

## Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen

Die letzten 20 Jahre haben die Arbeit im Büro radikal verändert. Dennoch hat das Medium Bildschirm das traditionelle Medium Papier nicht ersetzen können. Die Soft- und Hardware wird ständig weiterentwickelt. Unsere Dienstleistungsgesellschaft verlangt hohe Flexibilität und Kreativität bei der Erledigung der Arbeitsaufgaben. Für die Mitarbeiter müssen Arbeitsmittel, -plätze und -umgebung sowie die Arbeitsorganisation an diese Anforderungen angepasst werden. Der «elektronische» Datenaustausch über Kommunikationsnetze erlaubt es die Büroarbeit sowohl zeitlich als auch örtlich flexibel auszuführen. Darum sind in den letzten Jahren neue Organisationsformen für die Büroarbeit entstanden, die durch neuartige Raumkonzepte ergänzt wurden. Auch die Möblierung der Büroräume ist von dieser Entwicklung tangiert worden. Die Planung von optimalen Beleuchtungsanlagen muss diese Voraussetzungen berücksichtigen.

## Begrenzung der Direktblendung nach DIN 5035, CIE29/2 (Söllner):

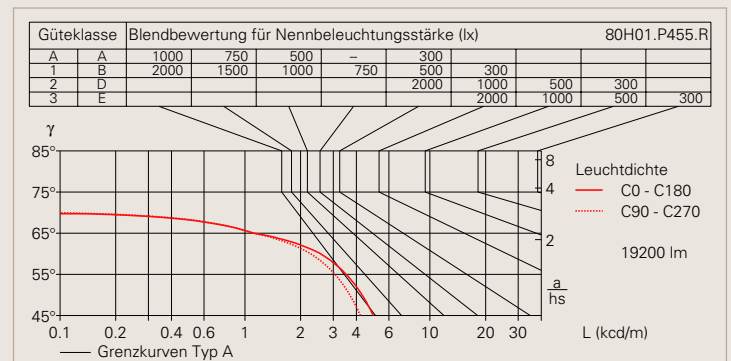
Die lichttechnische Bewertung einer Leuchte bezüglich psychologischer Blendung erfolgt gemäss dem Leuchtdichte-Grenzkurvendiagramm nach Söllner. Die Direktblendung gilt als begrenzt, wenn die mittlere Leuchtdichte der Leuchten, in dem für die Blendung kritischen Winkelbereich von 45°–85°, mindestens die Güteklasse A erreicht. Das in DIN 5035-1, CIE29/2 festgelegte Verfahren zur Begrenzung der Direktblendung durch Leuchten soll aufgrund der zukünftigen EN 12464 durch das UGR-Verfahren ergänzt werden.

## Begrenzung der Direktblendung nach E DIN 12464 (e DIN 5035-2), (UGR):

Um weltweit ein einheitliches System der Blendungsbewertung zu haben wurde von der CIE (Commission Internatioonal de l'Eclairage) das «Unified Glare Rating»-System (UGR) entwickelt. Im Gegensatz zum Söllner-Verfahren, das die Blendung einzelner Leuchten bewertet, ist das UGR-Verfahren geeignet, die Blendung einer konkreten Beleuchtungsanlage zu beurteilen. Solange die Europäische Norm nicht verabschiedet ist, wird wahlweise sowohl das DIN-5035-Verfahren, als auch das UGR-Verfahren empfohlen.

Anmerkung: Für Leuchten werden zur Zeit nur Grenzwerte für mittlere Leuchtdichten gefordert. Die Begrenzung von Leuchtdichtespitzen wäre sinnvoll, doch hierfür gibt es noch keine geeigneten Messmethoden und Bewertungskriterien.

**Blendung:** Blendung ist auf zu hohe Leuchtdichteunterschiede im Gesichtsfeld zurückzuführen. Das Gesichtsfeld teilt sich in Arbeitsfeld und Umfeld. Es wird unterschieden zwischen Direktblendung und Reflexblendung. Blendung führt zu schlechterer Arbeitsleistung, höherer Fehlerhäufigkeit und Ermüdung. Reflexionen auf Bildschirmen, hervorgerufen durch Leuchten, Fenster oder anderen Flächen mit hoher Leuchtdichte, verschlechtern die Lesbarkeit der Anzeige und können beim Mitarbeiter Beschwerden hervorrufen. Die Anzeigequalität der Bildschirme hinsichtlich Reflexionen und die Beleuchtung sollen aufeinander abgestimmt werden. Heute reicht es nicht, der Leuchte eine bestimmte Eigenschaft abzuverlangen (z.B. «BAP»), in Zukunft wird die Platzierung relativ zum Arbeitsplatz an Bedeutung gewinnen. Die Blendungsbewertung wird sich auf die gesamte Ergonomie beziehen.



Blendbewertung nach UGR für 91W01.128.7											
p-Decke	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p-Wände	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p-Boden	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Raumgröße	X	Y	Blickrichtung quer zur Lampenachse				Blickrichtung parallel zur Lampenachse				
2H	2H	18.5	19.8	18.8	20.0	20.2	16.9	18.2	17.2	18.4	18.6
3H	3H	19.0	20.1	19.3	20.4	20.6	17.8	18.9	18.1	19.2	19.5
4H	4H	19.2	20.2	19.5	20.5	20.8	18.2	19.3	18.6	19.5	19.8
6H	6H	19.4	20.3	19.7	20.6	20.9	18.5	19.5	18.9	19.8	20.1
8H	8H	19.5	20.4	19.8	20.7	21.0	18.7	19.6	19.0	19.9	20.2
12H	12H	19.5	20.4	19.9	20.8	21.1	18.8	19.6	19.1	20.0	20.3
4H	2H	18.8	19.8	19.1	20.1	20.4	17.5	18.5	17.8	18.8	19.1
3H	3H	19.5	20.4	19.9	20.7	21.0	18.6	19.4	18.9	19.8	20.1
4H	4H	19.8	20.6	20.2	20.9	21.3	19.1	19.9	19.5	20.2	20.6
6H	6H	20.1	20.8	20.5	21.2	21.6	19.5	20.2	19.9	20.6	21.0
8H	8H	20.3	20.9	20.7	21.3	21.7	19.7	20.3	20.1	20.7	21.1
12H	12H	20.4	21.0	20.9	21.4	21.8	19.8	20.4	20.2	20.8	21.2
8H	4H	20.0	20.6	20.4	21.0	21.4	19.3	20.0	19.7	20.3	20.8
6H	6H	20.4	21.0	20.9	21.4	21.9	19.9	20.4	20.4	20.9	21.3
8H	8H	20.7	21.2	21.2	21.6	22.1	20.1	20.6	20.6	21.1	21.5
12H	12H	20.9	21.3	21.4	21.8	22.3	20.3	20.7	20.8	21.2	21.7
12H	4H	20.0	20.6	20.4	21.0	21.4	19.3	19.9	19.8	20.3	20.8
6H	6H	20.5	21.0	21.0	21.4	21.9	20.0	20.4	20.4	20.9	21.4
8H	8H	20.8	21.2	21.3	21.6	22.1	20.2	20.7	20.7	21.1	21.6
Variation der Beobachterposition für Leuchtenabstände S											
S =	1.0H	+0.2/	-0.2	+0.2/	-0.3						
	1.5H	+0.7/	-1.0	+0.5/	-0.8						
	2.0H	+1.6/	-1.7	+0.8/	-1.1						
Standard-tabelle		BK03				BK04					
Korrektur-summand		2.0				1.5					
Korrigierte Blendindizes bezogen auf 2600lm Gesamtlichtstrom											

## **Begrenzung der Reflexblendung auf dem Bildschirm**

Die Reflexionseigenschaften der Bildschirmfläche, die Bildschirmpolarität sowie der Bildschirmkrümmungsradius beeinflussen in engem Zusammenhang mit den leuchtenden Flächen im Raum die visuelle Informationsaufnahme.

Durch Entspiegelungsmassnahmen der Bildschirmoberfläche werden Leuchtdichten und/oder Konturenschärfe störender Spiegelbilder im Allgemeinen reduziert. So können im Vergleich zu Bildschirmen ohne Entspiegelungsmassnahmen höhere Leuchtdichten von Flächen, die sich auf dem Bildschirm spiegeln, zugelassen werden. Für die Planung der künstlichen Beleuchtung sind eine Reihe grundlegender Gesichtspunkte zu berücksichtigen.

## **Leuchtdichteverhältnisse**

Je nach Polarität des Bildschirms (positive oder negative Polarität) sind die Leuchtdichteverhältnisse auf die Bildschirmleuchtdichten abzustimmen. Grössere, den Bildschirm umgebende Flächen sollten jedoch keine höhere Leuchtdichte als 500cd/m<sup>2</sup> aufweisen.

(Ausnahme: Durch Fenster gesehene Leuchtdichten können auf Grund der positiven psychologischen Wirkung des Tageslichts höhere Leuchtdichten aufweisen; die Fenster sollten sich jedoch nicht in der unmittelbaren Bildschirmumgebung befinden).

Durch den Krümmungsradius der Bildschirme werden die Raumwinkelbereiche, aus denen störende Spiegelungen auftreten können begrenzt; d.h. je flacher die Bildschirmoberfläche (grosse Bildschirmradien), umso grösser ist der Raumwinkelbereich.

Bildschirmgeräte werden heutzutage unter vielfältigsten Beleuchtungsbedingungen verwendet. Dabei ist die Variation der Beleuchtungsstärken im Bürobereich mit ca. 300 lx bis 1000 lx noch relativ gering, Notebooks werden demgegenüber zwischen 10 lx und 100000 lx eingesetzt. Eine nähere Betrachtungsweise der Darstellungsqualität von heutigen Bildschirmen zeigt zwar in den letzten Jahren grosse Verbesserungen, aber auch noch Defizite in Bezug auf Leuchtdichten, Kontraste und Auflösung. Nicht umsonst werden viele Dokumente ausgedruckt, um sie zu lesen.

Bedingt durch die Klasseneinteilung der Bildschirme EN ISO 9241 Teil 7 lassen sich die Leuchtdichtegrenzwerte der Flächen, die sich auf den Bildschirm spiegeln, in Abhängigkeit von der Entspiegelung und der Bildschirmpolarität festlegen.

## Begriffe

Bildschirmgerät:

Funktionseinheit bestehend aus Bildschirm und im allgemeinen einer Eingabeeinheit

Bildschirm:

Teil eines Bildschirmgerätes zur Darstellung von alphanumerischen Zeichen, Graphiken oder Bildern, unabhängig von der Art des Darstellungsverfahrens (z.B. Kathodenstrahlröhre, LCD Flüssigkristallanzeige)

Bildschirmpolarität:

Unter positiver Polarität eines Bildschirms werden dunkle Zeichen auf hellem Hintergrund verstanden.

## Planung, Gütekriterien

Folgende grundlegende Gesichtspunkte sind für die Planung und Bewertung von Bedeutung:

- Sichtverbindung nach aussen
- Erkennbarkeit von Gesichtern, Mimik und Gestik
- Ergonomische und ästhetische Gestaltung der Arbeits- und Umgebungsbereiche

Die lichttechnischen Gütemerkmale der Beleuchtung sind:

- Beleuchtungsniveau
- Leuchtdichteverteilung
- Begrenzung der Direktblendung
- Lichtrichtung und Schattigkeit
- Lichtfarbe und Farbwiedergabe
- Begrenzung der Reflexblendung auf dem Bildschirm
- Vermeidung von Flimmern der künstlichen Beleuchtung



## Bildschirmklassen nach DIN EN ISO 9241-7 : 1998-12

Bildschirmklasse nach DIN EN ISO 9241-7 : 1998-12	Güte des Bildschirms bezüglich Entspiegelung und Sichtbarkeit	Anwendungshinweise nach DIN EN ISO 9241-7 : 1998-12 bezüglich der Umgebungsbedingungen im Büro
I	hoch	Geeignet für die Nutzung in üblicher Büroumgebung
II	mittel	Geeignet für die meisten Büroumgebungen
III	gering	Erfordert spezielle, kontrollierte Büroumgebung

## Zulässige Leuchtdichtewerte von Leuchten und Raumflächen, die sich für den Nutzer auf dem Bildschirm spiegeln, in Abhängigkeit von der Bildschirmgüte bezüglich Entspiegelung und Sichtbarkeit sowie von der Polarität des Bildschirms.

Bildschirmklasse nach DIN EN ISO 9241-7 : 1998-12	I	II	III
Güte des Bildschirms bezüglich Entspiegelung und Sichtbarkeit	hoch	mittel	gering
Bildschirm polarität	positiv negativ (hell) (dunkel)	positiv negativ (hell) (dunkel)	positiv negativ (hell) (dunkel)
Leuchten, die sich auf dem Bildschirm spiegeln (mittlere Leuchtdichte)	≤ 1000 cd/m <sup>2</sup>		≤ 200 cd/m <sup>2</sup>
Leuchtende Raumflächen, die sich auf dem Bildschirm spiegeln			
mittlere Leuchtdichte	≤ 1000 cd/m <sup>2</sup>		≤ 200 cd/m <sup>2</sup>
maximale Leuchtdichte	≤ 2000 cd/m <sup>2</sup>		≤ 400 cd/m <sup>2</sup>

## Berücksichtigung des Tageslichts

Die lichttechnische Gestaltung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen sollte nicht nur die künstliche Beleuchtung, sondern grundsätzlich auch das Tageslicht berücksichtigen. Angestrebt werden sollte im Rahmen der natürlichen Gegebenheiten eine

- ausschliessliche Nutzung von Tageslicht oder wenigstens
- eine Kombination von Tageslicht und künstlichem Licht.

Um positive physiologische und psychologische Wirkungen in Bezug auf das Wohlbefinden zu erzielen, können wesentlich höhere Beleuchtungsstärken zweckmässig sein, als die Normen angeben. Der Mensch benötigt eine bestimmte Mindestlichtmenge im Jahr für seine Gesundheit. Wird diese nicht erreicht, können Lichtmangelerkrankungen auftreten. Probleme treten überwiegend in der Winterzeit auf, wenn Menschen an Arbeitsplätzen ohne (ausreichendes) Tageslicht arbeiten. Die erforderliche Lichtmenge kann in Luxstunden angegeben werden, wobei ein Schwellenwert von ca. 2000 lx überschritten werden sollte, um eine biologische Wirkung zu erzielen.

## Bildschirme mit unterschiedlicher Güte der Entspiegelung (Bildschirmklassen) DIN EN ISO 9241

Bildschirme, die für helle Umgebungsbedingungen vorgesehen sind, werden in Abhängigkeit von der visuellen Störwirkung durch Spiegelung heller Flächen und Minderung der Zeichenkontraste, d.h. Minderung der Sichtbarkeit der dargestellten Information auf der Bildschirmoberfläche, in Bildschirmklassen eingeteilt.



**Güteklasse III**  
(Kathodenstrahlröhre)



**Güteklasse II**  
(Kathodenstrahlröhre Trinitron)



**Güteklasse I**  
(LCD-Bildschirm)

