

Bildschirmgeräte

Wichtige technische Anforderungen an Bildschirmgeräte im Detail

Die technischen Anforderungen an Bildschirmgeräte dienen dazu, dass die Lesbarkeit der Zeichen, die Bildschirmaufstellung und die Informationsdarstellung nicht zu übermäßiger Beanspruchung der Augen, des Körpers und der Psyche führt. Sie sind in der Bildschirmarbeitsverordnung, konkret in der Norm DIN EN ISO 9241, insbesondere im Teil 3 und in den Sicherheitsregeln der Berufsgenossenschaften für Bildschirmarbeitsplätze dargelegt. Der Entwurf der Unfallverhütungsvorschrift VBG 104 enthält zusätzliche Anforderungen, die hier aufgenommen wurden und als gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zu bewerten sind.

Zeichenqualität und Kontraste

Die Zeichen müssen scharf und deutlich sein. Das heißt:

- Mittlere Leuchtdichte von mindestens 35 cd/m²
- Mindestkontrast mit einem Verhältnis der Leuchtdichten von 3:1 bei Positivdarstellung (dunkle Zeichen auf hellem Grund)
- keine störende Unregelmäßigkeiten bei Zeichen und Flächen gleicher Leuchtdichte, nicht über 1,7:1 Leuchtdichteunterschiede
- scharfe Zeichenkonturen, kein verlaufen der Zeichen ineinander
- auch in Randbereichen verzerrungsfrei dargestellt
- scharf bei jeder Helligkeitseinstellung
- Positivdarstellung und damit eine hohe Leuchtdichte (vom Auge wahrgenommene Helligkeit), empfehlenswert 100 cd/m²

Empfehlung: Stand der Technik sind Triniton- oder Black-Matrix-Bildschirme für ein gestochen scharfes Bild.

Zeichengröße und Abstände

Die Zeichen müssen ausreichend groß sein und einen angemessenen Zeichen- und Zeilenabstand haben. Das heißt:

- Zeichenmatrix mindestens 7 x 9 (Breite x Höhe) plus 3 Bildpunkte Unterlänge und bei grafischen Systemen 14 x 8 Bildpunkte plus 5 Bildpunkte für Unterlängen,
- Zeichenhöhe der Großbuchstaben mindestens 2,9 mm bei einem Sehabstand von 50 mm, besser zwischen 3 und 4 mm,
- Zeichenbreite der Großbuchstaben soll bei 70-90% der Höhe liegen, nicht 50% der Schrifthöhe unterschreiten, der Kleinbuchstaben mindestens 70% der Breite der Großbuchstaben
- Zeichenhöhe der Kleinbuchstaben soll ca. 70 % der Großbuchstaben betragen (ohne Unter- und Oberlängen)
- Zeichenabstand horizontal mindestens 15 % der Zeichenbreite, der Zeilenabstand zwischen Kleinbuchstaben mit Unterlänge und Großbuchstaben mit Oberlänge mindestens 10% der Schrifthöhe (Testfall g und E)
- verwechslungssichere Zeichen (Testfall O und 0)

Empfehlung: Sehabstände leicht individuell anpaßbar, wichtig für Brillenträger. Arbeitsmediziner empfehlen 70 - 80 cm Abstand, insbesondere bei größeren Bildschirmen.

Sehabstand zum Bildschirm(mm)	500	560	600	660	700
Minimale Schrifthöhe (mm)	2,9	3,3	3,5	3,9	4,1
Maximale Schrifthöhe (mm)	4,5	5,1	5,5	6,0	6,4

Einstellbarkeit

Helligkeit und Kontraste müssen einfach an wechselnde Umgebungsbedingungen angepaßt werden können:

- leicht von vorne oder seitlich erreichbare Einstellmechanismen

Empfehlung: Abspeicherbarkeit verschiedener Einstellungen

Bildqualität

Das dargestellte Bild darf keine Verzerrungen aufweisen:

- keine störende Veränderungen der Zeichengeometrie auch in den Eckbereichen des Bildschirms
Rechtwinkligkeit der Anzeigefläche, der Zeilen und Spalten zueinander

Empfehlung: Testprogramme zu Überprüfung der Bildgeometrie, als Shareware erhältlich. Treten Instabilitäten des Bildes auf, sollte eine Überprüfung der Grafikkarten auf Fehler erfolgen und auch ein möglicher Einfluss äußerer elektromagnetischer Felder (Versorgungsleitungen, anderer Geräte) überprüft werden.

Flimmerfreiheit

Das Bild muss frei von Flimmern sein. Das Flimmern des Bildes hängt bei Kathodenstrahlröhren ab von

1. Bildwiederholffrequenz, d.h. der Anzahl des Aufbaus des Bildes pro Sekunde, gemessen in Hertz (Hz), je höher sie ist, desto geringer ist das Flimmern
2. der Art des Bildaufbaus, d.h. mit oder ohne Zeilensprungverfahren (interlaced oder non interlaced), Zeilensprünge verstärken Flimmern
3. Positiv- oder Negativdarstellung, auf hellem Untergrund wird Flimmern stärker wahrgenommen
4. Bildschirmauflösung
5. Nachleuchtdauer des Leuchtstoffes, kurze Nachleuchtdauer verstärkt das Flimmern
6. mittlere Leuchtdichte der Anzeige,
7. Größe des Bildschirms
8. Umgebungsbedingungen, Beleuchtungsniveau
9. Sehvermögen des Benutzers

- für 90 % der Benutzer muss nach statistischen Erhebungsverfahren eine Flimmerfreiheit garantiert werden
- absolute Mindestbildwiederholffrequenz für 15 Zoll Monitore, Positivdarstellung ohne Zeilensprung und mittlerer Leuchtdichte von 100 cd/m² bei Leuchtstoffen mit langer Nachleuchtdauer beträgt 73 Hz
- Flimmerfreiheit auch im seitlichen Gesichtsfeld

Empfehlung: Bildwiederholffrequenz von mindestens 85 Hz, für größere Bildschirmdiagonalen 17 Zoll oder 21 Zoll-Geräte 100 Hz. Höhere Bildwiederholffrequenzen sind bei großen Bildschirmen und höheren Auflösungen notwendig, die Bilderwiederholffrequenz der Grafikkarte und des Bildschirms sollten abgestimmt sein.

Bildschirmgröße

- Die Anzeigefläche muß so groß sein, dass sie einen ausreichenden Informationsumfang gewährleistet. Dies hängt von der Arbeitsaufgabe ab.
- Empfehlung: Der Stand der Technik sind 17 Zoll Monitore. Der sichtbarer Bereich sollte mindestens eine Bildschirmdiagonale von 35 cm haben.

Wichtig ist der effektiv nutzbare Bereich, also die effektive Bildschirmdiagonale. Grafische Benutzeroberflächen erfordern einen größeren Bildschirm, um eine gute Erkennbarkeit der grafischen Symbole zu gewährleisten.

- Mindestens 17 Zoll bei Windows oder anderen grafischen Benutzeroberflächen,
- mindestens 21 Zoll bei CAD-, Layout- und Grafikbearbeitung,
- mindestens 13 Zoll (Stand der Technik) bei LCD-Bildschirmen, getrennt vom Rechner aufstellbar.

Schwarze Trauerränder sollten durch Bildschirme mit Overscantechnik vermieden werden. Sie erfordern für das Auge vermeidbare Hell-Dunkel-Anpassungen.

Entspiegelung und Aufstellung

Der Bildschirm muss frei von störenden Reflexionen und Blendungen sein.

Antireflexionsmaßnahmen durch Entspiegelung der Glasoberfläche mittels einer optischen Vergütung (Lambda/4-Schicht), sie reduzieren das wahrgenommene reflektierte Licht und Spiegelungen werden vermieden.

Nicht zu empfehlen: aufgeraute Oberflächen verringern die Zeichenschärfe und den Kontrast, vor dem Bildschirm angebrachte Polarisationsfilter führen zu Doppelbildern, und feine Gitter (Micromesh-Filter) vermindern die Leuchtdichte.

Dreh- und Neigbarkeit

Der Bildschirm muss frei und leicht drehbar und neigbar sein. Damit wird eine ausreichend Anpaßbarkeit an individuelle Körpergrößen und Aufgabenabläufe der Benutzer erreicht, und es können störende Reflexionen vermieden werden.

- leichte Drehbarkeit ohne Kraftaufwand
- Neigbarkeit von 5° nach vorne bis mindestens 20° nach hinten

Empfehlung: Bildschirmhöhenverstellbarkeit mittels eines Spezialfußes oder Schwenkarms verbessert die Anpassung der Bildschirmhöhe an die Bedürfnisse des Benutzers. Schwenkarme müssen standsicher, vibrationsfrei und sollten arretierbar sein.

Farben

Farben führen zu erhöhten Beanspruchungen der Augen. Dies hat seinen Grund in der natürlichen Farbfeldsichtigkeit des menschlichen Auges, für rote Farben sind wir weitsichtig, für blaue kurzsichtig. Durch Farbe wird der Kontrast zwischen dem Zeichen und dem Hintergrund verändert. Die Zeichen sind nicht mehr ausreichend gut zu unterscheiden oder es kommt zu Blendungen, wenn der Kontrast zu hoch ist. Farbbildschirme haben oft Konvergenzfehler. Die aus drei Farbstrahlen zusammengesetzten Zeichenfarben sind nicht völlig deckungsgleich, es entstehen farbige Rändern. Die Zeichenschärfe wird dadurch ungünstig beeinflusst. Andererseits gliedern Farben Informationen und unterstützen die Informationsverarbeitung.

- nur wenige, am besten 3 -4 Farben, maximal 6 Farben
- bei einfarbigen Zeichen unbunt (weiß, schwarz, grau) oder gelb, orange und grün
- keine gesättigten roten und blauen Farben
- möglichst weit voneinander entfernte Farborte
- Beachtung der Alltagserfahrungen und des psychologischen Gehalts von Farben (Rot = Halt)
- kein rot auf blau oder grün, kein gelb auf grün oder weiß, kein schwarz auf blau oder rot bzw. umgekehrt.

Bildschirmgehäuse

Bildschirmgehäuse sollen keine Reflexionen verursachen und farblich keinen zu hohen Kontrast zur Umgebung darstellen.

- Glanzgrad von halb- bis seidenmatt
- Farbgestaltung entsprechend Reflexionsgrad von 15 - 75 %, besser 20 - 50%

Strahlung

Die Bildschirmstrahlung muss niedrig gehalten werden.

- Mindestgrenzwert für Bildschirmstrahlung nach der schwedischen Norm MPR II: für das elektrostatische Feld +/- 500 V/m, im Bereich 5 Hz - 2 KHz für das elektrische Wechselfeld 25 V/M und für das magnetische Feld 250 NanoTesla (nT)
- laut Röntgenverordnung muss ein Hinweis auf ausreichende Abschirmung vorhanden sein, Geräte mit einer Beschleunigungsspannung über 20 KV müssen der Bauart nach zugelassen sein.

Sicherheit

Bildschirmgeräte müssen GS-Zeichen haben. Hiermit sind der überwiegende Teil der oben genannten Mindestanforderungen an ein Bildschirmgerät überprüft, allerdings nicht die Prüfung der Strahlungsarmut. Der Käufer sollte darauf achten, wann die GS-Prüfung durchgeführt wurde, denn das Gütezeichen ist nur vier Jahre gültig. Danach muss erneut geprüft werden, ob das Gerät noch dem Stand der Technik entspricht.

Rechtsquellen und Normen

Bildschirmarbeitsverordnung, Anhang, Nr. 1-6, Nr. 18 und 19

Verwaltungs-Berufsgenossenschaft: Sicherheitsregeln für Bildschirmarbeitsplätze (ZH 1/618)

Normen:

DIN 66234: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten, Teile 1, 2, 6, 7, 9
 DIN EN ISO 9241: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten, Teile 3, 8