen Licht emitt. Dioden



Einsatzbereiche



Welche Lampe wo einsetzen?

Temperaturstrahler

- Lichtfarbe ca. 2.700 °K
- sofort 100% Lichtleistung
- kein Quecksilber (Hausmüll)
- Mittlere Lebensdauer ca. 2.000 h
- 10 lm/W – 20 lm/W
- nur geringe jährliche Nutzungszeiten

=> Keller

=> Dachboden

Einsatzbereiche



Welche Lampe wo einsetzen?

Entladungslampen

- Lichtfarbe 2.700 °K bis 8.000 °K
- Mittlere Lebensdauer 15.000 h bis 25.000 h
- Lichtstromanlaufphase
- teilweise mindere Lichtqualität
- nur spezielle Lampen dimmbar (100% bis 3%)
- 75 lm/W – über 100 lm/W
- Quecksilber (Sondermüll)

=> **Küche**

=> **Esszimmer**

=> **Wohnzimmer**

Einsatzbereiche



Welche Lampe wo einsetzen?

LED-Leuchtmittel

- Lichtfarbe ca. 3.000 °K bis 5.000 °K
- Mittlere Lebensdauer 6.000 h bis 35.000 h
- sofort 100% Lichtstrom
- unterschiedliche Lichtqualität
- nur spezielle Lampen dimmbar
- 75 lm/W – über 100 lm/W (in Zukunft weit höher)

- => Küche
- => Esszimmer
- => Wohnzimmer
- => (Bad/WC)

LED Lichtquelle der Zukunft



Vorteile der LED

- klein
- effizient
- langlebig
- (unschädlich)

Prognose: LED-Anwendungen

LEDs in der Beleuchtung: Heute und in Zukunft



Stadt/Straße Büro Shop Hotel/Wohnung Museum Notbeleuchtung

	Stadt/Straße	Büro	Shop	Hotel/Wohnung	Museum	Notbeleuchtung
LED						
2010	•	•	•	•	•	•
2013	••	••	••	••	••	••
2020	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Leuchtstofflampen						
2010	•	•••	••	••	••	••
2013	•	••	••	••	••	••
2020	•	••	••	••	••	••
Natriumdampf-Hochdrucklampen						
2010	••••		••			
2013	••		••			
2020	•		••			
Hochdruckentladungslampen						
2010	•••		•••		••	
2013	•		••		••	
2020			••		••	
Halogenlampen						
2010		•	••	••••	•••	
2013			••	••	••	
2020				••	••	

© licht.de



LED - Licht im Wandel

Was wird uns morgen (er) leuchten?

1. Kleine Einführung (lichttechn. Grundlagen)
2. LED - das Licht von morgen (und heute!)
3. Kunst- und Tageslicht
4. Licht und Gesundheit



Kunst - und Tageslicht



Die wichtigste „Lichtquelle“ des Menschen ist die Sonne

Diese ist aber,

- nicht da (auf der anderen Seite)
- zu hell
- zu dunkel (gestern)
- zu warm
- zu dynamisch (lenkt nur ab)

Deshalb gab es in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts Bestrebungen sie „draußen“ zu lassen.

Kunst - und Tageslicht



Und so baute man Schulräume ohne Tageslicht oder Großraumbüros ohne Fenster.



Kunst - und Tageslicht



Das hat sich gottseidank wieder geändert.

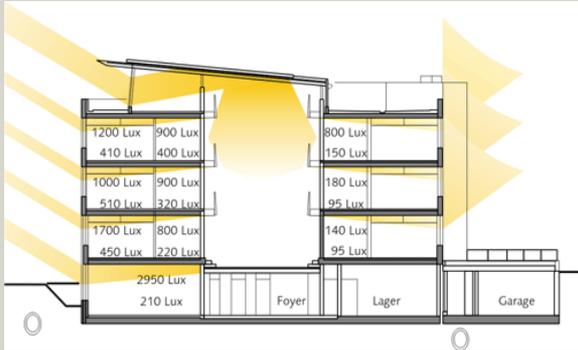
Die wichtigste „Lichtquelle“ des Menschen ist die Sonne

Diese ist,

- sehr gesund
- tagsüber (fast) immer verfügbar
- warm
- dynamisch (wirkt stimulierend)
- kostenlos

Deshalb gibt es heute vermehrt Bestrebungen sie stärker in die Gebäude hinein zu lassen.

Kunst - und Tageslicht



Das Licht der Sonne ist wichtig für unser körperliches Wohlergehen und die Anteilnahme am Außengeschehen für unser mentales Befinden.



Kunst - und Tageslicht



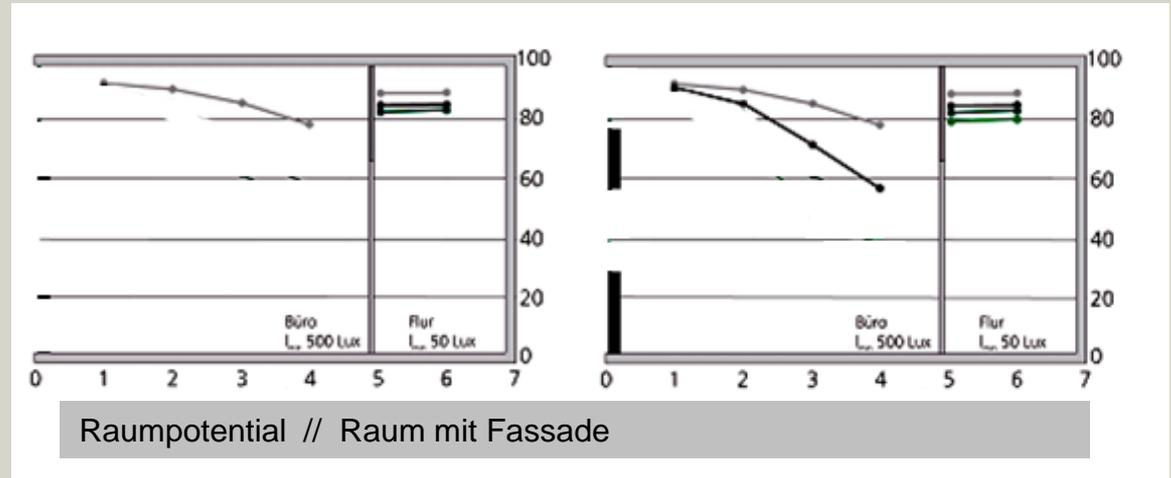
Das Licht der Sonne wird wieder in stärkerem Maße zur Referenzgröße.



Kunst - und Tageslicht



Tageslichtversorgung
eines Raumes



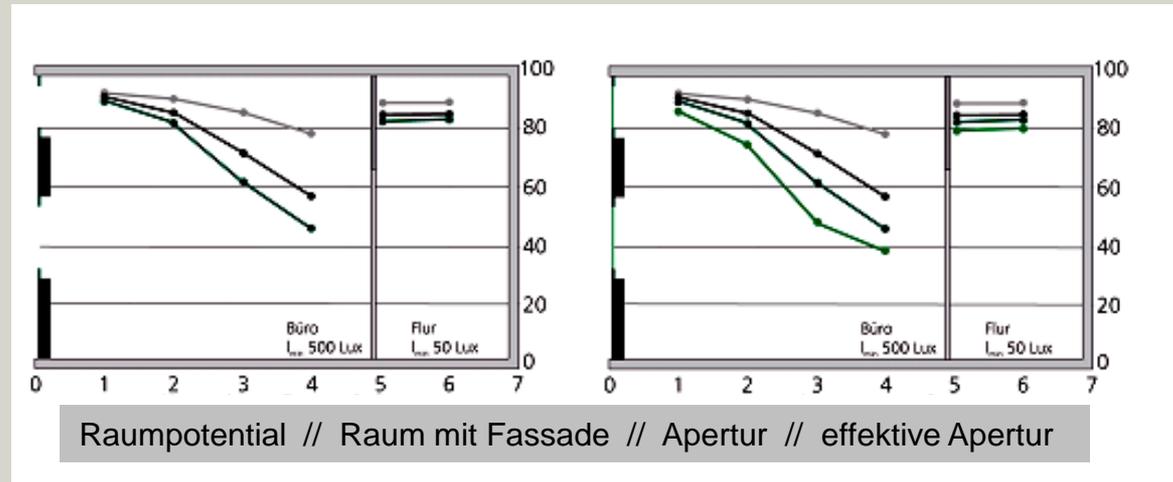
Die mögliche Versorgung eines Raumes mit
Tageslicht hängt ab von,

- Raumpotential (Rohbau)
- Fassadengestaltung

Kunst - und Tageslicht



Tageslichtversorgung
eines Raumes



Die mögliche Versorgung eines Raumes mit Tageslicht hängt ab von,

- Raumpotential (Rohbau)
- Fassadengestaltung
- Sonnen- und/oder Blendschutz
- Fassadenorientierung (Süd, West, ...)

Kunst - und Tageslicht



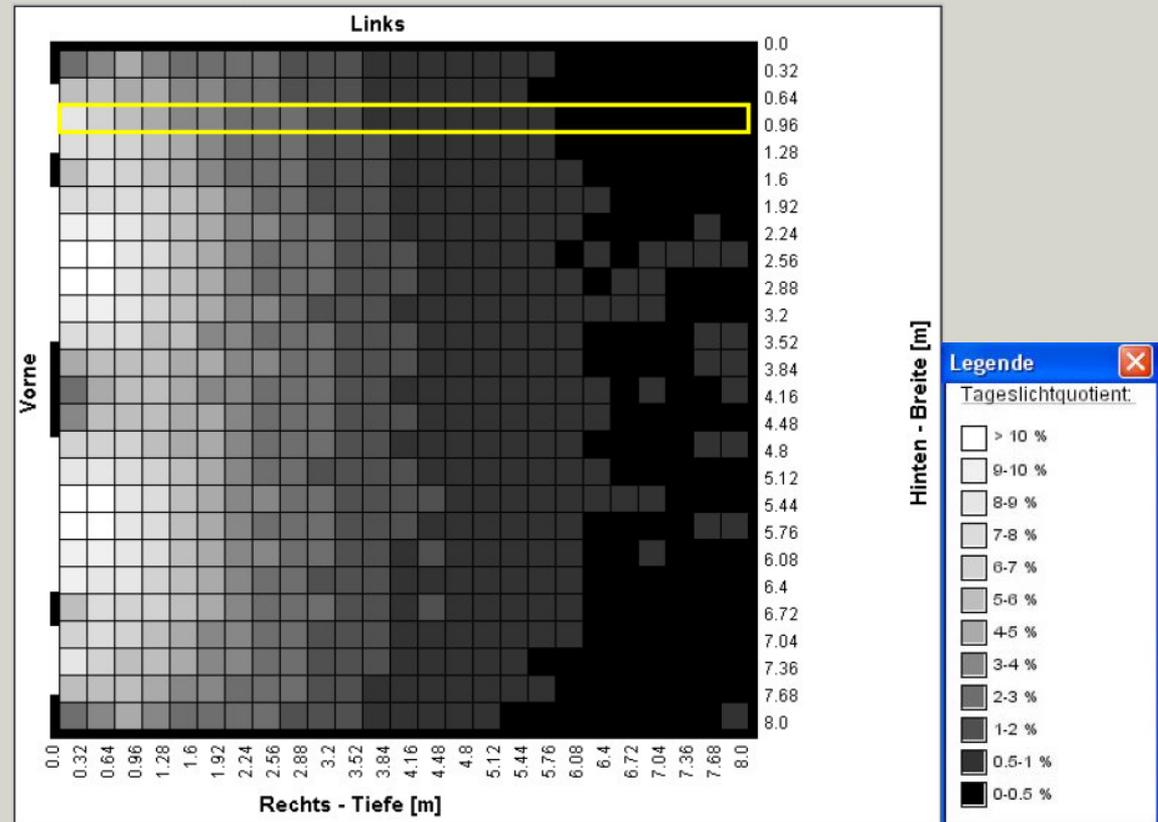
Tageslichtquotienten:

$$T_{\text{mittel}} = 2,1 \%$$

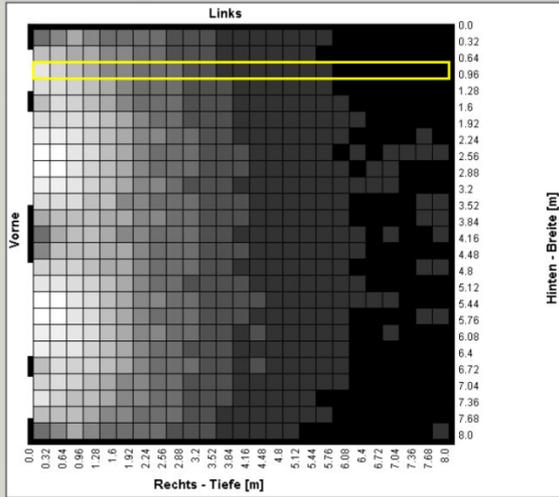
$$T_{\text{min}} = 0,3 \%$$

$$T_{\text{max}} = 11,0 \%$$

Neuzustand: Tageslichtquotient



Kunst - und Tageslicht



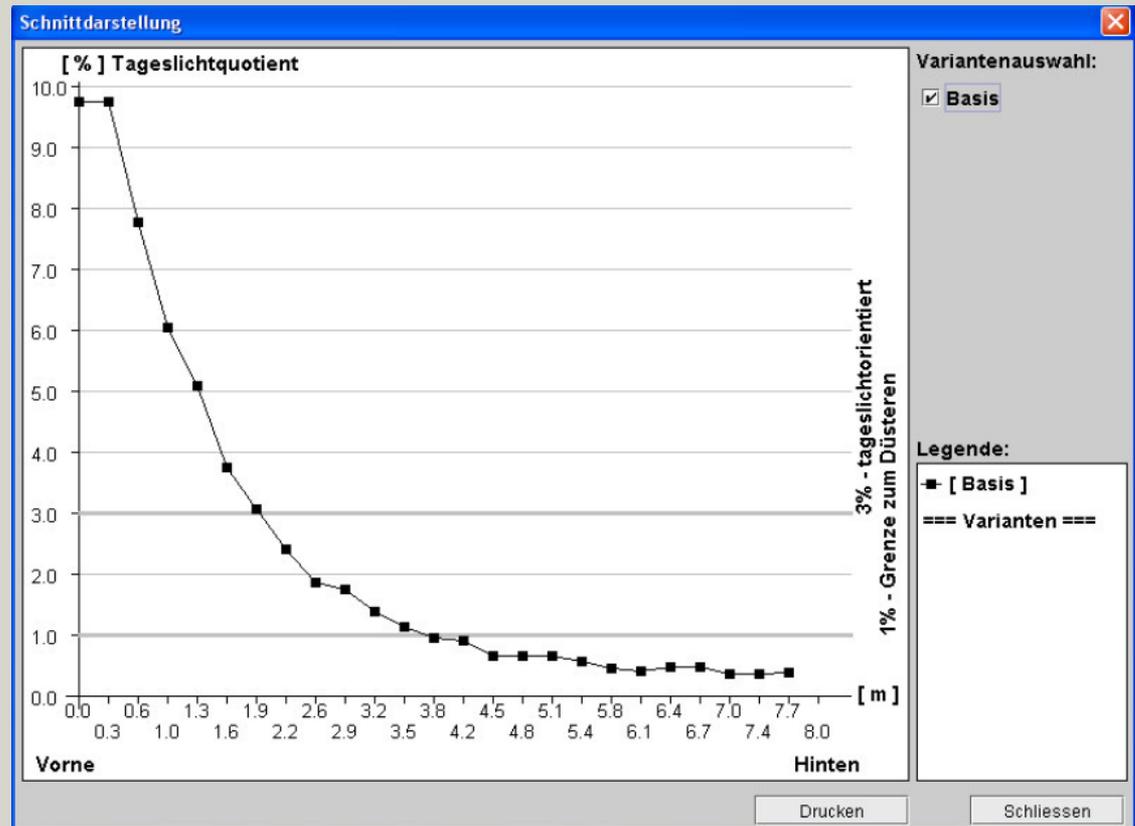
Tageslichtquotienten:

$$T_{\text{mittel}} = 2,1 \%$$

$$T_{\text{min}} = 0,3 \%$$

$$T_{\text{max}} = 11,0 \%$$

Neuzustand: Tageslichtquotient



Realisierte Bauobjekte



Gymnasium Sonthofen



Realisierte Bauobjekte



Gymnasium Sonthofen



Eingangshalle

Realisierte Bauobjekte



Gymnasium Sonthofen



Klassenzimmer

Realisierte Bauobjekte



Gymnasium Buchloe



Realisierte Bauobjekte



Gymnasium Buchloe



Eingangshalle

Realisierte Bauobjekte



Gymnasium Buchloe



Flure

Realisierte Bauobjekte



Gymnasium Buchloe



Treppenhaus

Realisierte Bauobjekte



Gymnasium Buchloe

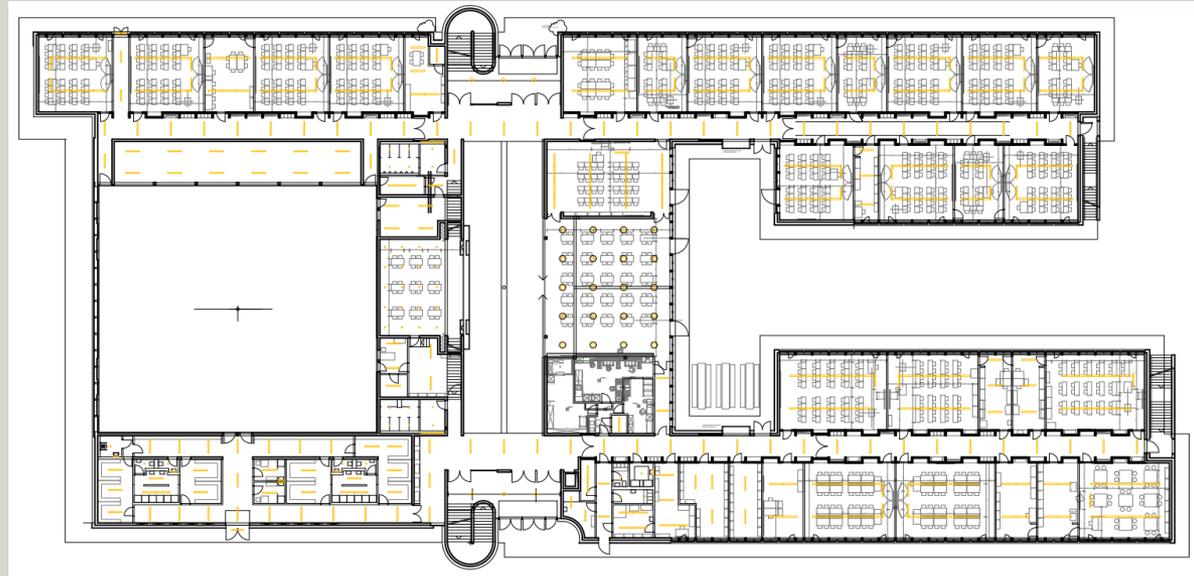


Klassenraum

Realisierte Bauobjekte



Gymnasium Buchloe



Grundriss EG

Realisierte Bauobjekte



Wohnheim Olymp. Dorf
Innsbruck



Computergrafiken

Realisierte Bauobjekte



Wohnheim Olymp. Dorf
Innsbruck



Computergrafiken

Realisierte Bauobjekte



Realisierte Bauobjekte



Ausstellungsbereich

Realisierte Bauobjekte



Eingangsbereich



LED - Licht im Wandel

Was wird uns morgen (er) leuchten?

1. Kleine Einführung (lichttechn. Grundlagen)
2. LED - das Licht von morgen (und heute!)
3. Kunst- und Tageslicht
4. Licht und Gesundheit

Licht und Gesundheit

Den modernen Menschen gibt es seit etwa 200.000 Jahren.

199.865 Jahre davon lebte er mit der Sonne.

Die restlichen 135 Jahre auch mit der künstlichen (elektrischen) Beleuchtung.



Licht und Gesundheit

Ein 50-jähriger Mensch hätte somit keine zwei Wochen mit dem elektrischen Licht gelebt.





Licht und Gesundheit



Die wichtigste „Lichtquelle“ des Menschen
ist die Sonne

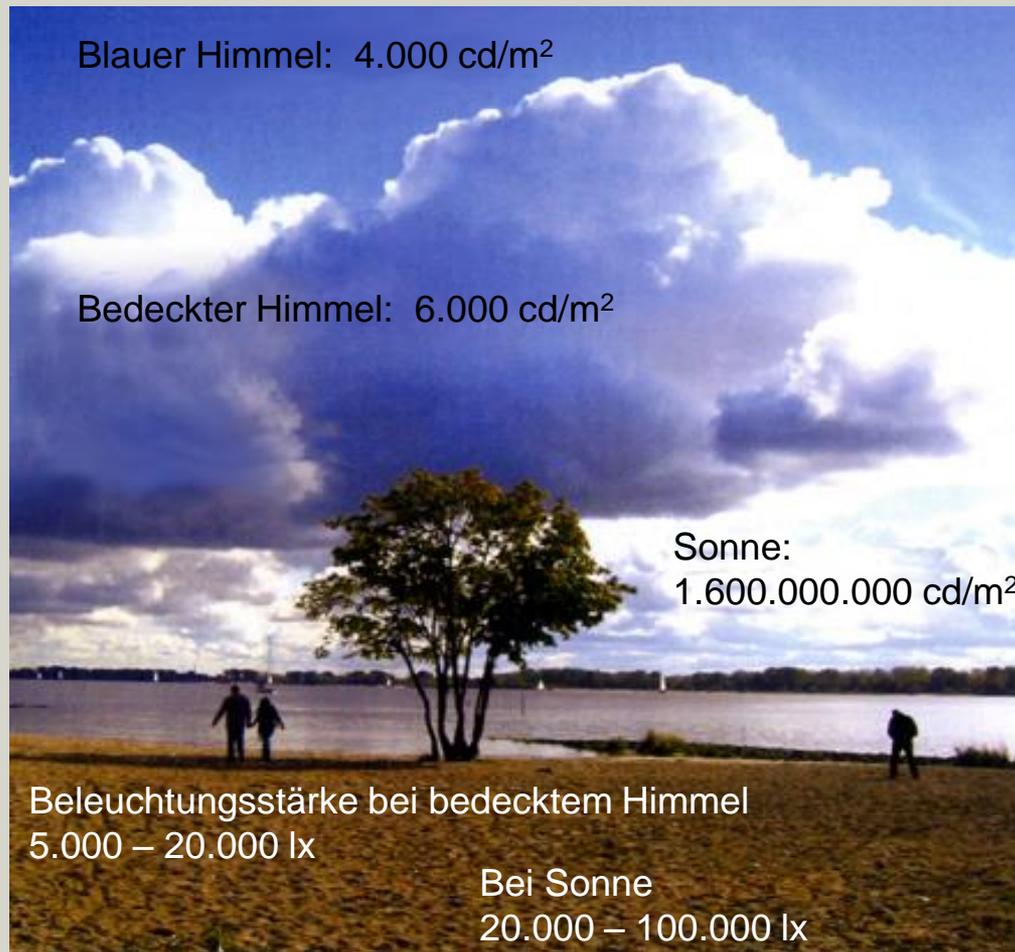
Eine Anpassung an das Kunstlicht hat definitiv
noch nicht stattgefunden!

Trotzdem verbringt der moderne Mensch in den westlichen Industrienationen über 90% seiner Zeit in geschlossenen Räumen.

Licht und Gesundheit



Im Außenraum herrschen völlig andere Lichtverhältnisse.



Licht und Gesundheit

Der Mensch in Industriegesellschaften verbringt bis zu 90% seines Lebens in geschlossenen Räumen, in die Tageslicht nicht, wenig oder spektral verändert eintritt.



Normative Vorgaben:	Büroräume	500 lx
	Klassenräume	300 lx
	Sporthallen	300 lx
	Wohnraum	> 300 lx

Licht und Gesundheit



Licht und Gesundheit

- Licht steuert unsere innere Uhr (circadianer Rhythmus)
- Licht beeinflusst das Wohlbefinden (Winterdepression)
- Licht steuert die hormonelle Tätigkeit (z. B. Melatonin)
- Licht heilt Hautkrankheiten (z. B. Psoriasis)
- Licht wirkt therapeutisch (Vitamin D, Gelbsucht)
- Licht hat eine schmerzstillende Wirkung
-

Licht und Gesundheit



Licht und Gesundheit

- Licht steuert unsere innere Uhr (circadianer Rhythmus)
- Licht beeinflusst das Wohlbefinden (Winterdepression)
- Licht steuert die hormonelle Tätigkeit (z. B. Melatonin)
- Licht heilt Hautkrankheiten (z. B. Psoriasis)
- Licht wirkt therapeutisch (Vitamin D, Gelbsucht)
- Licht hat eine schmerzstillende Wirkung

➔ ~~Licht in Gebäuden~~

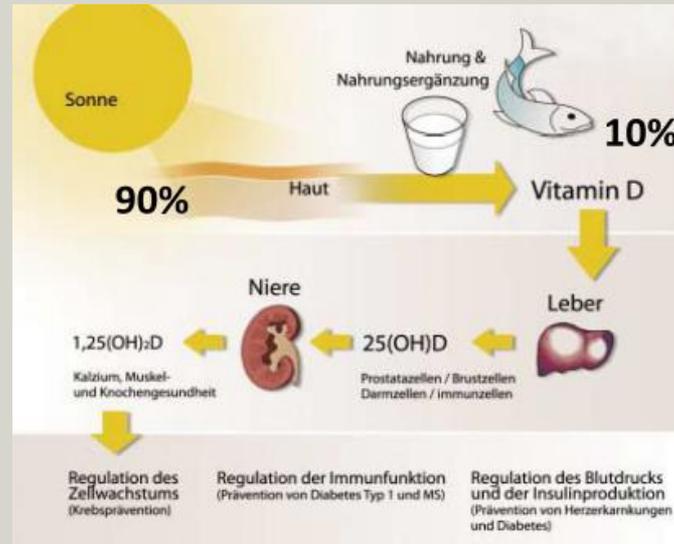
Licht und Gesundheit

Behandlung von:

- Tuberkulose (seit 1895)
- Rachitis (seit etwa 1920)

Sanatorien in Davos, Braunwald, etc.

Lichttherapie (UV)



Dynamisches Licht für zu Hause

Bislang keine Komplettlösungen für zu Hause

→ ***Auf angenehme Lichtstimmung achten mit guter Allgemein- und gezielter Akzentbeleuchtung***

Biologisch wirksames Licht über Lichtwecker:

- 1 30 Minuten vor Weckzeit: Gerät erhöht Beleuchtungsstärke, simuliert Sonnenaufgang
- 2 Anwender sind wacher, energiegeladener, stehen früher auf
- 3 Cortisol-Spiegel deutlich höher als normal

Lichttherapiegeräte für zu Hause:

- 20 % der Bevölkerung leiden an SAD
- Lichttherapiegeräte mit Tageslichtspektrum und hohem Blauanteil (Farbtemperatur: 6.500 Kelvin / Beleuchtungsstärke bis zu 10.000 Lux)

Entspannt aufwachen, agil
in den Tag starten



© licht.de



LED - Licht im Wandel

Wie werden unsere Gebäude morgen beleuchtet werden?



LED - Licht im Wandel

Wie werden unsere Gebäude morgen beleuchtet werden? (Hypothesen)

- es werden offene, helle Gebäude sein
- sie werden sich am Tageslicht orientieren
- es wird LED-Technik verbaut sein (OLED)
- trotzdem sollten wir ausreichend Zeit vor dem Gebäude verbringen
- und das Licht auch mal ausschalten, denn . . .

