

Beleuchtung von Büroräumen entsprechend DIN 5035-7 - Betätigungsfeld für das Elektrohandwerk

Die im August 2004 neu herausgegebene Norm – die in Verbindung mit DIN EN 12464-1 als Ersatz für DIN 5035-7:1988-09 anzuwenden ist – enthält Empfehlungen zur Gestaltung der Beleuchtung im Hinblick auf die Erfüllung der Sehaufgaben zur erfolgreichen Durchführung von Tätigkeiten im Büro-, Produktions- und Dienstleistungsgewerbe mit Bildschirmgeräten

Die Empfehlungen betreffen, unter Berücksichtigung der eingesetzten Bildschirmtechnik, der Aufstellung der Bildschirmgeräte, der Anordnung der Arbeitsplätze und der unterschiedlichen Sehaufgaben folgende Anwendungsbereiche:



Werner Baade

- Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen,
- beleuchtungsbezogene Gestaltung der Räume,
- beleuchtungsbezogene Gestaltung der Arbeitsplätze und
- Beleuchtung und beleuchtungsbezogene Gestaltung einzelner Bildschirmarbeitsplätze, z. B. in Schalterhallen, Fertigungsstätten oder an Maschinen.

Festlegung der Arbeits- und Umgebungsreieche

Nach den normen DIN EN 12464-1 und DIN 5035-7 ist es nicht mehr erforderlich, die Beleuchtung für einen gesamten Raum nach gleichen Kriterien auszulegen. Die Anforderungen an die Beleuchtungsstärke und Einhaltung der Güte Merkmale orientieren sich an den unterschiedlichen Sehaufgaben in den verschiedenen Arbeitsbereichen.

In Büroräumen werden üblicherweise folgende Bereiche unterschieden:

- **Arbeitsbereich Bildschirmarbeit**, dazu zählen das Bildschirmgerät sowie die Flächen zur Anordnung der erforderlichen Arbeitsmittel und zur sachgerechten Ausübung der Tätigkeiten. Nach DIN 4543 ist dafür mindestens eine Arbeitsfläche von 1,28 m² mit einer Länge von = 1,6 m und einer Breite von = 0,8 m notwendig. Hinzu kommt die Benutzerfläche, z. B. als Stellfläche für Stühle, mit einer Tiefe von mindestens 1 m.
- **Arbeitsbereich Besprechung** zur Bearbeitung von Besprechungsunterlagen, üblichen Schreib- und Lesetätigkeiten, Eingaben am Notebook usw. Hier sind die Anforderungen an die verfügbaren Flächen geringer, beleuchtungstechnisch bestehen aber die gleichen Anforderungen wie im Bereich Bildschirmarbeit.
- **Arbeitsbereich Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen**, im Allgemeinen mit senkrechten Flächen ab einer Höhe von 0,5 m bis zu einer Höhe von 2,0 m. Hier bestehen besondere Anforderungen an die Höhe der vertikalen Beleuchtungsstärke.
- **Umgebungsbereich**, der Bereich der sich direkt an die vorstehend erläuterten Arbeitsbereiche anschließt und in einem Abstand von 0,5 m vor den Räumwänden endet, sofern sich dort keine Arbeitsplätze befinden.

Horizontale, zylindrische und vertikale Beleuchtungsstärke

Durch eine künstliche Beleuchtung muss ein Beleuchtungsniveau mit ausreichenden Beleuchtungsstärken geschaffen werden, bei dem

- die Sehaufgaben wie das Lesen und Erkennen von Informationen aus der Umgebung problemlos möglich sind und
- gesundheitsschädigende Fehlbeanspruchungen der Mitarbeiter vermieden werden.

Gleichzeitig müssen sich die Mitarbeiter beim Arbeiten unter künstlicher Beleuchtung wohl fühlen, was wiederum zur Erhöhung ihrer Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft beiträgt.

Die in DIN 5035-7 festgelegten Beleuchtungsstärken sind Wertungswerte, die während der Betriebszeit der Beleuchtungsanlage nicht unterschritten werden dürfen. Wenn keine Angaben zur Ermittlung des Wartungsfaktors zur Verfügung stehen, kann für Büros der in der Norm empfohlene Faktor WF = 0,67 herangezogen werden. Das heißt, dass bei der Planung einer Beleuchtungsanlage diese für eine um ca. 50 % höhere Beleuchtungsstärke auszulegen ist (1/0,67 = 1,50).

Für den Arbeitsbereich mit Bildschirmarbeitsplätzen oder für Besprechungen ist der **Wartungswert für die mittlere horizontale Beleuchtungsstärke E_h mit 500 lx** festgelegt. Dabei darf an keiner Stelle auf der Arbeits- bzw. Tischfläche ein Wert von **300 lx** unterschritten werden. Die Werte beziehen sich auf die Nutzebene, im Allgemeinen auf eine Höhe von 0,75 m (Schreibtischoberfläche). Im Umgebungsbereich ist für die horizontale Beleuchtungsstärke ein Wartungswert von 300 lx ausreichend.

Zu beachten ist, dass die vorstehend genannten Werte ebenfalls für einzelne Bildschirmarbeitsplätze gelten, die sich in Räumen mit einer allgemein niedrigeren Beleuchtungsstärke befinden, z. B. in einem Lagerraum mit einem Wartungswert von $E_h = 200$ lx.

Die **zylindrische Beleuchtungsstärke E_z** , die wichtig ist für die Erkennung von Gegenständen und die Erkennbarkeit von Gesichtszügen, sollte **mindestens 33 %** der mittleren horizontalen Beleuchtungsstärke betragen. Sie wird angegeben für eine Höhe von 1,2 m und kann näherungsweise durch Messen der mittleren vertikalen Beleuchtungsstärke bestimmt werden.

Der Wartungswert für die vertikale **Beleuchtungsstärke E_v** , im Bereich der Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen ist mit **175 lx**, bei einer Gleichmäßigkeit von $g_1 = 0,5$, festgelegt.

Leuchtdichteverteilung

Für eine angemessene Leuchtdichteverteilung im Raum sollte der Reflexionsgrad für die Oberflächen von Arbeits- und Schreibtischen, Bildschirmgehäusen, Tastaturen und ähnlichem zwischen 0,2 und 0,5 liegen.

Um störende Spiegelungen zu vermeiden, sind matte bis halbmatte Oberflächen zu bevorzugen. Empfohlene Reflexionsgrade und Leuchtdichten für weitere Oberflächen sowie für Decken und Wände können den Tabellen der Norm entnommen werden.

Begrenzung der Blendung

Direktblendungen entstehen im Wesentlichen durch helle Flächen im Gesichtsfeld des Betrachters. Neben Fenstern und beleuchteten Flächen mit hoher Leuchtdichte (hoher Reflexionsgrad) sind für die Direktblendung nicht ausreichend abgeschirmte Leuchten in Blickrichtung als eine der Hauptursachen anzusehen.

Die Bewertung der Blendwirkung von Leuchten erfolgt durch das UGR-Verfahren (unified glare rating) nach DIN EN 12464-1. Für eine ausreichende Begrenzung der Direktblendung darf in Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen ein UGR-Wert von 19 nicht überschritten werden.

In der Praxis ist jedoch häufig die auftretende Reflexblendung, z. B. auf Bildschirmoberflächen problematischer. Solche Spiegelungen auf der Bildschirmoberfläche sind im Wesentlichen abhängig von der Qualität des Bildschirms, d. h. seiner Entspiegelung, dem Krümmungsradius der Oberfläche und der Polarität der Darstellung. Nach DIN EN ISO 9241-7 werden Bildschirme in drei Klassen eingeteilt.

Bildschirmklasse Güte des Bildschirms Anwendungshinweise

I	hoch	Geeignet für übliche Büroumgebungen
II	mittel	Geignet für die meisten Büroumgebungen
III	gering	die Anwendung erfordert spezielle Umgebungsbedingungen

Tabelle 1: Klasseneinteilung für Bildschirmen nach DIN EN ISO 9241-7

Bei den heute in der Regel eingesetzten Bildschirmen der Klasse I (hohe Güte) und einer positiven Darstellung (dunkle Zeichen auf hellem Hintergrund) sind für Leuchten und leuchtende Raumflächen mittlere Leuchtdichten von bis zu 1000 cd/m² zulässig.

Reflexblendungen können in ihren negativen Auswirkungen vermindert werden durch:

- Die Anordnung der Leuchten - das einfallende Licht sollte möglichst von der Seite auf den Arbeitsplatz fallen.
- Eine Leuchtdichtebegrenzung der Leuchten - die Leuchtdichte der Leuchten ist oberhalb eines festgelegten Grenz-Ausstrahlungswinkels begrenzt, z. B. auf $L 200 \text{ cd/m}^2$.
- Die Gestaltung der Oberflächen - alle Oberflächen sollten matt und entspiegelt sein.
- Durch helle Raumumgrenzungsflächen - hohe Reflexionsgrade von Decken und Wände erhöhen den Indirektanteil der Beleuchtung und tragen so durch große strahlende Flächen mit geringer Leuchtdichte zur Verminderung von Reflexblendungen bei. Ähnliches gilt für die **Anwendung von direkt/indirekt oder indirekt strahlenden Beleuchtungssystemen**.

Die Anforderungen an die Begrenzung der Blendung gelten ebenso für das Tageslicht. In der Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV) heißt es dazu ganz allgemein:

Bildschirmarbeitsplätze sind so einzurichten, dass leuchtende oder beleuchtete Flächen keine Blendung verursachen und Reflexionen auf dem Bildschirm soweit wie möglich vermieden werden.
Deshalb sollten Bildschirme möglichst so aufgestellt werden, dass sich für die Nutzer eine parallele Blickrichtung zu Fensterflächen ergibt.

Lichtfarbe und Farbwiedergabe

Die Lichtfarbe und die Farbwiedergabe-Eigenschaften der Lichtquellen bestimmen zusammen mit den Raumfarben und den Farben der Einrichtung das "Farbklima" eines Raumes, welches die Stimmung und das Wohlbefinden eines Menschen positiv oder negativ beeinflussen kann.

Die Farbtemperatur bestimmt den Eindruck, den das Auge von der Farbe des "weißen" Lichtes bekommt.

In den Richtlinien zur Beleuchtung von Innenräumen sind die Lichtfarben künstlicher Lichtquellen für allgemeine Beleuchtungszwecke in drei - nicht scharf von einander trennbare - Tönungen und Farbtemperaturbereiche eingeteilt. Es wird unterschieden zwischen:

- **Warmweiße Lichtfarben** (ww) Farbtemperaturen im Bereich **unter 3300 K**
- **Neutralweiße Lichtfarben** (nw) Farbtemperaturen im Bereich **3300 K - 5300 K**
- **Tageslichtweiße Lichtfarben** (tw) Farbtemperaturen im Bereich **über 5300 K**

In Abhängigkeit von der Farbtemperatur gibt es Beleuchtungsstärken, die vom Menschen als unangenehm empfunden werden. Beispielsweise wirkt "weißes" Licht mit einer hohen Farbtemperatur (hoher Blauanteil) ungemütlich und bedrückend, wenn es bei niedrigen Beleuchtungsstärken angewendet wird. Daher sollten **tageslichtweiße** Lampen möglichst nur **bei hohen Beleuchtungsstärken** eingesetzt werden.

Bevorzugte Lichtfarben für bestimmte Anwendungen sind:

- ww = warmweiße Lichtfarben (leicht rötlich-gelblich) mit einer Farbtemperatur von etwa 3000 K sind empfehlenswert für niedrige Beleuchtungsstärken bis ca. 400 Lux in Räumen mit festlichem oder wohnlichem Charakter sowie für Besprechungsräume.
- nw = neutralweiße Lichtfarben mit einer Farbtemperatur von etwa 4000 K sind geeignet für **Arbeitsräume, Büros** und ähnlichem bei guter Kombinationsmöglichkeit mit dem Tageslicht.
- tw = tageslichtweiße Lichtfarben (leicht bläulich) mit einer Farbtemperatur von etwa 6000 K sind vorzugsweise für hohe Beleuchtungsstärken (1000 Lux und mehr) geeignet.

Je nach verwendeter Lichtquelle sind in dem ausgestrahlten Licht die einzelnen Farbanteile in unterschiedlicher Stärke vorhanden. Als ideal ist das Sonnenlicht anzusehen, weil darin alle Spektralfarben (fast) gleichmäßig verteilt sind. Bei künstlichen Lichtquellen weicht die Farbwiedergabe von beleuchteten Flächen mehr oder weniger von den "natürlichen" Farben ab. Beispielsweise ist bei Leuchtstofflampen deren Farbspektrum und Farbwiedergabeeigenschaft stark von der Art und Qualität der verwendeten Lampen abhängig.

Die Farbwiedergabeeigenschaft wird durch den **Farbwiedergabeindex R_a** angegeben. Zur besseren Übersichtlichkeit wurden die Farbwiedergabeindizes zu vier Farbwiedergabestufen zusammengefasst, deren Stufen 1 und 2 nochmals in die Unterstufen 1A und 1B bzw. 2A und 2B zu unterteilt sind.

Farbwiedergabestufe	Farbwiedergabeindex R_a in %	Allgemeinverständliche Beschreibung	Beispiele für entsprechende Lampen
1 1A 1B	90 - 100 80 - 89	sehr gute Farbwiedergabe	Alle Glühlampen, Fünf-Banden-Leuchtstoff-Lampen und Bioluxlampen mit Farbkennzahl 9xx (z. B. 930, 940, 950, 965), einige Halogen-Metalldampflampen Drei-Banden-Leuchtstoff-Lampen, Kompakt-Lampen mit Farbkennzahl 8xx (z. B. 830, 840, 850, 860) "PLUS", (früher Osram 11, 21, 31), Halogen-Metalldampflampen
2 2A 2B	70 - 79 60 - 69	gute Farbwiedergabe	Standard-Leuchtstoff-Lampen (z. B. 640, 730, 740), Halogen-Metalldampflampen

Tabelle 2: Farbwiedergabestufen, Farbwiedergabeindizes und Farbwiedergabeeigenschaften von Lampen

Kennzeichnungsschlüssel für Leuchtstofflampen:

Beispiel: L 58 W / 840	40 x 100 Farbtemperatur = 4000 K => Neutralweiß 8 x 10 = Farbwiedergabeindex > 80 % => 1B
------------------------	--

Laut DIN EN 12464-1 sollte an ständig besetzten Arbeitsplätzen sowie in Innenräumen, in denen sich Menschen für längere Zeit aufhalten, z. B. Büros und Montagehallen, mindestens der Farbwiedergabeindex **$R_a > 80$ (Stufe 1B)** angewendet werden. Dieses gilt ebenso für die Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen nach DIN 5035-7. Damit ist eine Anwendung von Standard-Leuchtstofflampen (siehe Tabelle 2) in solchen Räumen nicht zulässig. Diese sollten auch aus wirtschaftlichen Gründen hinsichtlich ihrer um 20 % bis 25 % geringeren Lichtausbeute nicht mehr eingesetzt werden.

Lichtwelligkeit und Flimmern

Beim Betrieb von Gasentladungslampen, z. B. Leuchtstofflampen, am 50-Hz Wechselstromnetz mit herkömmlichen Betriebsgeräten (Vorschaltgeräten) kommt es zu einer Lichtstromabsenkung bei jedem Nulldurchgang des Wechselstroms. Dieser Lichtstromrückgang macht sich für den Betrachter durch die Welligkeit des ausgestrahlten Lichtstroms bemerkbar.

Die Welligkeit ist wegen der Trägheit des Auges zwar nicht direkt erkennbar, sie kann sich jedoch durch Kopfschmerzen und insbesondere durch optische Täuschungen (stroboskopische Effekte) bemerkbar machen.

Beim Betrieb von Gasentladungslampen an elektronischen Betriebsgeräten (EVGs) mit einer Betriebsfrequenz von 30 bis 60 kHz treten die vorstehend beschriebenen Effekte nicht auf. Die Nachleuchtdauer von Gasstrecke und eventuell vorhandener Leuchtstoffschicht länger ist dann länger als der Nulldurchgang des Wechselstroms. Bei modernen Beleuchtungsanlagen sollten deshalb grundsätzlich nur Leuchten mit EVGs zum Einsatz kommen, die zusätzlich vorteile hinsichtlich der Lampenlebensdauer und der Energieeinsparung aufweisen.

Weitere Anforderungen und Empfehlungen der DIN 5035-7

Zusätzlich zu den in den vorstehenden Abschnitten genannten Anforderungen enthält die Norm Hinweise, Empfehlungen und Bedingungen zu folgenden Punkten:

- Beleuchtungskonzepte und Beleuchtungsarten wie raum-, arbeitsbereich- und teilflächenbezogene Beleuchtung,
- Beleuchtung einzelner Bildschirmarbeitsplätze,
- Steuerung von Beleuchtungsanlagen (Dimmen und Lichtmanagement) sowie
- Planung der Beleuchtung unter Berücksichtigung von Tageslichteinflüssen und der künstlichen Beleuchtung.

Weitere Hinweise und konkrete Anwendungsbeispiele können der berufsgenossenschaftlichen Informationsschrift BGI 856 "Beleuchtung im Büro - Hilfen für die Planung von Beleuchtungsanlagen von Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen" entnommen werden.