

Lichtlexikon

Beleuchtungsstärke

Die Beleuchtungsstärke (E) definiert den Lichtstrom, der auf eine bestimmte Fläche trifft.

Die Beleuchtungsstärke ist das Maß für die Helligkeit, mit der eine Fläche ausgeleuchtet wird (zum Beispiel eine Arbeitsfläche, eine Fensterebene, ein Fußballfeld). Die Maßeinheit für die Beleuchtungsstärke ist Lux (lx).

An einem sonnigen Sommertag kann die natürliche Beleuchtungsstärke bis zu 100.000 lx betragen, an trüben Wintertagen reduziert sie sich auf etwa 3.000 lx. Im Vergleich dazu verursacht das Licht des Vollmonds Beleuchtungsstärken zwischen 0,25 lx und 1 lx – abhängig vom Einfallswinkel.

Interferenz von Licht

Das Phänomen der Interferenz kann in der Natur und in der Technik vielfältig beobachtet werden: Das regenbogenfarbige Schillern von Perlen oder Perlmuttermuscheln, das farbige Schillern von Seifenblasen oder von Öl auf der Straße, das Farbenspiel des Labradorits und das vielfältige Farbenspiel eines Schmetterlingsflügels weisen auf das Phänomen der Interferenz hin. Interferenzlicht entsteht immer dann, wenn Lichtwellen durch unterschiedliche Reflexion übereinander gelagert werden.

Lampe

Eine Lampe wird als Gerät zur Erzeugung von Licht aus elektrischer Energie definiert. Dazu gehören die so genannten Temperaturstrahler, wie zum Beispiel Glühlampen, die neben Licht- auch Wärmeenergie erzeugen, und die Entladungslampen, die zur Lichterzeugung eine Gasentladung verwenden. Entladungslampen werden je nach bestehenden Druckverhältnissen wiederum in Niederdrucklampen (zum Beispiel Leuchtstoffröhren) und Hochdrucklampen (zum Beispiel Halogen-Metaldampflampen, Quecksilberdampflampen) unterteilt.

Von der Art der Lampe hängen der Lichtstrom (Leistung) und die Lichtfarbe (Wellenlängenbereich) ab.

Die Lampe wird in der Leuchte eingesetzt, die das Licht der Lampe verteilt, lenkt und vor Blendung schützt. Lampen gibt es in vielen Ausführungen. Sie unterscheiden sich durch die Art der Lichterzeugung, ihre geometrische Form und ihre lichttechnischen Eigenschaften. Im Wohnbereich werden zum Beispiel Halogenlampen, Energiesparlampen und Leuchtstofflampen eingesetzt.

Lampen-Typen

Licht kann auf unterschiedliche Weise erzeugt werden. Korrekt werden die Lampen als Leuchtmittel benannt. Die entsprechende Funktionsweise wird hier kurz erklärt:

- **Glühlampen**

Das älteste elektrische Leuchtmittel. Ein Stromfluss durch einen sehr dünnen Draht erzeugt eine starke "Reibung" der freien Elektronen im Draht. Dieser erhitzt sich, beginnt zu glühen und gibt Lichtstrahlung ab. Damit der Draht nicht verbrennt, wird er

von einem Glaskolben umgeben, in dem ein Vakuum herrscht. Die ersten Glühdrähte bestanden aus Kohle (Kohlefadenlampe), heutige Wendeln bestehen aus Wolframdraht. Glühlampen sind sehr kostengünstig, jedoch setzen Sie den Hauptteil der verbrauchten Leistung in Wärme um, nur etwa 5% werden in Licht umgewandelt.

- **Halogenlampen**

Die verbesserte Ausführung der Glühlampen. Im Glaskolben befindet sich ein Halogen-Gas Gemisch. Diese Füllung sorgt für den "Halogen-Kreislauf-Prozeß". Metall-Atome, die sich aus der Glühwendel lösen, können sich nicht mehr am Glaskolben absetzen, sondern sie lagern sich wieder an der Wendel ab. Der Glaskolben schwärzt nicht und der Glühdraht hält länger. Damit kann der Glühdraht kürzer ausgelegt werden, die Glühtemperatur steigt, das ausgesandte Licht wirkt weißer, der Anteil des sichtbaren Lichtes wird höher. Halogenlampen haben damit einen etwas besseren Wirkungsgrad, als Glühlampen.

- **Leuchtstoffröhren**

In der Leuchtstoffröhre befindet sich ein Gasgemisch. Durch eine hohe elektrische Spannung an zwei gegenüberliegenden Elektroden wird das Gasgemisch ionisiert (leitfähig gemacht) und es entsteht eine elektrische Entladung.

Zum Zünden werden diese Elektroden mittels Stromfluß zum Glühen gebracht. Dies geschieht mit einem Leuchtstofflampen-Starter. Der Kolben ist auf der Innenseite mit einem Leuchtstoff überzogen. Dieser Leuchtstoff wird durch die bei der Entladung entstehende Strahlung angeregt und beginnt seinerseits zu leuchten. Deshalb nennt man Leuchtstoffröhren auch Fluoreszenz-Röhren.

Vorteil ist der sehr hohe Wirkungsgrad und die lange Lebensdauer. Nachteil ist die große Bauform. Deshalb läßt sich das Licht hier auch nicht bündeln. Zum Betrieb benötigen Leuchtstofflampen ein Vorschaltgerät. Dieses erzeugt eine sehr hohe Spannung ca. 1,5 kV, damit die Entladung beginnt, die Lampe wird gestartet, danach wird der Lampenstrom begrenzt und die Brennspannung liegt bei etwa 103V (T5 Leuchtstofflampe 36W).

Die **Energiesparlampe** ist eine Untergruppe der Leuchtstofflampen. Hier ist eine Kompaktleuchtstofflampe (Zick-Zack gefaltete Leuchtstoffröhre) und das Vorschaltgerät zu einer Einheit zusammengefasst und mit einem Edison E14 oder E27 Schraubsockel ausgestattet.

Glühlampen können einfach durch Energiesparlampen ersetzt werden, der Leistungsverbrauch ist etwa nur 1/5 bei 10-facher Lebensdauer.

Achtung: Handelsübliche Energiesparlampen dürfen NICHT gedimmt werden.

Leistungsaufnahme

Die Leistungsaufnahme (auch Lampenleistung oder Wattage) beschreibt die von einer Lampe oder einem Vorschaltgerät aufgenommene elektrische Leistung in Watt. Bei Niederdruck- und Hochdruck-Entladungslampen ergibt die Addition von Lampenleistung und Leistungsaufnahme des Vorschaltgerätes die Systemleistung(saufnahme).

LED

LEDs oder Leuchtdioden – das Kürzel steht für Licht Emittierende Dioden – sind elektronische Halbleiter-Bauelemente, die unter Spannung Licht in den Farben Rot, Grün, Gelb oder Blau abgeben. Mit Hilfe einer zusätzlichen internen Leuchtschicht können blau leuchtende LEDs auch weißes Licht erzeugen.

Die Vorteile der LEDs sind hohe Lebensdauer, Wartungsfreiheit, IR/UV-Freiheit des Lichts, sehr geringer Energieverbrauch, Farbstabilität und Unempfindlichkeit gegen Erschütterungen. LEDs gibt es in unterschiedlichen Bauformen.

LEDs wurden zunächst vor allem für Orientierungsleuchten verwendet. Immer häufiger erzeugen sie in der Außen- und in der Innenbeleuchtung farbdynamisches Licht nach dem Prinzip der RGB-Farbmischung. Inzwischen vor allem viele Schreibtischleuchten und auch erste Straßenleuchten mit LEDs. So wird es nicht mehr lange dauern, bis die Halbleiter mit weißem Licht die Allgemeinbeleuchtung als Anwendungsgebiet erobern.

Leuchte

Eine Leuchte wird als Gehäuse zur Halterung der Lampe definiert. Dabei bestimmen die Form der Leuchte und gegebenenfalls der Reflektor in der Leuchte, wie das Licht verteilt wird.

Leuchtdichte

Die Leuchtdichte L ist der in einem bestimmten Raumwinkel ausgestrahlte Lichtstrom (Lichtstärke) einer Strahlungsquelle bezogen auf die „gesehene“ Fläche dieser Lichtquelle.

Umgangssprachlich ist die Leuchtdichte das Maß für den Helligkeitseindruck des Auges von einer leuchtenden oder beleuchteten Fläche, also ein Maß für die »gesehene« Helligkeit. Das menschliche Auge empfindet Leuchtdichteunterschiede als Helligkeitsunterschiede. Die Maßeinheit für die Leuchtdichte ist Candela pro Fläche (cd/m^2).

Licht

Bereits im Jahre 1690 ordnete der niederländische Physiker Christiaan Huygens dem Licht - in Anlehnung an die Schallwellen - eine Wellennatur zu. Im 19. Jahrhundert untermauerten die Theorien des Physikers James Clerk Maxwell die Annahme, dass sich Licht als elektromagnetische Welle fortbewegt.

Die meisten elektromagnetischen Wellen wie Radiowellen oder die Röntgenstrahlung sind für unser Auge nicht sichtbar. Die Wellen unterscheiden sich in ihrer Wellenlänge: Rundfunkwellen können mehrere hundert Meter lang sein, während die kosmische Höhenstrahlung Wellenlängen im kaum vorstellbaren Bereich von Millionstel Nanometer ($1\text{nm} = 1\text{ Milliardstel Meter}$) besitzt. Die Wellenlänge des für uns sichtbaren Lichts liegt zwischen 770nm und 400nm und wird als optisches Spektrum bezeichnet. Das optische Spektrum selbst wiederum ist aus verschiedenen elektromagnetischen Wellen zusammengesetzt, die in unseren Augen unterschiedliche Farbwahrnehmungen erzeugen.

Licht ist ein Phänomen, welches wir in der Natur vielfältig beobachten können. Eine Definition des Begriffs erscheint genauso schwierig wie eine Definition vom Begriff Farbe, weil Licht in seinem Wesen nicht "fassbar" ist.

Licht wird durch den Filter des Auges und dem Gehirn wahrgenommen. Besonders gut nehmen wir es jedoch wahr, wenn Licht in Verbindung mit Schatten auftritt. Licht und Schatten wurde von vielen Malern zur Darstellung von besonderen Stimmungen und Situationen eingesetzt.

Das Licht als Symbol für den Gegensatz zur Finsternis steht meist in Verbindung mit einer Erleuchtung oder einer neuen Erkenntnis (siehe auch die Wirkung der Farbe Gelb). Oft wird Licht als Symbol für Nicht-Materielles (Geist, Gott, Lebensglück) verwendet.

Lichtausbreitung

Licht breitet sich geradlinig aus. Aus diesem Grund ergibt sich hinter einem angeleuchteten Gegenstand ein Schatten. Da der Lichtstrom an den Rändern des Gegenstandes gebeugt wird, findet jedoch keine vollständige Abdunkelung statt.

Lichtausbeute

Lichtausbeute ist das Maß für die Wirtschaftlichkeit einer Lampe. Sie sagt aus, wie viel Lichtstrom in Lumen (lm) pro Watt (W) ihrer Leistungsaufnahme eine Lampe erzeugt. Je höher das Verhältnis Lumen/Watt, desto besser setzt eine Lampe die eingebrachte Energie in Licht um.

Einige Beispiele:

- Allgebrauchsglühlampe 12 lm/W,
- Halogenlampe 20 lm/W,
- Energiesparlampe 60 lm/W,
- stabförmige Leuchtstofflampe 90 lm/W.

Farbige LEDs erzielen 50 lm/W, weiße schaffen derzeit über 30 lm/W – höhere Lichtausbeute-Werte sind absehbar.

Lichtbewegung

Das von der Sonne ausgestrahlte Licht breitet sich kreisförmig und geradlinig von der Sonne weg im Weltall aus, sofern es nicht gestört wird. Das Licht kann nicht stehen bleiben, es legt in einer Sekunde eine Entfernung von 300000 Kilometern zurück. Diese Geschwindigkeit wird als Lichtgeschwindigkeit bezeichnet. Sie ist die größte bisher gemessene Geschwindigkeit und kann wahrscheinlich nicht übertroffen werden. Licht bewegt sich solange geradlinig und ungestört, bis es auf ein Hindernis trifft oder durch ein Hindernis manipuliert wird.

Lichtentstehung

Erhitzt man ein Metallstück, beginnt es nach einiger Zeit zu glühen. Bei diesem Vorgang wird Wärmeenergie in Licht umgewandelt. Je heißer das Metallstück ist, umso höher ist auch die Lichtausbeute:

Temperatur	Glühfarbe
+ 700 °C	dunkelrot
+ 900°C	kirschrot
+ 1000°C	hellkirschrot
+ 1100 °C	dunkelorange
+ 1200 °C	hellorange
+ 1300°C	weiß

In der Sonne verschmelzen die Kerne von Wasserstoffatomen zu Heliumkernen. Dabei werden riesige Energiebeträge erzeugt, die als Wärme oder Licht in das Weltall abstrahlen. Die Oberflächentemperatur der Sonne beträgt mehr als 6000°C. Auf den Erdball trifft allein eine Wärmestrahlung von etwa 175 Milliarden MW.

Lichtimmission

Beleuchtungsanlagen sind lichtemittierende Anlagen. Bei falsch aufgestellten oder falsch ausgerichteten Leuchten kann es zu „Lichtverschmutzung“ kommen, die als Lichtimmission stört. Ein bekanntes Beispiel ist das Licht der Straßenbeleuchtung, das mitunter durch nahe Fenster fällt und von den Bewohnern dieser Räume als störend empfunden wird.

Lichtfarbe

Die Lichtfarbe beschreibt das farbliche Aussehen des Lichts einer Lampe. Die Lichtfarbe wird charakterisiert durch die Farbtemperatur in Kelvin (K):

- Warmweiß < 3.300 K
- Neutralweiß von 3.300 K bis 5.300 K
- Tageslichtweiß > 5.300 K

Das Licht von Lampen gleicher Lichtfarbe kann unterschiedliche Farbwiedergabeeigenschaften haben. Die Lichtfarben beeinflussen die Raumatmosphäre: Warmweißes Licht wird vorwiegend als gemütlich und behaglich empfunden, neutralweißes Licht eher als sachlich. Tageslichtweißes Licht in Innenräumen wirkt bei Beleuchtungsstärken unter 1.000 Lux fahl und langweilig. Diese Bewertung der Lichtstimmung entspricht dem Empfinden in Mitteleuropa. Südeuropäer bevorzugen zum Beispiel tageslichtweißes Licht.

Lichtpunkt

Vor allem in der Außenbeleuchtung, insbesondere der Straßenbeleuchtung, werden die einzelnen Leuchten auch als Lichtpunkte bezeichnet. In der Innenraumbelichtung steht dieser Begriff zum Beispiel bei einem „Sternenhimmel“ mit Niedervolt-Halogenlampen für die einzelnen „Sterne“.

In der Straßenbeleuchtung wird der Abstand zwischen den einzelnen Lichtpunkten = Leuchten als Lichtpunktabstand bezeichnet.

Der Begriff Lichtpunkthöhe wird vor allem in der Außenbeleuchtung verwendet. Er beschreibt, aus welcher Höhe das Licht vom Lichtpunkt = Leuchte auf die zu beleuchtende Fläche fällt.

Lichtsensor

Lichtsensoren messen die Helligkeit des Tageslichts oder der künstlichen Beleuchtung (Helligkeitssensor). Sie sind Bestandteil von Dämmerungsschaltern und anderer Lichtsteuer- und Lichtregelsysteme.

Lichtstärke

Die Lichtstärke (Kurzzeichen: I) ist der Teil des Lichtstroms, der in eine bestimmte Richtung strahlt. Sie wird in Candela (cd) gemessen.

Die räumliche Verteilung der Lichtstärke (Lichtstärkeverteilung) charakterisiert die Lichtausstrahlung von Leuchten und Reflektorlampen. Die Lichtstärkeverteilung wird grafisch in Form von Kurven dargestellt, den Lichtstärkeverteilungskurven (LVK) – siehe Lichtstärkeverteilung.

Lichtstrom

Der Lichtstrom Φ – gemessen in Lumen (lm) – ist die Lichtleistung einer Lampe. Er beschreibt die von der Lichtquelle in alle Richtungen abgestrahlte Leistung im sichtbaren Bereich. Eine Glühlampe hat etwa 1.400 Lumen, eine zweiseitig gesockelte Halogenlampe bis zu 44.000 Lumen. Der Lichtstrom einzelner LEDs beträgt zwischen 18 und 30 Lumen.

Lichttherapie

Der gezielte Einsatz von Licht, die Lichttherapie, kann zu Wohlbefinden und Gesundheit beitragen. lässt sich negativen Auswirkungen des Lebensumfeldes oder der persönlichen Entwicklung entgegenwirken. Licht hilft zum Beispiel bei Schlafstörungen (etwa durch Schichtarbeit, Jet-Lag), die ihre Ursache in einer Verschiebung der „inneren Uhr“ (circadianer Rhythmus) haben können.

Lichttherapie hilft auch bei mangelnder Leistungsbereitschaft, insbesondere bei Saisonal Abhängigen Depressionen (SAD), die in der dunklen Jahreszeit auftreten und deren Ursache im Mangel an natürlichem Tageslicht begründet ist.

Für Produkte der Lichttherapie werden häufig so genannte Vollspektrumlampen verwendet.

Lux und Lumen

Lichttechniker bezeichnen ihr Fach gerne als die „Wissenschaft von Lux und Lumen“. Beide Begriffe sind Maßeinheiten für zentrale lichttechnische Größen.

In Lux (lx) wird die Beleuchtungsstärke gemessen. Sie gibt an, wie viel Licht – lichttechnisch genauer: wie viel Lichtstrom – auf eine bestimmte Fläche fällt. Maß genommen wird mit einem Luxmeter. Im Büro sind beispielsweise zum Arbeiten am Schreibtisch mindestens 500 Lux Beleuchtungsstärke notwendig.

Der Lichtstrom wird in Lumen (lm) gemessen. Er beschreibt die von der Lampe in alle Richtungen abgestrahlte Leistung im sichtbaren Bereich.

Zwei Beispiele: Eine Glühlampe hat 1.400 Lumen, eine zweiseitig gesockelte Halogenlampe bis zu 44.000 Lumen. Die Werte für den Lichtstrom der Lampen sind in den Produktlisten der Hersteller angegeben.

Streuung von Licht

Das Phänomen einer Streuung des Lichts in alle möglichen Richtungen kann auch in der Erdatmosphäre beobachtet werden: Der Tageshimmel erscheint nicht schwarz (sondern hell, bzw. blau), da das Sonnenlicht an den Luftmolekülen und den Staubteilchen diffus gestreut wird. Die Wahrscheinlichkeit der Streuung von Lichtwellen nimmt mit abnehmender Wellenlänge zu. Dies bedeutet, dass der blaue Anteil des Sonnenlichts wesentlich stärker von der Luft gestreut wird als der rote oder der gelbe Bereich. Aus diesem Grund erscheint der Tageshimmel auf der Erde blau. Bei Planeten ohne Atmosphäre (z. B. beim Mond) ist er dagegen schwarz.

Totalreflexion

Trifft ein Lichtstrahl ganz flach auf eine Grenzschicht (d. h. der Einfallswinkel α beträgt nahezu 90°), dann wird der Strahl nicht mehr gebrochen, sondern vollständig reflektiert, es erfolgt Totalreflexion. Aufgrund dieser Eigenschaft kann man Licht in Lichtleiterkabeln transportieren. Diese bestehen im Innern aus Glasfasern, welche einen großen Einfallswinkel ermöglichen. Durch vielfache Totalreflexion (bis zu 20000 mal pro Meter) wird das Licht im Glasfaserkabel transportiert. Mit Hilfe eines Lichtsenders können Wechselspannungssignale in Lichtsignale umgewandelt werden, die in das Glasfaserkabel eingeschleust werden. Ein Lichttonempfänger am Ende des Glasfaserkabels empfängt die Lichtsignale und wandelt sie wieder in elektrische Signale um. Auf diese Weise können Informationen (z. B. Telefon) über große Strecken ohne Stromverlust übertragen werden.

Spektrale Helligkeitsempfindlichkeit des menschlichen Auges

Lichtwellen sind elektromagnetische Wellen. Die Wellenlängen des sichtbaren Lichts liegen im Bereich von etwa 400 Nanometern (nm) bis 750 nm. Dabei ist das menschliche Auge jedoch nicht für alle Wellenlängen in diesem Bereich gleich empfindlich. Der Maximalwert der Sichtbarkeit liegt beim Menschen am Tag bei etwa 555 nm, also im gelb-grünen Farbbereich. Bei Dunkelheit verschiebt sich die Empfindlichkeit des Auges hingegen in den kurzwelligen Bereich, das Maximum liegt dann bei 507 nm. Am unempfindlichsten reagiert das menschliche Auge auf rote und violette Farbtöne.