

# Bildschirmtechnik und Beleuchtung

## Eine Frage der Robustheit

Dr.rer.nat. Peter Schäfer

Vortrag bei der Konferenz  
Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen -  
Neue Regelungen, neue Konzepte, neue Lösungen  
4./5. Oktober 2001, Berlin  
Veranstalter: ERGONOMIC Institut



# Einsatzbedingungen von Bildschirmen für Büroanwendungen

Einsatzbereich	Beleuchtungsstärke, lx
Büro	300 - 1.000
Außendienst mit Notebook	
- Wohnzimmer	$\geq$ 50
- Büro	300 - 1.000
- Freie Natur	3.000 - 100.000



## **Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung:**

Die auf dem Bildschirm dargestellten Zeichen müssen scharf, deutlich und ausreichend groß sein sowie einen angemessenen Zeichen- und Zeilenabstand haben.



# Leuchtdichten

## Anzeigetechnik

## Leuchtdichten, cd/m<sup>2</sup>

CRT

70 - 140

LCD

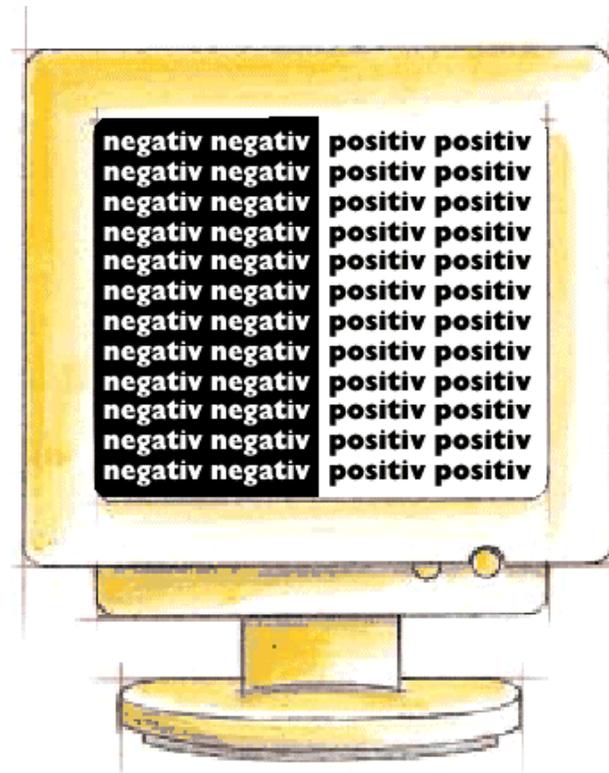
100 - 250

Papiervorlage

80 - 150



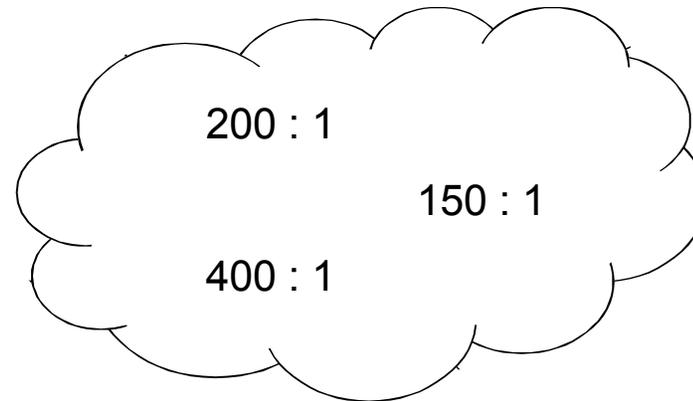
# Darstellungsverfahren



Gilt dies auch für Tastaturen?



# Kontraste



Innerer Kontrast innerhalb von Buchstaben (z.B. „e“) bei Positivdarstellung

CRT	3,5 : 1	-	6 : 1
LCD	10 : 1	-	30 : 1
Papiervorlage	10 : 1	-	20 : 1



# Zeichenschärfe

Ziel: Darstellung auf dem Bildschirm wie auf Papier gedruckte Zeichen

Da ein direktes Maß für die Zeichenschärfe bei Bildschirmen in der Normung fehlt, wird hier ersatzweise die Auflösung betrachtet.

Gerät	Auflösung, dpi
Drucker	
- Tintenstrahl	300 - 2.800
- Laser	300 - 600
Bildschirm	60 - 120



## **Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung:**

Der Bildschirm muss frei von störenden Reflexionen und Blendungen sein.



# Entspiegelung



# Entspiegelung

Klasse	Umgebung
I	Für alle Büroanwendungen geeignet
II	Für die meisten, aber nicht alle Büroumgebungen geeignet
III	Benötigt kontrollierte Beleuchtungsbedingungen



# Entspiegelung

Bildschirm	A		B		C		D		E	
	pos.	neg.	pos.	neg.	pos.	neg.	pos.	neg.	pos.	neg.
<b>Güteklasse der Entspiegelung nach DIN EN ISO 9241-7</b>	I	I	I	II	II	II	II	III	III	III
<b>Mittlere Leuchtdichte <math>\bar{L}</math> der Störlichtquellen [cd/m<sup>2</sup>]</b>	≤1000	≤1000	≤1000	≤200	≤1000	≤200	≤1000	≤200	≤200	≤200
<b>Spitzenleuchtdichte <math>L_{\max}</math> der Störlichtquellen [cd/m<sup>2</sup>]</b>	≤2000	≤2000	≤2000	≤400	≤2000	≤400	≤2000	≤400	≤400	≤400
<b>BG-PRÜFZERT-Zeichen</b>	ja		ja		nein		nein		nein	



# BG-PRÜFZERT-Zeichen



# BG-PRÜFZERT-Zeichen

## Die wichtigsten Unterschiede zum GS-Zeichen

- Gleiche Prüfkriterien - höheres Anforderungsniveau
- Einhaltung der TCO-Empfehlungen für Bildschirme bezüglich Strahlung
- Einhaltung der Energy Star-Empfehlungen für Bildschirme und Steuereinheiten



# BG-PRÜFZERT-Zeichen

## Nutzen beim Einsatz von Geräten mit BG-PRÜFZERT-Zeichen

- Geräte sind sicherheitstechnisch und ergonomisch einwandfrei und entsprechen den Empfehlungen des Fachausschusses „Verwaltung“
- Geräte sind in vollem Umfang gebrauchstauglich
- Bei sachgerechter Anwendung werden die Schutzziele von Arbeitsschutzgesetz und Bildschirmarbeitsverordnung erfüllt



# Entspiegelung

## Klassifizierung nach ISO 9241-7 (getrennt nach Positiv- und Negativdarstellung)

Berücksichtigt werden:

- diffuse Reflexionen auf der Anzeigefläche z.B. durch die Allgemeinbeleuchtung
- gerichtete Reflexionen von groß- bzw. kleinflächigen Störlichtquellen, die sich als störende Spiegelbilder der Nutzinformation überlagern



# Entspiegelung

## Klassifizierung nach ISO 9241-7 (getrennt nach Positiv- und Negativdarstellung)

Dabei werden Störlichtquellen mit folgenden Referenzleuchtdichten  $L_{A(REF)}$  berücksichtigt:

Klasse	Anforderung
I	$L_{A(REF, EXT)} = 200 \text{ cd/m}^2$ und $L_{A(REF, SML)} = 2.000 \text{ cd/m}^2$
II	$L_{A(REF, SML)} = 200 \text{ cd/m}^2$ oder $L_{A(REF, SML)} = 2.000 \text{ cd/m}^2$
III	$L_{A(REF, EXT)} = 125 \text{ cd/m}^2$ oder $L_{A(REF, SML)} = 200 \text{ cd/m}^2$



# Entspiegelung

## Klassifizierung nach ISO 9241-7 (getrennt nach Positiv- und Negativdarstellung)

Anforderungen (für Positivdarstellung)

$$\frac{\text{Leuchtdichte Untergrund (incl. gerichteter und diffuser Reflexion)}}{\text{Leuchtdichte Zeichen (incl. gerichteter und diffuser Reflexion)}} \geq 3$$

und

$$\frac{\text{Leuchtdichte Untergrund (incl. gerichteter und diffuser Reflexion)}}{\text{Leuchtdichte Untergrund (incl. diffuser Reflexion)}} \leq 1,25$$



# Entspiegelungsverfahren

## Bisher eingesetzte Verfahren:

- Optische Vergütung sog.  $\lambda/4$ -Entspiegelung mit 6 Schichten und mehr (Vakuumaufdampfverfahren)
- Silikatbeschichtung (Sprühverfahren) in Verbindung mit 2- oder 3-schichtigen  $\lambda/4$ -Beschichtungen
- Anätzen der Röhrenoberfläche

## Verfahren in der Entwicklung:

- Aufprägen von Nanostrukturen (Eierkartonstruktur) direkt auf Anzeigefläche, Matrizen werden über holografische Belichtung erzeugt.
- Beschichtung mit einer anorganischen Sol-Gel-Schicht, die nach thermischer Behandlung eine poröse Nanostruktur aufweist.
- Beschichtung von Oberflächen mit einer zweikomponentigen Polymerschicht. Nach Herauslösen einer Komponente entsteht eine Lochstruktur.

