

Lichtberatung:

Verbesserung der Rahmenbedingungen durch künstliche Beleuchtung

1 Allgemeines zur Beleuchtung

- Eine gute, künstliche Beleuchtung hebt Kontraste und verbessert die Sehschärfe.
- Eine gute, künstliche Beleuchtung gewährleistet bei verschiedenen Tageslichtverhältnissen gleich gute Sehbedingungen.

2 Kriterien für eine gute, künstliche Beleuchtung

- Die Beleuchtung ist dem Sehvermögen angepasst.
- Die Beleuchtungsstärke entspricht der jeweiligen Sehaufgabe (z. B. dem Heraussuchen von Utensilien aus Schränken)
- Die allgemeine Beleuchtung im Raum wirkt insgesamt gleichmäßig, sorgt also dafür, dass es überall gleich hell ist.
- Die Lichtstärke ist regulierbar.
- Eine Direkt- und Reflexblendung besteht nie, also weder wenn die Sonne scheint noch bei eingeschaltetem Licht.
- Spiegelungen sind nicht erkennbar.
- Fenster sind mit geeigneten Lichtschutzvorrichtungen ausgestattet und vermindern bzw. vermeiden so jahreszeitliche Einflüsse auf die Ausleuchtung.
- Die Arbeitsfläche ist gleichmäßig ausgeleuchtet, so dass Unterschiede der Leuchtdichte nicht sichtbar sind.
- Die Beleuchtung verhindert Schattenbildung.
- Bei zusätzlicher Arbeitsplatzbeleuchtung ist keine Wärmeentwicklung spürbar.
- Die Lichtfarbe der Lampen wird als angenehm empfunden, denn die Farbwiedergabe soll möglichst „natürlich“ sein. Dies führt dazu, dass Kontraste möglichst gut wahrgenommen werden.
- Die Beleuchtungsanlage flimmert nicht.
- Die technischen Voraussetzungen sind einwandfrei, d. h.:
 - Die Beleuchtung ist sparsam im Energieverbrauch,
 - ihre Wartung ist gesichert,
 - die Langlebigkeit der Leuchten ist gewährleistet,

- der Stand der Beleuchtungstechnik und die Installation werden regelmäßig geprüft und die lichttechnischen Größen regelmäßig gemessen.
- Ein elektronisches Vorschaltgerät (EVG) zur Flimmervermeidung ist eingebaut und funktioniert.
- Die Beleuchtung ist dimmbar, der Dimmer (zur Anpassung an die Umgebungsbeleuchtung, an die Sehanforderungen/-aufgaben und zum Schutz bei erhöhter Blendempfindlichkeit) funktioniert.

3 Die Lichtplanung

Kriterien die der Lichtplanung zugrunde liegen, stehen immer in direktem Bezug ...

- zu den individuellen Bedürfnissen,
- zum Sehvermögen (funktionale Auswirkungen),
- zu der Sehanforderung (Tätigkeiten) und
- zu den örtlichen Verhältnissen (Raumsituation, Raumnutzung).

Die Lichtplanung kann sich auf Teilbereiche beziehen, z. B. Tafelbeleuchtung, Raum- und/oder Arbeitsplatzausleuchtung.

Entsprechend kann eine Empfehlung zur Lichtplanung variieren. Sie bezieht sich grundsätzlich auf:

1. das Beleuchtungsniveau/die Beleuchtungsstärke,
2. die Leuchtdichteverteilung,
3. die Blendungsbegrenzung und die Lichtrichtung sowie
4. die Lichtfarbe und die Farbwiedergabe.

3.1 Beleuchtungsniveau/Beleuchtungsstärke (Lichtmenge und Leuchtenanzahl)

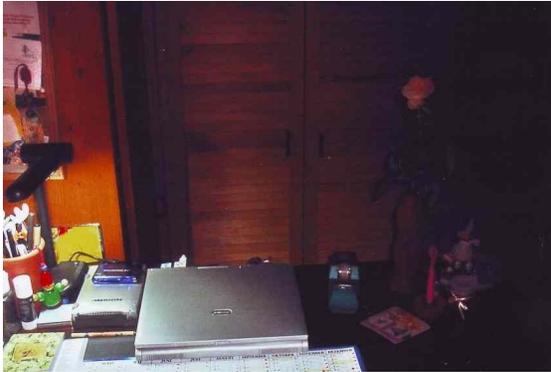
Ein ausreichendes Beleuchtungsniveau bedingt für Menschen mit einer Sehschädigung eine horizontale Beleuchtungsstärke des gesamten Raumes von mindestens 600 Lux (gemessen auf einer Höhe von ca. 0,8 m). Für eine zusätzliche Arbeitsplatzbeleuchtung sind 1500 bis 2000 Lux erstrebenswert (siehe Angaben Fluss-Projekt).

Laut DIN sind am Büroarbeitsplatz mindestens 500 Lux zu erreichen. Diese Angabe gilt als Mindestmaß für alle Büroarbeitsplätze. Für solche, die von Menschen mit eingeschränktem Sehvermögen genutzt werden, gibt es keine zusätzlichen normierten Vorschriften.

Da dieses Beleuchtungsniveau - selbst an am Tageslicht orientierten Arbeitsplätzen in unmittelbarer Fensternähe - nicht während der gesamten

Arbeitszeit und zu jeder Jahreszeit gewährleistet werden kann, ist es erforderlich, dass diese Beleuchtungsstärke auch durch künstliche Beleuchtung erbracht werden kann.

Die Einzelplatzbeleuchtung muss immer im ausgewogenen Verhältnis zur Allgemeinbeleuchtung stehen. Im Hinblick auf verschiedenartige Sehaufgaben und das unterschiedliche Sehvermögen können zum Teil sehr hohe Beleuchtungsstärken (s. o.) empfehlenswert sein.



Standards und Normen sind festgeschrieben und im Anhang wiedergegeben. Wieder gilt, dass es für Menschen mit Sehschädigung keine gesonderten Normen gibt.

DIN 5034 enthält die Bestimmungen für Tageslicht in Innenräumen, DIN 5035 jene für die Beleuchtung mit künstlichem Licht. Weitere relevante Regelungen sind enthalten in § 7 Arbeitsstättenverordnung, Arbeitsstätten-Richtlinien - ASR 7/1, 7/3 und ZH1/190, "Sicherheitsregeln für die künstliche Beleuchtung von Arbeitsplätzen".

3.2 Leuchtdichteverteilung (Leuchtenanordnung)



Die gleichmäßige Raumausleuchtung ist für Menschen mit Seheinschränkung besonders notwendig, da die hell- dunkel- Adaption häufig sehr zeitverzögert oder vermindert stattfindet.

Das Leuchtdichteverhältnis zwischen beispielsweise der Arbeitsfläche und dem direktem Umfeld muss also möglichst ausgewogen sein (das nach DIN 5035 vorgeschriebene Verhältnis von höchstens 3:1 ist für Menschen mit Seheinschränkungen zu hoch).

Von einer Einzelplatzbeleuchtung raten die Sicherheitsrichtlinien (ASR) ab, wenn ein zu starker Wechsel zwischen Hell- und Dunkel-Adaption durch unausgewogene Leuchtdichteverteilungen oder zusätzliche starke Wärmebelastung hervorgerufen wird.

Zu beachten sind auch die Sicherheitsregeln der Berufsgenossenschaften (lt. BGI 856), die besagen:

„Die Beleuchtungseinrichtung muss so angeordnet und bemessen sein, dass sich aus der Art der Beleuchtung keine Unfall- und Gesundheitsgefahren ergeben können!

Hinsichtlich der Ausführung und Anbringung der Leuchten ist besonders darauf zu achten, dass keine Blendwirkung auftritt und dass Reflexionen und Spiegelungen vermieden werden.“

3.3 Blendungsbegrenzung und Lichtrichtung

(Blendung, Spiegelung, Reflexion und Schattenbildung)



Das Leuchtmittel (Lampe, Röhre) darf nicht sichtbar sein!

Blendung tritt durch Direktblendung oder Spiegelung auf.

Blendungen sind Störungen durch zu hohe Leuchtdichten oder zu große Leuchtdichteunterschiede im Gesichtsfeld. Sie dürfen weder durch Leuchtmittel oder Leuchten noch durch Spiegelungen von Gegenständen auf glänzenden Flächen hervorgerufen werden.

Reflexion ist die Wiedergabe des Lichteinfalls auf glatten und/oder hellen Oberflächen (z. B. Arbeitsfläche oder Fußboden).

Eine Spiegelung wird durch Reflexionen erzeugt. Spiegelungen können, z. B. am Bildschirm, auch mehrfach auftreten.

Reflexionen, Blendungen und Spiegelungen müssen vermieden werden. Hierfür eignen sich:

- mattierte Oberflächen am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung (z. B. auch des Fußbodens),
- Innen- oder Außenjalousien, z. B. vertikale Lammellenstores oder Transparentfolien,
- die Anordnung lang gestreckter Leuchten parallel zum Fenster und zur Hauptblickrichtung,
- der Einfall des Lichtes schräg von oben (beachte die Vermeidung von Schattenbildung),
- Leuchten mit hohem oder ausschließlichem Indirektanteil,
- der Einsatz von Spiegelrasterleuchten mit entspiegelten Rastern und
- das (nachträgliche) Anbringen von Blendschutzvorrichtungen direkt an der Leuchte, da Leuchtmittel grundsätzlich nicht sichtbar sein dürfen!

Bei einer Neuinstallation wird die indirekte Beleuchtung favorisiert. Das Licht strahlt gegen die weiße Decke, wird reflektiert und in den Raum zurückgeworfen. Dieses begünstigt eine gleichmäßige Ausleuchtung des gesamten Raumes.

*„...Direktbeleuchtung widerspricht den Anforderungen des Arbeitsschutzes...“
(siehe Studie auf der Basis neuer Arbeitsschutzbestimmungen und wissenschaftlicher Erkenntnisse, Cakir, Ergonomics Institut Berlin, März 1997).*

3.4 Lichtfarbe und Farbwiedergabe

Um eine gute Ausleuchtung zu erreichen, müssen die Lichtfarben aller Leuchtmittel in einem Raum identisch sein!

Lichtfarben werden individuell sehr unterschiedlich empfunden und müssen entsprechend ausprobiert werden. Es gibt keine geeignete Farbe für und keine notwendige Zuordnung zu bestimmten Sehanforderungen.



Die Lichtfarben können grob in drei Gruppen eingeteilt werden und sind dementsprechend mit den beiden letzten Ziffern „codiert“:

- .. 30 für Warmweiß (3.000 K) - wird als gemütlich und behaglich empfunden,
- .. 40 für Neutralweiß, Coolwhite (4.000 K) - vermittelt eine eher sachliche Stimmung,
- .. 65 für Tageslichtweiß, Biolight (6.500 K) - eignet sich für Räume ab einer Beleuchtungsstärke von über 800-1000 Lux.

Die „drittletzte“ Ziffer beschreibt die Farbwiedergabe: Je höher die Ziffer, desto besser ist die Wiedergabequalität.

Somit hat beispielsweise ein Licht mit der Endcodierung „...930“ eine sehr gute Farbwiedergabe und erzeugt warmes Licht.

Der Einsatz von elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) verhindert das Flimmern der Leuchten.

Das Flimmern entsteht durch den Wechselstrom im 50 bzw. 100 Hz-Takt (ibs. bei Leuchtstoffröhren, -Anlagen ohne EVG-). Das Auge nimmt ca. 50 Hz/Sekunde wahr. Diese Information wird vom Gehirn in 1000 Hz/s umgewandelt, um ein scheinbar ruhiges Licht (z. B. am Bildschirm) zu erreichen.

Dieser Prozess kann zu schnellerer Ermüdung, Kopfschmerzen, Brennen der Augen, erhöhtem Augendruck etc. führen.

Anlage: Nennbeleuchtungsstärken für die Beleuchtung von Arbeitsstätten

In den Arbeitsstättenrichtlinien ASR 7/3 (erlassen vom Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung) und in der DIN 5035 - Teil 2 sind Nennbeleuchtungsstärken für die Beleuchtung von Arbeitsstätten vorgeschrieben. Die Angaben sind Mindestwerte. Hier einige Auszüge:

Raum / Tätigkeit	En [lux]	Bemerkungen
Sanitätsräume, Kantinen	200	Stimmungsbetonte Beleuchtung, evtl. Glühlampen.
Pausen- und Liegeräume	100	
Umkleieräume	100	Evtl. zusätzliche Spiegelbeleuchtung.
Waschräume	100	
Toilettenräume	100	
Maschinenräume	100	
Fernschreibstelle, Poststelle	500	
Telefonvermittlung	300	
für Personen	50	Anpassung der Nennbeleuchtungsstärke zu benachbarten Räumen: En bezogen auf die Mittellinie des Verkehrsweges in 0.2 m Höhe über dem Fußboden.
für Personen und Fahrzeuge	100	
Treppen, Fahrtreppen und geneigte Verkehrswege	100	
Verladerampen	100	
Büro und -ähnliche Räume	En [lux]	Bemerkungen
Büroräume mit tageslicht-orientierten Arbeitsplätzen ausschließlich in unmittelbarer Fensternähe	300	Arbeitsplatzorientierte Allgemeinbeleuchtung am Arbeitsplatz mindestens 0,8 En
Büroräume	500	
Großraumbüros [hohe Reflexion]	750	hohe Reflexionsgrade: Decke mindest. 0,7. Wände/Stellwände mindest. 0,5. Einzelplatzbeleuchtung zulässig
Großraumbüros [mittlere Reflexion]	1000	
Technisches Zeichnen	750	En, Gebrauchslage des Zeichenbrettes von 75 Grad zur Horizontalen; im Mittelpunkt, 1,2 m Höhe
Sitzungszimmer und Besprechungsräume	300	
Empfangsräume	100	
Räume mit Publikumsverkehr	200	

Räume für Datenverarbeitung	500	Normen für Bildschirmarbeitsplätze finden Sie in der DIN 5035 Teil 7
Groß- und Einzelhandel	En [lux]	Bemerkungen
Verkaufsräume	300	
Kassenarbeitsplätze	500	
Entrosten und Anstreichen von Stahlbauteilen	200	
Vormontage von Heizungs- und Lüftungsanlagen	200	
Schlosserei und Klempnerei	300	
Kraftfahrzeugwerkstätten	300	
Reparaturwerkstätten für Maschinen und Apparate	500	
Optiker- und Uhrenmacherwerkstatt	1500	Einzelplatzbeleuchtung zweckmäßig dort, wo $E_n > 1000lx$
Herstellen von Schmuckwaren	1000	
Bearbeitung von Edelsteinen	1500	
Radio- und Fernsehwerkstatt	500	
Haarpflege	500	
Kosmetik	750	
Empfang	200	
Küche	500	
Speiseräume	200	
Sitzungsräume	300	
Selbstbedienungsgaststätten	300	
Waschen	300	
Maschinenbügeln	300	
Handbügeln	300	
Sortieren	300	
Fleckenentfernen, Kontrolle	1000	Einzelplatzbeleuchtung zulässig
Schulen, Bildungseinrichtungen	En [lux]	Bemerkungen
überdachte Pausenbereiche	50	
überdachte Fahrradstände	20	
Vorschulräume	300	1) Für Hauptwandtafel und/oder Demonstrationstisch Zusatzbeleuchtung nach DIN 5035 Teil 4, Abschnitt 3.2 > E_n zusätzlich
Unterrichtsräume, sofern nicht Ziff.4.3	300	

Unterrichtsräume mit einem Tageslichtquotient $D < 1\%$ [siehe DIN 5034 Teil 1] am ungünstigsten Arbeitsplatz sowie für Gymnasien [höhere Klassen], vorwiegende Abendnutzung oder speziell für Erwachsenenbildung	500	schaltbar
Unterrichtsräume [hohe Reflexion]	750	
Unterrichtsräume [mittlere Reflexion]	1000	²⁾ An den Plätzen mindestens $0,8 \times E_n$ ³⁾ Die für andere Nutzung erforderliche Beleuchtungsstärke kann auch durch Schalten von Teilen der
Lehrküchen	500	
Werken	500	⁵⁾ Gegebenenfalls Zusatzbeleuchtung nach DIN 5035 Teil 4, Abschnitt 3.2
Bastel-, Näh- und Schreibmaschinenräume	500	
Zeichen, Malen	500	⁶⁾ E_n bezogen auf eine Gebrauchslage des Zeichenbrettes von 75 Grad zur Horizontalen, im Mittelpunkt 1,2 m Höhe
Physik, Chemie, Biologie	500	
Laboratorien, experimentelle Praktikumsräume	500	⁷⁾ ggfs. Mitschreibbeleuchtung bei Projektionen E_v der Projektionsfläche $\leq 0,1 \times E_n$
Technisches Zeichen	750	
Lehrmittelräume	200	⁸⁾ ggfs. ballwurfsichere Leuchten einsetzen
Versammlungsräume	200	
Bildwerferräume	200	Hinweis: EGk1/2 entspricht EGKA
Flure	100	
Treppen	100	
Eingangshallen	100	
Mensen	200	
Ausstellungsräume	100	
Mehrzweckräume	300	
Aulen, Festräume [sofern nicht Mehrzweckräume]	100	
Bibliotheken, Mediotheken	300	
Leseräume	500	
Büchermagazine	200	
Hörsäle	En [lux]	
Hörsäle mit Fenster	500	Zusatzbeleuchtung nach DIN 5035 Teil 4, Abschnitt 3.2
Hörsäle ohne Fenster	750	