

# Begriffe des Lichts

Info für Lehrpersonen



<b>Arbeitsauftrag</b>	Text bearbeiten Definitions-Kärtchen erstellen Lexikon studieren
<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Licht-Begriffe kennen und wissen, was sie bedeuten</li><li>• Eigene Formulierungen zu den Begriffen finden</li><li>• Definitionen schreiben</li><li>• Arbeit mit dem Lichtlexikon</li></ul>
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arbeitstext 05 und integriertes Arbeitsblatt</li><li>• Kärtchen für Definitionen</li><li>• Lichtlexikon 05 Lex</li></ul>
<b>Sozialform</b>	EA
<b>Zeit</b>	40'

## Zusätzliche Informationen:

- Mit den Begriffen lässt sich auch rechnen (umrechnen etc.)

## Weiterführende Ideen

- SuS können einander mit den Kärtchen abfragen

# Begriffe des Lichts

Arbeitsunterlagen



## Licht und seine Begriffe

### Wahrgenommene Lichtstärke

Die Lichtstärke ist eine Eigenschaft der Lichtquelle und hängt nicht vom Abstand eines Beobachters ab. Sie beziffert den Teil des Lichtstroms – Einheit: Lumen –, der in eine bestimmte Richtung ausgestrahlt wird. Dabei wird die Wahrnehmungsfähigkeit des menschlichen Auges in Betracht gezogen. Beispielsweise ist die Lichtstärke einer Infrarot-Strahlungsquelle gleich null, da sie für das menschliche Auge unsichtbar ist.



Die vom Auge empfundene Helligkeit einer Lichtquelle stimmt nicht immer mit der physikalischen Lichtstärke überein. Der Kontrast mit der Umgebung beeinflusst die Wahrnehmung des Auges.

Eine Lichtquelle mit einer kleinen Oberfläche wird als heller oder blendender empfunden, als eine gleiche Lichtquelle aber einer grösseren Oberfläche. Dieser Effekt kann zum Beispiel bei Autoscheinwerfern verschiedener Größe oder bei Auf- oder Untergang von Mond oder Sonne beobachtet werden.

# Begriffe des Lichts

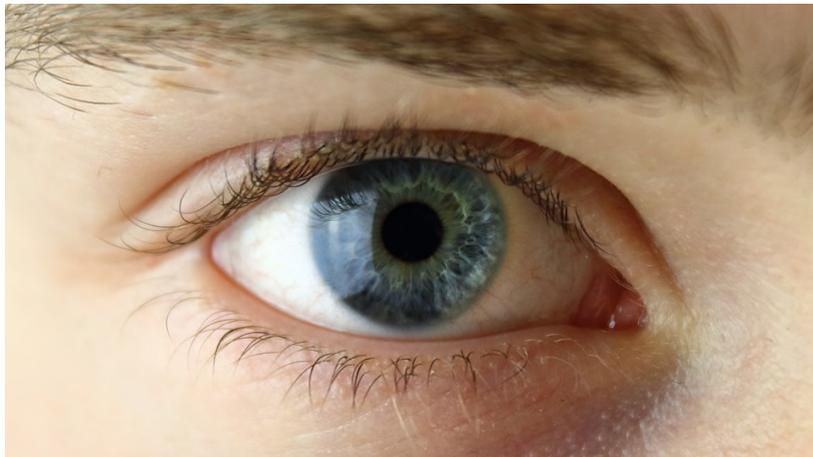
Arbeitsunterlagen



## Helligkeit

Das Wort Helligkeit wird meist für die persönliche, subjektive Lichtempfindung benutzt, wie sie auf das Auge des Beobachters wirkt. Diese Sinnesempfindung kann aber bei verschiedenen Personen unterschiedlich sein.

Sie hängt insbesondere von der Empfindlichkeit der Sehzellen ab, die bei den meisten Menschen in der Wellenlänge von gelb-grün am höchsten ist, das entspricht dem Maximum der Sonnenstrahlung, bei vielen Tieren aber zu anderen Farben verschoben ist, wie z. B. bei Katzen oder Bienen.



Das menschliche Auge arbeitet in einem sehr grossen Helligkeitsbereich. Dennoch können wir verschiedene Helligkeiten als unterschiedlich wahrnehmen, sobald sich ihre Lichtmenge um mehr als 10 % unterscheidet.

Also sind für Helligkeiten zwei Effekte besonders zu berücksichtigen:

- die individuellen Eigenschaften des Auges
- die gleichzeitig auftretenden Strahlungen im sichtbaren Wellenlängenbereich und im angrenzenden Infrarot bzw. UV.

Der Begriff Helligkeit versteht sich als Intensität der auf einen Beobachter oder Sensor wirkenden Strahlung.

# Begriffe des Lichts

Arbeitsunterlagen



## Beleuchtungsstärke

Lux ist die Einheit der Beleuchtungsstärke. Ihr Einheitenzeichen ist: lx.  
Die Beleuchtungsstärke wird mit dem Luxmeter gemessen.  $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm} / \text{m}^2$

### Beispiel 1

Der Lichtstrom einer Kerze beträgt ca. 10 lm. Weiße Gegenstände, von einer Kerze im Abstand von ca. 1,8 m beleuchtet, erscheinen ungefähr so hell wie im Licht des Vollmonds.

### Abhängigkeit vom Abstand

Abstand in m	bel. Fläche in m <sup>2</sup>	Beleuchtungsstärke in lx
0,2	0,01	150
0,4	0,03	38
0,6	0,07	17
0,8	0,13	9
1,0	0,20	6

### Beispiele typischer Beleuchtungsstärken

Heller Sonnentag	100.000 lx
Bedeckter Sommertag	20.000 lx
Im Schatten im Sommer	10.000 lx
Operationssaal	10.000 lx
Bedeckter Wintertag	3.500 lx
Beleuchtung TV-Studio	1.000 lx
Büro-/Zimmerbeleuchtung	500 lx
Flurbeleuchtung	100 lx
Strassenbeleuchtung	10 lx
Kerze ca. 1 Meter entfernt	1 lx
Mondlicht	0,25 lx
Sternklarer Nachthimmel	0,001 lx
Bewölkter Nachthimmel	0,0001 lx

# Begriffe des Lichts

Arbeitsunterlagen



## Größen und Einheiten

- Die Lichtgeschwindigkeit ( $c$ ) ist unabhängig von der Bewegung der Quelle oder des Beobachters und sinkt in Medien gegenüber der Vakuumlichtgeschwindigkeit ab. Sie beträgt im Vakuum 299.792.458 Meter pro Sekunde.
- Die Lichtfarbe ist von der Wellenlänge des Lichtes abhängig. Diese wiederum ist umgekehrt proportional zur Quantenenergie der Lichtquanten.
- Die Polarisation des Lichtes beschreibt die Orientierung der elektrischen bzw. magnetischen Feldvektoren des Lichtes im Raum. Das flach an dielektrischen Flächen reflektierte Licht sowie das Licht des blauen Himmels ist teilweise linear polarisiert, während das Licht von Glühlampen und der Sonne keine Vorzugsrichtung der Polarisation aufweist. Linear und zirkular polarisiertes Licht spielen in der Optik und Lasertechnik eine grosse Rolle.
- Lichtstrom Lumen (lm): ist die gesamte ungerichtete Strahlungsleistung einer Lichtquelle (zB. LED-Lampe), welche vom Auge erfasst wird.
- Lichtstärke Candela (cd): (eine Weihnachtsbaumkerze = 1 cd) misst den Lichtstrom, welcher in eine bestimmte Richtung ausgestrahlt wird.
- Beleuchtungsstärke Lux (lx) erfasst den Lichtstrom, welcher auf eine bestimmte Fläche fällt. In einem bestimmten Sinne entspricht sie somit der Leistungsdichte.
- Leuchtdichte Candela/m<sup>2</sup> (cd/m<sup>2</sup>) ist das Mass für den Helligkeitseindruck, den eine leuchtende oder beleuchtete Fläche im Auge erzeugt. Von den lichttechnischen Größen ist sie eigentlich das einzig sichtbare Element.
- Der Lichtdruck (Newtonsekunde) ist die physikalische Kraftwirkung des Lichtes auf Teilchen oder Gegenstände und spielt aufgrund seines geringen Betrages nur in der Schwerelosigkeit eine merkliche Rolle.
- Die Farbtemperatur (Kelvin) ist die der Temperatur eines schwarzen Strahlers zugeordnete Lichtfarbe einer Lichtquelle, um diese hinsichtlich ihres Farbeindruckes zu klassifizieren.
- Das Lichtjahr (Lj, ly) ist eine in der Astronomie verwendete Längeneinheit, welche die während eines Jahres vom Licht zurückgelegte Strecke angibt.

# Begriffe des Lichts

Arbeitsunterlagen



Stelle Merkkärtchen zu folgenden Begriffen her und ergänze mit deinem Wissen!

Licht	ist Energie als elektromagnetische Wellenstrahlung
Sehvorgang	elektromagnetischen Strahlung mit dem Auge sehen
Farbspektrum	400 nm bis 800 nm
Weisses Licht	Für uns: Kombination der Grundfarben Rot, Grün und Blau
Lichtstrom	Messeinheit Lumen (lm)
Lichtstärke	Messeinheit Candela (cd)
Beleuchtungsstärke	Messeinheit Lux (lx)
Leuchtdichte	Messeinheit Candela/m <sup>2</sup> (cd/m <sup>2</sup> )
Frequenz	in Hertz (Hz)
Wellenlänge	in Meter (m) bzw. in Nanometer (nm) und die
Lichtgeschwindigkeit	in Meter/Sekunde (m/s)

Begriff:
Erklärung: <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Auf der Rückseite kann ein Bild aufgeklebt oder mit einer Zeichnung visualisiert werden!

# Begriffe des Lichts

Arbeitsunterlagen



Zusatzunterlage:

## Lichtlexikon

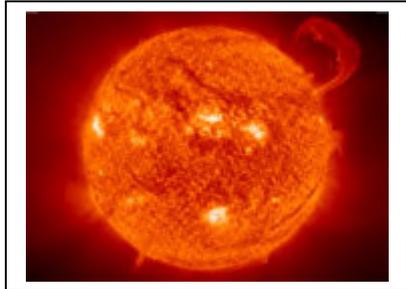


### Licht - was ist das eigentlich - wie wirkt es - wie setzen wir es ein?

Vielen Bauherren und Auftraggeber, wie auch Architekten, Raumgestalter und Laien ist klar, dass Licht in der Architektur ein sehr wichtiges Element wäre. Eine zunehmende Zahl von Planern merkt, dass Licht nicht nur eine technische Installation darstellt. Doch was Licht genau ist, wie es Atmosphäre schaffend eingesetzt werden kann und was Lichtqualität bedeutet, ist für viele nur eine Dunstwolke aus Ideen, schon mal Gehörtem oder Gesehenem.

Licht ist ein sehr weitreichendes Thema, diese Info-Seiten sind nicht dazu gedacht aus jedem Architekten oder Bauherren einen Lichtgestalter oder Lichtplaner zu machen, vielmehr möchten wir einen Themenüberblick geben; welche Faktoren beziehen wir als Lichtgestalter bei Entwurf und Planung eines Lichtkonzepts ein. Für den Laien ebenso wie für den Gestalter, der sich schon mal mit Licht beschäftigt hat, sollen diese Seiten dennoch interessant und verständlich bleiben.

### Die Sonne



Die Sonne ist einer von Millionen Sternen im All, sie ist die Quelle aller Energien auf der Erde und die wichtigste Lichtquelle. Sie strahlt in einem breiten Spektrum ihre Energie ab, ein Teil dieses Spektrums nehmen wir mit unserem Auge als Licht wahr. Ohne Licht bleibt alles im Dunkeln, unsere Umgebung ist unsichtbar. (Licht nehmen wir an seiner Reflektion an Oberflächen wahr.)

### Tag-Nacht Rhythmus (Circadiane Rhythmik)



Die Circadiane Rhythmik ([*circa*] lat. ungefähr / [*dies*] lat. der Tag) beschreibt das innere biologische Verhalten von Lebewesen über den Tag-Nacht-Rhythmus. Der Wach-Schlaf-Rhythmus, Körpertemperatur, Herzfrequenz, Blutdruck, etc. hängen von ihm ab.

Der Mensch verbringt immer mehr Zeit in Gebäuden wo die Beleuchtungsstärken meist zwischen 200-500 Lux liegen. Wir verbringen immer weniger Zeit unter freiem Himmel wo selbst bei bewölktem Himmel Beleuchtungsstärken von bis zu 10'000 Lux herrschen. Bei klarem Himmel und direkter Sonneneinstrahlung werden sogar bis 100'000 Lux erreicht. D.h. wir leben für unser circadiane System den ganzen Tag in der Nacht. Gleichzeitig verlängern wir unseren Tag mit künstlichem Licht, was es für die «innere Uhr» stark erschwert den biologischen Rhythmus synchronisieren zu können.

Die Auswirkungen dieses Verhaltens (vor allem mangelndes Tageslicht) können Schlaf- und Essstörungen, Antriebslosigkeit und Depressionen auslösen. In Regionen, wo vor allem im Winter, lange Dunkelphasen herrschen, wird diesen Phänomenen mit Lichttherapie entgegengewirkt. Die Patienten halten sich für einige Minuten bis Stunden unter einer starken Lichtquelle (2'500-10'000 Lux) auf. Der Patient muss dabei nicht direkt in die Lichtquelle sehen, jedoch muss das Licht auf die Netzhaut fallen können.

# Begriffe des Lichts

## Arbeitsunterlagen



### Das Auge



Das Auge ist das Sinnesorgan welches zur Wahrnehmung elektromagnetischer Strahlung (Licht) dient. Die für das menschliche Auge sichtbaren Wellenlängen liegen zwischen 380nm und 780nm (Nano Meter = 1 Milliardstel Meter)

Stäbchen und Zäpfchen auf der Netzhaut sind die Lichtsensoren unseres Auges. Mit den Stäbchen wird ein Hell-/Dunkel-Sehen ermöglicht, mit diesen sehen wir vor allem Nachts und in der Dämmerung, bei wenig Licht. Die Zäpfchen sind viel weniger Lichtempfindlich und werden am Tag oder bei ausreichend hellen Lichtverhältnissen eingesetzt, sie nehmen Farbinformationen wahr.

Die Zäpfchen können in drei Rezeptor-Typen unterschieden werden, der erste Typus ist im rotwelligen Bereich bei einer Wellenlänge von 563nm am empfindlichsten, der zweite Typ im grünen Bereich mit einem Reaktionsmaximum bei 534nm, der dritte Farbrezeptortyp bei der Wellenlänge von 420nm, blau.

### Licht in der Architektur



In der Architektur kennen wir 2 Arten von Licht, das natürliche Sonnenlicht und das Kunstlicht. Einerseits kann Licht über das Gebäude – Ausrichtung, Fenster, Dachvorsprünge, etc. – und andererseits via den Einsatz von Kunstlichtquellen kontrolliert werden. Licht hat die Aufgabe, Wahrnehmung von Raum und Kommunikation zu ermöglichen und Stimmung und Atmosphäre zu schaffen. Licht ist ein flüchtiger Baustoff, der Architektur und Raum begleitet und dessen Wirkung erst ermöglicht.

### Natürliches Licht



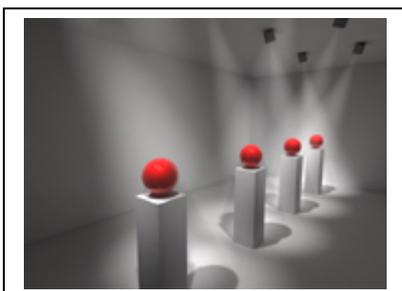
In der Architektur wird hauptsächlich Sonnenlicht eingesetzt, d.h. Gebäude und Räume werden idealerweise nach dem Sonnenlauf ausgerichtet. Es ist die effizienteste Methode einen Raum zu erhellen. Sonnenlicht hat jedoch den entscheidenden Nachteil, nur in geringem Masse kontrollierbar zu sein, da es von Jahreszeit und Witterung abhängt und nur über einen Teil unseres Wach- und Arbeitszyklus verfügbar ist.

### Kunstlicht

Das erste "Kunstlicht" wurde von unseren Urahnen in Form von Feuern, Fackeln und später dann Kerzen und Öllampen geschaffen. Ein höheres Beleuchtungsniveau und eine ausgefeiltere Beleuchtung wurde erst mit der Erfindung von Gaslampen die via ein Gasleitungssystem betrieben wurden und später mit elektrischen Lampen und der Elektrifizierung von Gebäuden, möglich.

Seit der Industrialisierung des künstlichen Lichts ist es möglich Architektur und deren Raumwirkung viel weitergreifend zu beeinflussen, es können verschiedenste Stimmungen Tages- und Jahreszeitunabhängig im selben Raum geschaffen werden, es ist möglich einen Raum auf verschiedenste Arten zu zeigen und zu Inszenieren.

### Lichtdesign



Als Lichtdesign bezeichnen wir die gestalterische Auseinandersetzung mit Licht im Raum. Wie soll der Raum wirken, wie soll seine Atmosphäre sein. Wie kann der Raum strukturiert und erklärt werden, wie sollen sich Personen darin bewegen, was muss betont werden, usw.

Technisches Wissen und gestalterische Auseinandersetzung mit dem Raum müssen sich gegenseitig ergänzen. Der Lichtdesigner steht dabei zu einem möglichst frühen Zeitpunkt in engem Kontakt mit dem Architekten, gemeinsam werden die gestalterischen Ziele evaluiert. Der Lichtdesigner bestimmt die Massnahmen für die definierten Raumstimmungen. Diese fließen dann in die Lichtplanung und zurück in die Architektur.

### Licht zum Sehen, Hinsehen oder Ansehen

Beim Designen mit Licht kann grundsätzlich unter drei Arten der Beleuchtung unterschieden werden.

#### Licht zum Sehen

Damit unser Auge eine Sehaufgabe problemlos erfüllen kann, z.B. den Raum wahrnehmen oder Personen und Objekte in diesem, (d.h., dass Kommunikation und Arbeit möglich ist) ist eine ausreichende Grundhelligkeit nötig. Je nach Umgebung und Sehaufgabe sind verschiedene Beleuchtungsstärken zwischen 150 Lux und 1500 Lux nötig.

#### Licht zum Hinsehen

Sollen Raumflächen oder Objekte in einer Umgebung hervorgehoben werden, spricht man von einem Akzentlicht. Es werden einzelne besonders wichtige Elemente im Raum viel stärker (heller) als deren Umgebung beleuchtet.

# Begriffe des Lichts

## Arbeitsunterlagen



### Licht zum Ansehen

Manchmal soll Licht selber wahrgenommen werden, als dekoratives Element das zur stimmungsvollen Atmosphäre eines Raums beiträgt. Lichtreflexe, Lichttexturen, oder ein Lichtstrahl. Oder als Informationen vermittelndes Element wie z.B. Projektionen.

### Lichtquellen

Lichtquellen werden in verschiedene Abstrahlungscharakteristiken unterschieden. Die Form, bzw. das Gehäuse (Reflektoren, Diffusor, etc.) der Lichtquelle bestimmen wie das Licht im Raum verteilt wird. Beim Design einer Beleuchtung gehören diese Faktoren zu den entschiedensten Grundkriterien.

### Punktlichtquelle

Punktlichtquellen sind Leuchtenquellen mit kleiner leuchtender Oberfläche, die ihr Licht in alle Richtungen abgeben. z.B. Glühbirnen ohne Diffusoren, oder die Sonne selbst. Beleuchtete Objekte werfen harte Schatten. Die Gefahr das Auge zu blenden ist wahrscheinlich.

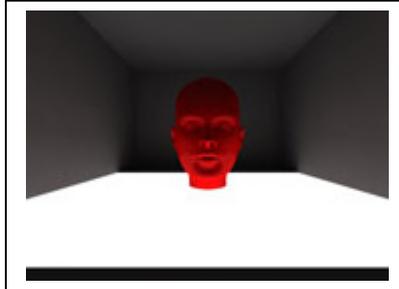
### Gerichtete Lichtquelle / Strahler

Lichtquellen die ihr Licht innerhalb eines angegebenen Winkels abgeben, werden als Strahler bezeichnet. Meist wird dazu ein entsprechender Reflektor eingesetzt. Beleuchtete Objekte werfen vorwiegend harte Schatten. Ausserhalb des Leuchtkegels wird kein Licht abgegeben. Strahler eignen sich somit zur Hervorhebung von Objekten also der Schaffung von Akzenten im Raum. Blendung kann mit geeigneter Positionierung und Ausrichtung vermieden werden. Mit einer zusätzlichen Optik können Lichttexturen, Lichtbilder, usw. projiziert werden.

### Flächenlicht

Lichtquellen mit grosser Leuchtfläche geben diffuses Licht ab, Hell-/Dunkelkontraste werden abgeschwächt, Schatten werden weich. Typisch ist hier eine Lichtdecke oder der (bewölkte) Himmel. Die Umgebung wird homogen beleuchtet. Es kann ein grosser Lichtstrom ohne Blendung in den Raum gebracht werden.

### Konturlicht



Soll eine Objektform oder eine Raum- oder Gebäudekante markiert oder betont werden, wird ein Konturlicht eingesetzt. Meistens wird dazu Neon oder LED als Leuchtmittel verwendet.

### Betonung der raumbegrenzenden Flächen

Die raumbegrenzenden Flächen (Wände, Boden, Decke) können mit Anordnung und Ausrichtung, sowie den Eigenschaften der Lichtquellen (Strahler, Fluter, Lichtbänder, Leuchtdecken, etc.) betont oder in den Hintergrund gerückt werden. Dies bestimmt die Wirkung eines Raumes stark. Angestrahelte Flächen wie Wände, Decke oder Boden treten in den Vordergrund und werden stärker wahrgenommen. Der

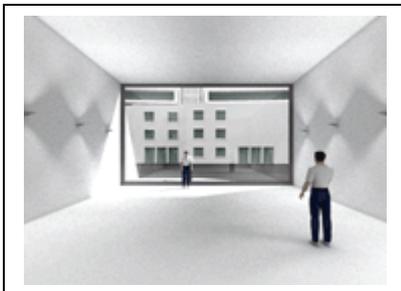
Raum kann je nach gewählter Lichtstruktur, in seinen Dimensionen unterschiedlich wahrgenommen werden. Er kann dabei optisch gedehnt oder verkürzt werden, hoch oder niedrig, leicht oder nüchtern, aufgeklärt oder surreal, etc. wirken.

### Objektbeleuchtung

Mit der Positionierung und Ausrichtung der Lichtquelle werden verschiedene physiologische und psychologische Wirkungen erzielt. Jede Lichtrichtung erzeugt einen eigenen Charakter oder Effekt. Das beleuchtete Objekt wird «Inszeniert». Meistens werden verschiedene Lichtrichtungen gleichzeitig gewählt und entsprechend der gewünschten Wirkung, unterschiedlich stark gewichtet.

- Seitenlicht
- Obenablicht
- Untenauflicht
- Gegenlicht
- Indirektbeleuchtung

### Reflexionen & Spiegelung



Glasflächen an Gebäudefassaden oder Vitrinen in einer Ausstellung benötigen besonders hohe Beachtung im Umgang mit Licht. An Glasflächen treten Reflexionen (Spiegelungen) hoher Leuchtdichten auf. Werden zwei Räume durch eine Glasfläche getrennt (Innenraum/Aussenraum, Ausstellungsraum/Vitrine) spiegelt sich der jeweils hellere Raum in dieser.

Die Sicht vom dunklen in den hellen Raum ist möglich. Die Sicht vom hellen in den dunklen Raum ist erschwert, das Spiegelbild des hellen Raums bzw. der Lichtquellen ist sichtbar.

Leuchten und Flächen mit hohen Leuchtdichten sollten so angeordnet werden, dass sich deren Spiegelung nicht im Sichtfeld befinden.

# Begriffe des Lichts

## Arbeitsunterlagen

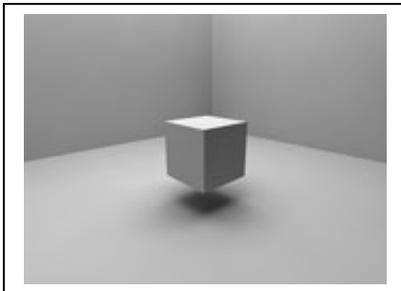


### Brillanz



Als Brillanz bezeichnet werden Lichtreflexe, die durch glänzende Oberflächen oder materialinterne Reflexionen oder Brechung der Lichtquelle entstehen. Der Glanzeffekt eines Materials wird hervorgehoben, das Material erscheint dadurch perfekter, sauberer und edler. Glas und Edelsteine Funkeln.

### Schatten / Modellierfähigkeit von Licht



«Wer Licht plant, muss auch Schatten planen». Die Abwesenheit von Licht ist Schatten.

Die Schattigkeit ist das Mass für die Modellierfähigkeit einer Beleuchtung und macht das räumliche Erfassen eines Gegenstands erst möglich.

Die Schattigkeit wird als Verhältnis der vertikalen Beleuchtungsstärke zur horizontalen Beleuchtungsstärke am selben Raumpunkt definiert.

Idealerweise sollte dieses Verhältnis 0.3 betragen.

Weiche grossflächige Schatten entstehen z.B. durch den Einsatz von regelmässig angeordneten Leuchten mit grossen Leuchtflächen. Deren Licht kann zum Teil von den Wänden reflektiert werden und so die Schattigkeit verbessern.

### Lichtplanung

Als Lichtplanung bezeichnen wir die planerische Umsetzung des Lichtdesigns. Das Lichtkonzept wird unter Berücksichtigung der lichttechnischen Normen und der zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten umgesetzt. Kann dabei nicht auf Standardprodukte von Leuchtenherstellern zurückgegriffen werden, müssen Spezialleuchten geplant und konstruiert werden. Grundsätzlich wird in Tageslichtplanung und Kunstlichtplanung unterschieden.

### Leuchtmittel



Es wird grundsätzlich zwischen drei Arten von Leuchtmitteln unterschieden; Temperaturstrahler, Entladungslampen und Lumineszenzleuchtmittel.

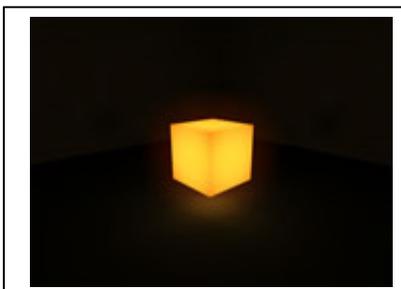
**Temperaturstrahler** sind Leuchtmittel die ihr Licht durch Erhitzen eines Glühwendels erzeugen. Dazu gehören Glühbirnen und Halogenleuchtmittel.

**Entladungslampen** sind Leuchtmittel, bei denen Licht durch elektrische Entladung in Gasen oder Metalldämpfen erzeugt werden.

Dazu zählen Leuchtstofflampen, Neonröhren, Halogen-Metaldampf, Natrium- und Quecksilberdampf lampen.

**Elektrolumineszenzleuchtmittel** erzeugen ihr Licht direkt durch Anlegen einer Spannung an Halbleitermaterialien. Dazu gehören LED's und organische LED's (OLED)

### Farbtemperatur



Die Farbtemperatur entspricht bei Temperaturstrahlern annähernd der tatsächlichen Temperatur der Lampenwendel in Grad Kelvin [°K] ( $0^{\circ}\text{C} = 273^{\circ}\text{K}$ ). Die angegebene Kelvin Temperatur ist die Temperatur, bei der ein schwarzer Körper, der die ideale Strahlungsquelle darstellt, Licht einer vergleichbaren Farbe abgibt.

Bei Entladungslampen (Leuchtstofflampen, etc.) und Lumineszenzleuchtmitteln (LED) wird die ähnlichste Farbtemperatur angegeben.

# Begriffe des Lichts

## Arbeitsunterlagen

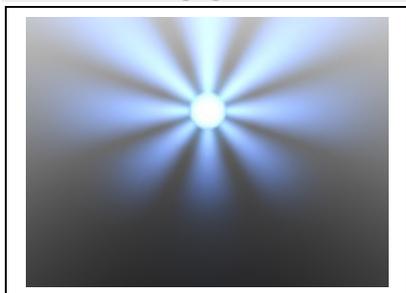


### Farbwiedergabequalität Ra



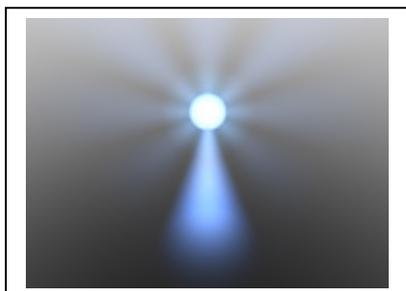
Unter Farbwiedergabe versteht man die Qualität der Wiedergabe von Farben unter einer Lichtquelle. Der Grad der Farbverfälschung gegenüber der (theoretisch) idealen Lichtquelle wird durch den Farbwiedergabeindex Ra beziehungsweise die Farbwiedergabestufe angegeben. Entscheidend für die Qualität der Farbwiedergabe ist das eingesetzte Leuchtmittel. Temperaturstrahler wie Glühlampen haben (bei tieferen Farbtemperaturen) sehr gute Farbwiedergabe-Eigenschaften, während Leuchtstofflampen mit verschiedenen Farbtemperaturen in verschiedenen Qualitätsstufen erhältlich sind. Die Farbwiedergabe hängt von der Farbtemperatur ab. Jede Farbtemperatur kann den Idealwert  $Ra = 100$  haben. Das bedeutet, dass die Farben in der für diese Temperatur typischen Weise wiedergegeben werden.

### Lichtstrom - Lumen [lm]



Der Lichtstrom ist die Strahlungsleistung (Lichtmenge) die von einer Lampe oder einer Leuchte abgegeben wird. Alle anderen photometrischen Grössen wie Lichtstärke, Beleuchtungsstärke, Lichtausbeute, etc. lassen sich vom Lichtstrom ableiten.

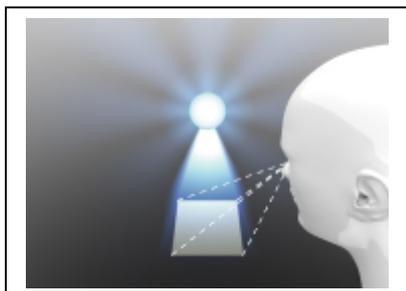
### Lichtstärke - Candela [cd]



Die Lichtstärke beschreibt die Strahlungsleistung (Lichtmenge) die von einer Lampe oder einer Leuchte in einer bestimmten Richtung (Raumwinkel) abgestrahlt wird. Sie wird hauptsächlich von lichtlenkenden Teilen wie Reflektoren und Linsen beeinflusst. Die räumliche Verteilung der Lichtstärke von Lampen und Leuchten wird von den Herstellern in Form einer Lichtstärke-Verteilungskurve (LVK) angegeben.

[Candela] lat. für Wachlicht

### Leuchtdichte - [cd/m<sup>2</sup>]



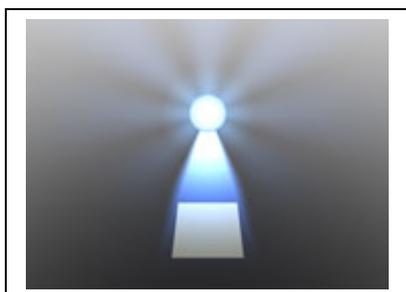
Die Leuchtdichte bezeichnet den Helligkeitseindruck einer selbstleuchtenden (bzw. hinterleuchteten) oder beleuchteten Oberfläche.

Bei beleuchteten Flächen hängt die Leuchtdichte von der Materialbeschaffenheit (Reflektion und Farbe) ab. Eine weisse Oberfläche erzeugt unter der gleichen Beleuchtung eine höhere Leuchtdichte als eine schwarze.

Eine sehr grosse Leuchte (Leuchtwand, Leuchtdecke) hat an Ihrer Oberfläche eine sehr viel kleinere Leuchtdichte, als eine kleine Leuchte (schmales Lichtband, Downlight mit Diffusor, etc.) damit sie den Raum gleich hell beleuchtet.

Umso grösser die lichtabgebende Fläche (meist Leuchten Abdeckung oder Diffusor) einer Leuchte ist, umso höher darf der Lichtstrom (Lichtmenge) der die Leuchte abgibt sein, ohne dabei zu blenden.

### Beleuchtungsstärke - Lux [lx]



Die Beleuchtungsstärke beschreibt die Menge des Lichtstroms, der auf eine gegebene Fläche trifft. Sie ist das Verhältnis aus Lichtstrom zu Fläche.

Beispiel: Fällt ein Lichtstrom von 1 Lumen gleichmässig auf 1 Quadratmeter Fläche, so ergibt sich eine Beleuchtungsstärke von 1 Lux.

$$1\text{lm} / 1\text{m}^2 = 1\text{Lux}$$

Die für eine Sehaufgabe erforderlichen Beleuchtungsstärken sind in Vorschriften und Empfehlungen aufgeführt. Restaurant 200 lx; Büroarbeit lesen/schreiben 500 lx; Labor 500-750 lx; Zahnarzt / Operationsumgebung 5'000-10'000lx; Lagerräume 50-100 lx; Verkehrswege für Personen 50 lx

# Begriffe des Lichts

## Arbeitsunterlagen



### Lichtausbeute [lm/W]

Die Lichtausbeute ist das Verhältnis von abgegebenem Lichtstrom zu aufgewendeter Leistung und hat die Einheit Lumen/Watt (lm/W)

Verschiedene Leuchtmittel wandeln elektrische Leistung unterschiedlich effizient in Licht um; je grösser der Lichtstrom pro eingesetzter Leistung, umso höher die Effizienz.

#### Typische Lichtausbeute von Leuchtmitteln:

Kerze: 0,1 lm/W; Glühbirne: 5-15 lm/W; Halogenglühbirnen: 15-20 lm/W; LED's (weiss): 15-130 lm/W; Neon: 50-60 lm/W; Fluoreszenzröhren (T8): 60-90 lm/W; Fluoreszenzröhren (T5): 80-105 lm/W; Quecksilberdampf Lampe (HME): 30-60 lm/W; Halogen-Metaldampf Lampen (HIT): 70-100 lm/W; Natriumdampf-Hochdrucklampen (HS): 150 lm/W; Natriumdampf-Niederdrucklampen (HST): 180 lm/W

### Blendung

Blendung ist der Sammelbegriff für die Verminderung der Sehleistung oder die Störung der Wahrnehmung durch hohe Leuchtdichten oder Leuchtdichteunterschiede einer visuellen Umgebung.

Unterschieden wird zwischen der physiologischen Blendung, bei der eine objektive Verminderung der Sehleistung vorliegt und der psychologischen Blendung, bei der eine subjektive Störung der Wahrnehmung durch das Missverhältnis von Leuchtdichte und Informationsgehalt des betrachteten Bereichs entsteht.

Die Blendung kann durch die Lichtquelle selbst verursacht werden (Direktblendung) oder durch Reflexion der Lichtquelle entstehen (Reflexblendung).

### Wirkungsgrad von Leuchten

Der Leuchten Wirkungsgrad gibt Auskunft über die Effizienz mit der eine Leuchte den Lichtstrom in eine gewollte Richtung lenkt.

Eine nacktes Leuchtmittel hat einen Leuchten Wirkungsgrad von 100%, da keine Lichtabsorbierenden Teile wie Gehäuse, Diffusoren oder Reflektoren die Abstrahlung mindern. Da meistens aber Lichtlenkende Teile nötig sind, wird der eigentliche Wirkungsgrad einer Leuchte schlechter. Der Wirkungsgrad wird in % angegeben.

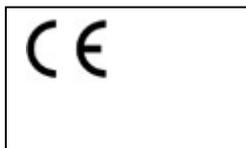
### Beleuchtungsstärke



Formelzeichen: E

Einheit: Lux (lx)

Die Beleuchtungsstärke E kennzeichnet den auf eine Fläche fallenden Lichtstrom. Sie ist der Quotient des auf eine Fläche fallenden Lichtstroms geteilt durch diese Fläche. Die Beleuchtungsstärke lässt sich relativ leicht berechnen bzw. messen, und wird deshalb häufig als Planungsgrösse verwendet. Die Beleuchtungsstärke lässt keinen eindeutigen Rückschluss auf den Helligkeitseindruck zu.



Die **CE-Kennzeichnung** ist ein Richtlinien-Konformitätszeichen, das die Übereinstimmung mit den grundlegenden Anforderungen bestimmter Richtlinien der Europäischen Union dokumentiert. Das Zeichen CE wird vom Hersteller oder Importeur in Eigenverantwortung auf der Leuchte, der Verpackung oder den Begleitunterlagen angebracht. Es ist also kein Prüfzeichen irgendeiner Prüfstelle.

- EU-Richtlinie zur elektromagnetischen Verträglichkeit, nach der Produkte, die in deren Anwendungsbereich fallen, seit 01.01.96 eine CE-Kennzeichnung haben müssen.



#### ENEC-Zeichen

Das ENEC-Zeichen (European Norms Electrical Certification) ist ein europäisches Prüf- und Zertifizierungszeichen für Leuchten und elektrische Komponenten in Leuchten. Mit dem Zeichen wird die Übereinstimmung eines Produktes mit dem geltenden europäischen Normen dokumentiert. Das ENEC-Zeichen wird in Verbindung mit der Identifikationsziffer der nationalen Prüfinstitution sowie häufig mit deren eigenem Logo abgebildet.

# Begriffe des Lichts

## Arbeitsunterlagen



### Farbwiedergabe

Je nach Einsatzort und Sehaugaben sollte künstliches Licht eine möglichst korrekte Farbwahrnehmung (wie bei natürlichem Tageslicht) ermöglichen. Der Massstab dafür sind die Farbwiedergabe-Eigenschaften einer Lichtquelle, die in Stufen des "allgemeinen Farbwiedergabe-Indexes" Ra ausgedrückt werden. Der Farbwiedergabe-Index bezeichnet das Mass der Übereinstimmung einer Körperfarbe mit ihrem Aussehen unter der jeweiligen Bezugslichtquelle.

Farbwiedergabe-eigenschaft	Farbwiedergabestufe	Farbwiedergabeindex Ra	Lampenbeispiele
Sehr gut	1 A	> 90	- Glühlampen - De luxe Leuchtstofflampen - Halogen-Metaldampflampen
	1 B	80 - 89	- Dreibanden Leuchtstofflampen - Halogen-Metaldampflampen NDL oder WDL
Gut	2 A	70 - 79	- Standardleuchtstofflampen Farbe 10 und Farbe 25
	2 B	60 - 69	- Standardleuchtstofflampen Farbe 30
Genügend	3	40 - 59	- Quecksilberhochdrucklampen
Ungenügend	4	< 39	- Na-Hochdruck und Niederdruckentladungslampen

Im Vergleich zur betrachteten Lichtquelle werden die Farbverschiebungen von 8 (bzw. 14) in DIN 6169 genormten Testfarben bestimmt, die sich ergeben, wenn die Testfarben mit der zu prüfenden Lichtquelle, bzw. mit der Bezugsquelle, beleuchtet werden. Je geringer die Abweichung ist, desto besser ist die Farbwiedergabe-Eigenschaft der geprüften Lampe. Eine Lichtquelle mit Ra = 100 zeigt alle Farben wie unter der Bezugslichtquelle optimal. Je niedriger der Ra-Wert ist, umso weniger gut werden die Farben wiedergegeben.



### Leuchtdichte

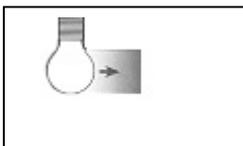
Formelzeichen: L

Einheit: Candela pro Quadratmeter ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )

Die Leuchtdichte L beschreibt den Helligkeitseindruck, den eine selbstleuchtende oder eine bestrahlte Fläche dem Beobachter vermittelt. Der Zusammenhang zwischen Leuchtdichte und Helligkeit ist jedoch nichtlinear und sehr komplex.

### Lichtfarbe

Die Lichtfarbe wird sehr gut durch die ähnlichste Farbtemperatur beschrieben. Hierbei lassen sich drei Hauptgruppen unterscheiden: Warmweiss < 3300 K; Neutralweiss 3300 - 5000 K; Tageslichtweiss > 5000 K. Trotz gleicher Lichtfarbe können Lampen aufgrund der spektralen Zusammensetzung des Lichtes sehr unterschiedliche Farbwiedergabe-Eigenschaften besitzen.



### Lichtstärke

Formelzeichen: I

Einheit: Candela (cd)

Die Lichtstärke I kennzeichnet die Lichtausstrahlung einer Lichtquelle in eine bestimmte Richtung. Die räumliche Lichtstärkeverteilung einer Leuchte wird in Form von Kurven, den sog. Lichtstärkeverteilungskurven (LVK) dargestellt.

### Lichtstärkeverteilungskurve

Die Konstruktion einer Leuchte bestimmt die räumliche Lichtstärkeverteilung. Diese wird grafisch in Form von Lichtstärkeverteilungskurven (LVK) dargestellt. Dazu verwendet man üblicherweise das Polardiagramm im sog. C-Ebenen-System. Für rotationssymmetrische Leuchten ist die LVK für alle C-Ebenen gleich. Die Lichtstärkeverteilung lässt sich dann mit einer einzigen Kurve vollständig darstellen. Die Lichtstärkeverteilung asymmetrischer Leuchten wird durch die Kurven verschiedener C-Ebenen beschrieben, z.B. die C 0 und C 180-Ebenen parallel zur Strassenachse, oder die C 90 und C 270-Ebene senkrecht zur Strassenachse.