

Innenraumbeleuchtung mit künstlichem Licht

Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen
und mit Arbeitsplätzen mit Bildschirmunterstützung

DIN**5035**

Teil 7

Artificial lighting of interiors; lighting of interiors with display work stations and with work stations with display support

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt im Zusammenhang mit DIN 5034 Teil 1, DIN 5035 Teil 1, Teil 2, Teil 3, Teil 4 und Teil 6 sowie DIN 66 234 Teil 6 und Teil 7 und legt die speziellen Anforderungen an die Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen und mit Arbeitsplätzen mit Bildschirmunterstützung (im folgenden gemeinsam „Arbeitsplätze mit Bildschirmgeräten“ genannt) sowie die lichttechnische Gestaltung der Räume und Arbeitsplätze fest. Dabei werden die Anordnung dieser Arbeitsplätze und die Aufstellung der Geräte im Hinblick auf die Beleuchtung berücksichtigt.

Diese Norm gilt auch für Räume mit Arbeitsplätzen mit CAD- oder CAM-Geräten, Mikrofilmgeräten oder Fernsehüberwachung (im folgenden ebenfalls als „Arbeitsplätze mit Bildschirmgeräten“ bezeichnet).

Anmerkung 1: Diese Norm gilt im Unterschied zu DIN 66 234 Teil 7 nicht nur für Bildschirmarbeitsplätze und im Unterschied zu den „Sicherheitsregeln für Bildschirm-Arbeitsplätze im Bürobereich“ der Berufsgenossenschaften ZH 1/618 (Ausgabe 10.80) [1] nicht nur für Bildschirmarbeitsplätze im Bürobereich, sondern für alle Arbeitsräume, die Arbeitsplätze mit Bildschirmgeräten enthalten.

Anmerkung 2: Diese Norm gilt für Räume mit Bildschirmgeräten mit Negativ- und Positivdarstellung (siehe Abschnitt 2.2).

2 Begriffe**2.1 Bildschirmgerät**

Eine Funktionseinheit mit einem Bildschirm und im allgemeinen mit einer Eingabeeinheit (aus: DIN 66 233 Teil 1/04.83).

2.2 Bildschirm

Teil einer Baueinheit zur veränderlichen elektro-optischen Anzeige von Zeichen und Graphiken (aus: DIN 66 233 Teil 1/04.83).

Die Baueinheit kann auch der Wiedergabe von Bildern dienen.

Anmerkung: Man unterscheidet die Darstellung heller Zeichen auf dunklerem Untergrund (Negativdarstellung) und die Darstellung von dunklen Zeichen auf hellerem Untergrund (Positivdarstellung).

2.3 Bildschirmarbeitsplatz

Arbeitsplatz mit Bildschirmgerät, bei dem Arbeitsaufgabe mit und Arbeitszeit am Bildschirmgerät bestimmend für die gesamte Tätigkeit sind (aus: DIN 66 233 Teil 1/04.83).

2.4 Arbeitsplatz mit Bildschirmunterstützung

Arbeitsplatz mit Bildschirmgerät, bei dem Arbeitsaufgaben mit und Arbeitszeit am Bildschirmgerät nicht bestimmend für die gesamte Tätigkeit sind (aus: DIN 66 233 Teil 1/04.83).

2.5 Beleuchtungstechnische Begriffe

Zu in dieser Norm verwendeten beleuchtungstechnischen Begriffen siehe DIN 5035 Teil 1.

3 Anforderungen an die Beleuchtung**3.1 Allgemeines**

Über die Anforderungen an die Beleuchtung nach DIN 5035 Teil 1, Teil 2, Teil 3 und Teil 4 hinaus können sich durch das Bildschirmgerät und dessen Anordnung weitere bzw. erhöhte Anforderungen ergeben.

3.1.1 Lichttechnische Gütemerkmale

Die Anforderungen an die künstliche Beleuchtung beziehen sich nach DIN 5035 Teil 1 vor allem auf folgende lichttechnische Gütemerkmale:

- Beleuchtungsniveau
- Leuchtdichteverteilung
- Begrenzung der Blendung
- Lichtrichtung und Schattigkeit
- Lichtfarbe und Farbwiedergabe.

Diese Gütemerkmale gelten auch für Räume, in denen Arbeitsplätze mit Bildschirmgeräten vorhanden sind. Bei Beleuchtungsniveau, Leuchtdichteverteilung und Begrenzung der Blendung sind spezielle Empfehlungen entsprechend den folgenden Abschnitten zu berücksichtigen.

Ein zusätzliches Gütemerkmal ist:

- Vermeidung störender Spiegelungen heller Flächen auf dem Bildschirm.

Anmerkung: Die Zeichenkontraste auf dem Bildschirm dürfen durch die Beleuchtung nicht störend verringert werden.

3.1.2 Sehaufgaben

Bei der Arbeit mit dem Bildschirmgerät sind zwei Sehaufgaben zu unterscheiden:

- Aufnehmen von Informationen, die auf dem Bildschirm dargeboten werden (z. B. Texte lesen, graphische Darstellungen betrachten, technische Prozesse mit Hilfe des Fernsehbildes beobachten).
- Aufnehmen von Informationen, die **nicht** auf dem Bildschirm dargeboten werden (z. B. Texte auf Vorlagen lesen, Betrachten graphischer Darstellungen sowie Lesen von Zeichen auf der Tastatur, Daten von Anzeigen ablesen, technische Abläufe überwachen).

Fortsetzung Seite 2 bis 8

Normenausschuß Lichttechnik (FNL) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Normenausschuß Informationsverarbeitungssysteme (NI) im DIN

**Documents**

Document Sharing Hub

Diese verschiedenen Sehaufgaben stellen, jede für sich allein betrachtet, unterschiedliche Anforderungen an die Beleuchtung.

Anmerkung: Bei der Darstellung dunkler Zeichen auf hellerem Untergrund wird aus physiologisch-optischen Gründen eine Spiegelung heller Flächen etwas weniger störend wahrgenommen. Es bestehen geringere Leuchtdichteunterschiede zwischen Bildschirm, Beleg und Tastatur.

3.2 Beleuchtungsstärke

Räume, in denen an Bildschirmgeräten gearbeitet wird, sind bezüglich der Nennbeleuchtungsstärke, ihrer Planungs- und Mindestwerte nach DIN 5035 Teil 2, Teil 3 und Teil 4 zu behandeln. (Ausnahmen siehe Tabelle 2).

Anmerkung: Geringere Beleuchtungsstärken sind außer bei ausschließlicher Beobachtung von Fernsehbildern im allgemeinen nicht zulässig, weil die Sehleistung, der Wachzustand und damit die Arbeitssicherheit und das Wohlbefinden des Menschen beeinträchtigt würden.

3.3 Leuchtdichteverteilung im Raum und Gestaltung der Oberflächen

Die Leuchtdichteverteilung im Raum und die Gestaltung der Oberflächen sind in Räumen mit Bildschirmgeräten von besonderer Bedeutung.

Da die lichttechnischen Eigenschaften der Oberflächen in hohem Maße die Leuchtdichteverteilung beeinflussen, sind Reflexionsgrade, Glanzeigenschaften und Farben der Flächen am Arbeitsplatz und im Raum so zu wählen, daß zu hohe Leuchtdichteunterschiede vermieden werden sowie keine störenden Spiegelungen heller Flächen auftreten. Die Farben von Einrichtungsgegenständen sollen mittlere Sättigung aufweisen, die von Wänden und Decke geringe Sättigung (Pastellfarben). Empfohlene Reflexionsgrade und Glanzeigenschaften sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Anmerkung 1: Auch helle Oberbekleidung kann zu störenden Spiegelungen auf dem Bildschirm führen.

Anmerkung 2: Bei Bildschirmgeräten mit hellen Zeichen auf dunklerem Untergrund kann insbesondere in Verbindung mit Maßnahmen zur Reflexminderung nicht vermieden werden, daß zwischen Beleg, Tastatur und Bildschirm ein erheblich größeres als das in DIN 5035 Teil 1 empfohlene Leuchtdichteverhältnis von 3:1 auftreten kann. Erste Untersuchungen haben gezeigt, daß Leuchtdichteverhältnisse bis zu 20:1 noch keine Verminderung der Arbeitsleistung zur Folge haben [2].

3.4 Begrenzung der Blendung

3.4.1 Begrenzung der Direktblendung

Die Begrenzung der Direktblendung durch Leuchten im kritischen Bereich des Ausstrahlungswinkels $45^\circ \leq \gamma \leq 85^\circ$ entsprechend DIN 5035 Teil 1/10.79, muß mindestens die Anforderungen der Güteklasse 1 für den nächsthöheren Wert der Nennbeleuchtungsstärke erfüllen (Ausnahmen siehe Abschnitt 1 und Tabelle 2).

Zur Begrenzung der Direktblendung durch leuchtende Decken muß die mittlere Leuchtdichte der Decke im kritischen Bereich des Ausstrahlungswinkels $45^\circ \leq \gamma \leq 85^\circ$ geringer sein als nach DIN 5035 Teil 1/10.79, Abschnitt 4.4.2.2.

Anmerkung 1: Die schärfere Begrenzung der zulässigen Leuchtenleuchtdichten ist wegen der gegenüber herkömmlicher Bürotätigkeit weniger nach unten geneigten Blickrichtung erforderlich.

Anmerkung 2: In [3] sind Leuchtdichtegrenzkurven für leuchtende Decken vorgeschlagen. Leuchtende Decken sind Groß- oder Kleinrastrerdecken, transmittierende oder indirekt strahlende Decken, bei denen im Ausstrahlungswinkelbereich $45^\circ \leq \gamma \leq 85^\circ$ großflächig keine Leuchtdichteunterschiede von mehr als 10:1 auftreten.

Tabelle 1. Empfohlene Reflexionsgrade und Glanzgrade in Räumen mit Bildschirmgeräten

	Reflexionsgrad *)	Glanzeigenschaften **)	
		Glanzgrad	60°-Reflektometerwert
Arbeitstisch-/Schreibtisch-/Werkbank-/Maschinenoberfläche	0,2 bis 0,5	matt bis halbmatt	3 bis 20
Bildschirmgehäuse, -tastatur, Beleghalter	0,2 bis 0,5	matt bis halbmatt	3 bis 20
Belege/Zeichenpapier	–	matt	3
Raumdecke	0,6 bis 0,8	matt bis halbmatt	3 bis 20
Raumwände	0,3 bis 0,5	matt bis halbmatt	3 bis 20
Rauboden	0,15 bis 0,25	–	–
Größere Flächen unmittelbar hinter dem Bildschirmgerät (z. B. Stellwände, Betriebseinrichtungen)	0,3 bis 0,5	matt bis halbmatt	3 bis 20
*) Näherungsweise Bestimmung: Mit Reflexionsgradtafeln Meßtechnische Bestimmung: nach DIN 5036 Teil 3 **) Glanzgrad: Näherungsweise Bestimmung mit Glanzgradtafeln: Glanzmuster für weiße Dispersions- und Lackfarben nach DIN 53778 Teil 1. Bezugsquelle: Institut für Lackprüfung, 6300 Gießen, Gartfeld 2. 60°-Reflektometerwert: Meßtechnische Bestimmung nach DIN 67530.			

3.4.2 Begrenzung der Reflexblendung

Reflexblendung beeinträchtigt durch Spiegelung heller Flächen an glänzenden Oberflächen die visuelle Informationsaufnahme. Durch richtige lichttechnische Gestaltung der Arbeitsmittel und Gegenstände im Raum kann Reflexblendung begrenzt werden.

Da die Spiegelung winkelabhängig ist, hat die Lichteinfallrichtung und damit die Anordnung der Arbeitsplätze und Bildschirmgeräte sowie die Anordnung der Leuchten und deren Leuchtdichtevertelung bei der Begrenzung der Reflexblendung eine große Bedeutung.

3.4.2.1 Begrenzung der Reflexblendung auf dem Bildschirm

Raubegrenzungsflächen, Fenster (siehe Abschnitt 6) und Einrichtungsgegenstände, die sich im Bildschirm spiegeln, dürfen keine höhere **mittlere** Leuchtdichte als 200 cd/m^2 und keine höhere **maximale** Leuchtdichte als 400 cd/m^2 aufweisen.

Leuchten, die sich im Bildschirm spiegeln, dürfen in den Ebenen C_0, C_{180}, C_{90} und C_{270} für Ausstrahlungswinkel γ , die größer als der Grenzausstrahlungswinkel γ_G sind, keine höhere mittlere Leuchtdichte der leuchtenden Flächen als 200 cd/m^2 aufweisen.

Leuchten, die sich im Bildschirm spiegeln, müssen in den Ebenen C_0, C_{180}, C_{90} und C_{270} mindestens einen Abschirmwinkel $\alpha \geq 30^\circ$ (siehe DIN 5035 Teil 1/10.79, Abschnitt 4.4.2) aufweisen.

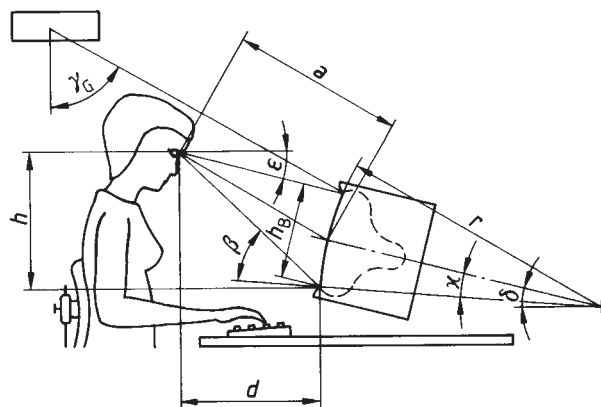
Anmerkung: Bei der Mehrzahl der gegenwärtig eingeführten Bildschirmgeräte ist ein störungsfreies Arbeiten nur dann sichergestellt, wenn für die Flächen, die sich im Bildschirm spiegeln können, die genannten Grenzwerte der Leuchtdichte eingehalten werden. Bei Geräten, die dem heutigen fortschrittlichen Stand der Technik entsprechen, wird durch bessere Darstellung der Information auf dem Bildschirm die Störwirkung von Reflexen vermindert. Bei diesen Geräten dürfen höhere Werte der mittleren bzw. maximalen Leuchtdichten zugelassen werden. Da derzeit noch keine Klassifizierung hinsichtlich dieser Bildschirmqualität möglich ist, kann noch kein erhöhter Grenzwert genormt werden.

Aus lichttechnischen Gründen sollte unter Berücksichtigung ergonomischer Forderungen (siehe DIN 66 234 Teil 6) eine Optimierung des Systems Beleuchtung – Arbeitsplatz – Bildschirm durchgeführt werden, die die Begrenzung der Reflexblendung auf dem Bildschirm und auf den übrigen Arbeitsmitteln gleichermaßen berücksichtigt.

Der Grenzausstrahlungswinkel γ_G hängt vom Sehabstand, von der Größe, dem Bildschirmkrümmungsradius und dem Neigungswinkel des Bildschirms sowie vom Winkel zwischen der Blickrichtung zur obersten Zeile und der Horizontalen ab (siehe [1] und [4]).

In Bild 1 sind die geometrischen Zusammenhänge dieser Größen für Bildschirmneigungen $\delta \leq 20^\circ$ dargestellt.

Für Bildschirmneigungen $\delta > 20^\circ$ bis hin zu waagerechter Anordnung muß die Beleuchtungsanlage so gestaltet sein, daß sich im Bildschirm keine Flächen mit Leuchtdichten $\bar{L} > 200 \text{ cd/m}^2$ spiegeln können.



- a Sehabstand Auge – Bildschirmsmitte
- β Beobachtungswinkel der untersten Zeile
- ϵ Winkel zwischen Blickrichtung zur obersten Zeile und Horizontale
- δ Neigungswinkel des Bildschirms
- γ_G Grenzausstrahlungswinkel
- r Bildschirmkrümmungsradius
- α Bildschirmöffnungswinkel
- h Augenhöhe über Bildschirmunterkante (unterste Zeile)
- d Abstand horizontal vom Bildschirm (unterste Zeile)
- h_B Bildschirmhöhe

Bild 1. Geometrische Verhältnisse am Bildschirmgerät

Sind die geometrischen Daten des Bildschirmgerätes und des Arbeitsplatzes nach Bild 1 bekannt, kann der Zusammenhang dieser Daten mit dem Grenzausstrahlungswinkel γ_G mittels der Nomogramme Bild 2 und Bild 3 ermittelt werden. Im Nomogramm Bild 2 wird ausgehend vom Bildschirmöffnungswinkel α in Grad nach Bild 1, der sich nach der Gleichung

$$\alpha = \frac{90^\circ}{\pi} \cdot \frac{h_B}{r}$$

berechnet (h_B : Bildschirmhöhe, r: Bildschirmkrümmungsradius), für die Bildschirmneigungen δ von 0° bis 20° und die Blickwinkel zur obersten Zeile von 0° bis 20° der erforderliche Grenzausstrahlungswinkel γ_G entsprechend dem eingezeichneten Beispiel ermittelt. Mit der Wahl der Blickrichtung (Winkel ϵ) nicht oberhalb der Horizontalen ist eine ergonomische Forderung nach DIN 66 234 Teil 6 erfüllt.

Die weitere ergonomische Forderung, die Verzerrung der Zeichen der untersten Zeile innerhalb zulässiger Grenzen nach DIN 66 234 Teil 6 zu halten (Beobachtungswinkel β nach Bild 1 kleiner als 40°), wird mittels des Nomogramms Bild 3 überprüft. Benötigt werden dazu Augenhöhe h und Abstand d der untersten Zeile vom Auge (siehe Bild 1). Für den Sehabstand vom Auge zur Bildschirmsmitte von $a = 50 \text{ cm}$ ist im Nomogramm links oben der Bereich typischer Bildschirme angegeben. Mit dem Bildschirmöffnungswinkel α (siehe Bild 1) wird der Beobachtungswinkel β entsprechend dem eingetragenen Beispiel ermittelt.

Die Überprüfung muß, falls erforderlich, mit geänderten Parametern wiederholt werden.

Sind die geometrischen Daten des Bildschirmgerätes und des Arbeitsplatzes zur Bestimmung des Grenzausstrahlungswinkels γ_G nach Bild 1 zum Zeitpunkt der Festlegung des Beleuchtungssystems nicht bekannt, oder sind aufgrund der Raumgeometrie und für beliebige Aufstellung der Bildschirmgeräte Reflexe zu erwarten, sollen die Leuchten, die sich im Bildschirm spiegeln können, einen Grenzausstrahlungswinkel $\gamma_G = 50^\circ$ einhalten.