

BGI 650 - Bildschirm- und Büroarbeitsplätze
Leitfaden für die Gestaltung
Berufsgenossenschaftliche Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (BGI)
(bisher ZH 1/418)

(12/2004; 01/2006;::: 09/2007)

redak. Hinweis:
vgl. ArbStättV 2004, Anhang Nr. 1.2 Raumabmessungen und Bewegungsflächen

Vorbemerkung

Dieser Leitfaden bietet praktische Hilfen für die Gestaltung der Arbeit an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen in Form einer Berufsgenossenschaftlichen Information (BGI).

Berufsgenossenschaftliche Informationen sind Zusammenstellungen von Inhalten aus

- staatlichen Arbeitsschutzvorschriften (Gesetze, Verordnungen),
- Unfallverhütungsvorschriften,
- technischen Spezifikationen, insbesondere (harmonisierten) Normen,
- den Erfahrungen berufsgenossenschaftlicher Präventionsarbeit.

Dieser Leitfaden konkretisiert die sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen, ergonomischen und arbeitspsychologischen Anforderungen für die Gestaltung und den Betrieb von Arbeitssystemen mit Bildschirmgeräten. Er gilt auch für Büroarbeitsplätze.

Die Unternehmen können bei Beachtung der hier wiedergegebenen Informationen davon ausgehen, dass die Anforderungen und Schutzziele von Arbeitsschutzgesetz, Bildschirmarbeitsverordnung und Betriebssicherheitsverordnung eingehalten bzw. erreicht und damit Unfälle und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren vermieden werden.

Der Leitfaden umfasst in der vorliegenden Auflage erstmals auch die aktuellen arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

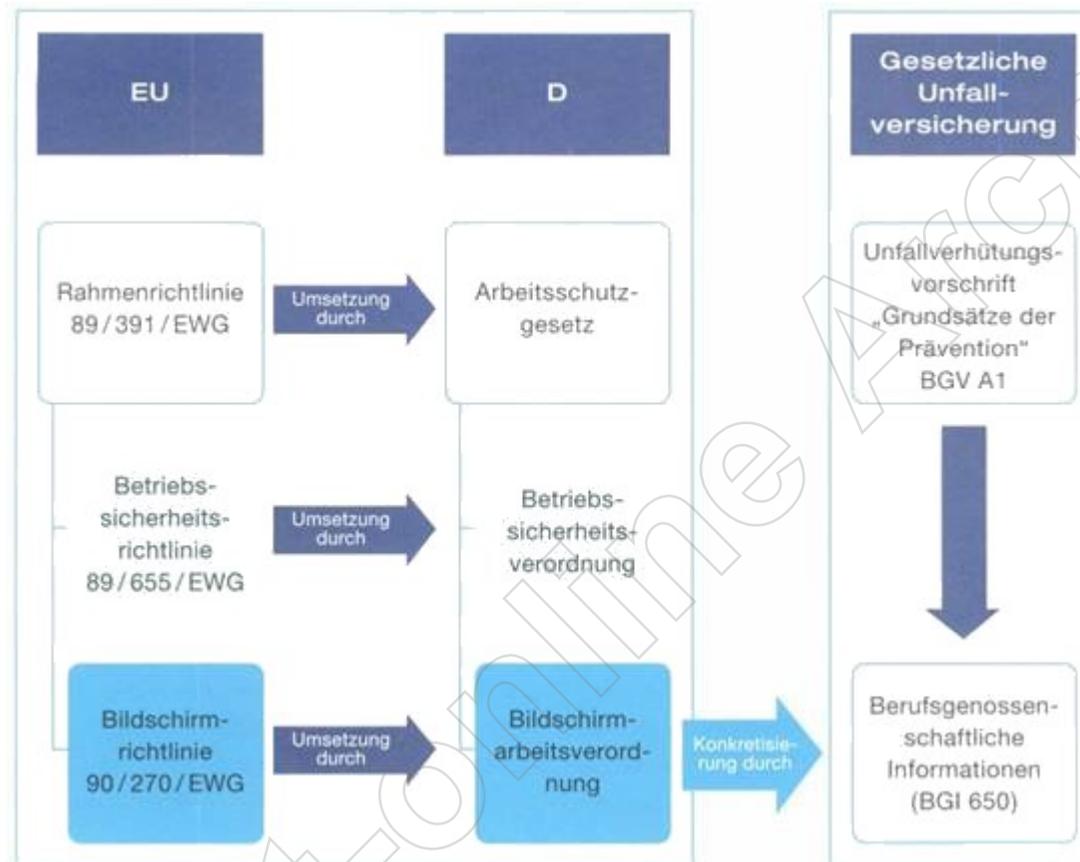
Die Rechte und Pflichten beim betrieblichen Arbeits- und Gesundheitsschutz an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen sind im Gesetz zur Umsetzung der EG-Rahmenrichtlinie Arbeitsschutz und weiterer Arbeitsschutz-Richtlinien (Arbeitsschutzgesetz) geregelt. Dieses Gesetz ist die nationale Umsetzung der Richtlinie des Rates vom 12. Juni 1989 über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit (89/391/EWG). Auf der Basis von § 19 des Arbeitsschutzgesetzes ist die Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit an Bildschirmgeräten (Bildschirmarbeitsverordnung - BildscharbV) am 20. Dezember 1996 in Kraft getreten.

Die Bildschirmarbeitsverordnung setzt die Richtlinie des Rates vom 29. Mai 1990 über die Mindestvorschriften bezüglich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit an Bildschirmgeräten (90/270/EWG) in das nationale Recht der Bundesrepublik Deutschland um.

Für die Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung ist außerdem die Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheitsverordnung¹) zu beachten (Abbildung 1).

Die Grundlage zur Anwendung des staatlichen Arbeitsschutzrechtes in berufsgenossenschaftlichen Vorschriften bildet die Unfallverhütungsvorschrift "Grundsätze der Prävention" (BGV A1). Dabei nimmt die BGV A1 über § 2 "Grundpflichten des Unternehmers" die Bildschirmarbeitsverordnung direkt in Bezug (siehe auch Abschnitt 3).

Abbildung 1: Rechtliche Grundlagen



- Allgemeine Regelungen für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit
- Spezielle Regelungen für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit für Bildschirmarbeit

¹ Diese Verordnung dient der Umsetzung

1. der Richtlinie 95/63/EG des Rates vom 5. Dezember 1995 zur Änderung der Richtlinie 89/655/EWG über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit (Zweite Einzelrichtlinie i. S. des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG),

2. *der Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können (Fünfzehnte Einzelrichtlinie i. S. von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG),*
3. *der Richtlinie 2001/45/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Juni 2001 zur Änderung der Richtlinie 89/655/EWG über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit (Zweite Einzelrichtlinie i. S. von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG).*

Die speziellen Regelungen der Bildschirmarbeitsverordnung decken für Bildschirmarbeitsplätze die allgemeinen Regelungen der Betriebssicherheitsverordnung ab. Deshalb beschäftigt sich diese Information mit der Konkretisierung der Bildschirmarbeitsverordnung.

Jeder Bildschirmarbeitsplatz muss - unabhängig von der Dauer und Intensität der Nutzung - die sicherheitstechnischen und ergonomischen Anforderungen des Anhangs der Bildschirmarbeitsverordnung erfüllen. Diese Anforderungen treffen sinngemäß auch für Büroarbeitsplätze zu.

Dieser Leitfaden enthält Handlungsanleitungen, die beschreiben, wie die allgemein gehaltenen Schutzziele der Bildschirmarbeitsverordnung umgesetzt werden können. Damit kann eine aufwändige und kostspielige Auslegung und Diskussion der allgemeinen Vorgaben der Bildschirmarbeitsverordnung in jedem einzelnen Betrieb vermieden werden.

Die hier beschriebenen technischen Lösungen schließen andere, mindestens ebenso sichere Lösungen nicht aus, die auch in technischen Regeln anderer Mitgliedsstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum ihren Niederschlag gefunden haben können.

Der vorliegende Leitfaden entstand in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA).

1 Anwendungsbereich

Der Anwendungsbereich dieses Leitfadens ist deckungsgleich mit dem der Bildschirmarbeitsverordnung. Die Bildschirmarbeitsverordnung fasst die Anforderungen an das Bildschirmgerät selbst, den Arbeitsplatz und die Arbeitsumgebung sowie an die Softwareausstattung und die Arbeitsorganisation zusammen. Dabei stehen Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten im Vordergrund, ohne den Betrieben aber den notwendigen Spielraum für die Anpassung an ihre individuelle Situation zu nehmen.

Bildschirmarbeitsverordnung

§ 1 Anwendungsbereich

(1) Diese Verordnung gilt für die Arbeit an Bildschirmgeräten ¹:

(2) Diese Verordnung gilt nicht für die Arbeit an

1. *Bedienerplätzen von Maschinen oder an Fahrerplätzen von Fahrzeugen mit Bildschirmgeräten,*
2. *Bildschirmgeräten an Bord von Verkehrsmitteln,*
3. *Datenverarbeitungsanlagen, die hauptsächlich zur Benutzung durch die Öffentlichkeit bestimmt sind,*²
4. *Bildschirmgeräten für den ortsveränderlichen Gebrauch, sofern sie nicht regelmäßig an einem Arbeitsplatz eingesetzt werden,*³
5. *Rechenmaschinen, Registrierkassen oder anderen Arbeitsmitteln mit einer kleinen Daten- oder Messwertanzeigevorrichtung, die zur unmittelbaren Benutzung des Arbeitsmittels erforderlich ist, sowie*
6. *Schreibmaschinen klassischer Bauart mit einem Display.*⁴

(3) Die Verordnung gilt nicht in Betrieben, die dem Bundesberggesetz unterliegen.

(4) Das Bundeskanzleramt, das Bundesministerium des Innern, das Bundesministerium für Verkehr, das Bundesministerium der Verteidigung oder das Bundesministerium der Finanzen können, soweit sie hierfür jeweils zuständig sind, im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung und, soweit nicht das Bundesministerium des Innern selbst zuständig ist, im Einvernehmen mit dem Bundesministerium des Innern bestimmen, dass für bestimmte Tätigkeiten im öffentlichen Dienst des Bundes, insbesondere bei der Bundeswehr, der Polizei, den Zivil- und Katastrophenschutzdiensten, dem Zoll oder den Nachrichtendiensten, Vorschriften dieser Verordnung ganz oder zum Teil nicht anzuwenden sind, soweit öffentliche Belange dies zwingend erfordern, insbesondere zur Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung der öffentlichen Sicherheit. In diesem Fall ist gleichzeitig festzulegen, wie die Sicherheit und der Gesundheitsschutz der Beschäftigten nach dieser Verordnung auf andere Weise gewährleistet werden.

2 Begriffsbestimmungen und Erläuterungen

In der Bildschirmarbeitsverordnung wird entsprechend der EG-Bildschirmrichtlinie (90/270/EWG) nicht konsequent zwischen Bildschirm und Bildschirmgerät unterschieden.

Auch dort, wo in der Bildschirmarbeitsverordnung das Bildschirmgerät angesprochen wird, ist der Bildschirm gemeint.

Bildschirmarbeitsverordnung

§ 2 Begriffsbestimmungen

(1) Bildschirmgerät im Sinne dieser Verordnung ist ein Bildschirm zur Darstellung alphanumerischer Zeichen oder zur Grafikdarstellung, ungeachtet des Darstellungsverfahrens.

(2) Bildschirmarbeitsplatz im Sinne dieser Verordnung ist ein Arbeitsplatz mit einem Bildschirmgerät, der ausgestattet sein kann mit

- 1. Einrichtungen zur Erfassung von Daten,*
- 2. Software, die den Beschäftigten bei der Ausführung ihrer Arbeitsaufgaben zur Verfügung steht,*
- 3. Zusatzgeräten und Elementen, die zum Betreiben oder Benutzen des Bildschirmgeräts gehören, oder*
- 4. sonstigen Arbeitsmitteln*

sowie die unmittelbare Arbeitsumgebung.

(3) Beschäftigte im Sinne dieser Verordnung sind Beschäftigte, die gewöhnlich bei einem nicht unwesentlichen Teil ihrer normalen Arbeit ein Bildschirmgerät benutzen.

Die Bildschirmarbeitsverordnung unterscheidet zwischen dem Bildschirmarbeitsplatz und den Beschäftigten am Bildschirmarbeitsplatz. Während für Beschäftigte die Intensität und Dauer der Nutzung eines Bildschirmgerätes von Bedeutung ist, gelten die Auslegungshinweise dieses Leitfadens für jeden Büroarbeitsplatz mit einem Bildschirmgerät uneingeschränkt, d.h. unabhängig von der Dauer und der Intensität der Nutzung. Hierdurch wird sichergestellt, dass Mindestanforderungen an die Gestaltung von Arbeitsplatz, -mitteln und -organisation an jedem Bildschirmarbeitsplatz erfüllt werden.

In dieser Information verwendete Begriffe:

Bildschirme sind Einrichtungen zur Anzeige von alphanumerischen Zeichen, grafischen Darstellungen oder Bildern, ungeachtet des Darstellungsverfahrens oder der Darstellungsart.

Unterschiedliche Darstellungsverfahren beruhen auf verschiedenen Anzeigetechniken, z.B.

- Kathodenstrahlröhrenanzeigen
(CRT - Cathode Ray Tube),
- Flüssigkristallanzeigen
(LCD - Liquid Crystal Display),
- Elektrolumineszenzanzeigen
(ELD - Electroluminescence Display),

- Plasmaanzeigen,
- Organischen Leuchtdiodenanzeigen (OLED - Organic Light-Emitting Diode).

Unterschiedliche Darstellungsarten in ein- oder mehrfarbiger Ausführung sind

- die Darstellung dunkler Zeichen auf hellem Untergrund (Positivdarstellung),
- die Darstellung heller Zeichen auf dunklerem Untergrund (Negativdarstellung).

Bildschirmgeräte sind Funktionseinheiten, die grundsätzlich aus Bildschirm, Tastatur oder sonstigen Eingabemitteln sowie einer Steuereinheit (Rechner) bestehen. Sie sind mit einer Software ausgerüstet, die das Zusammenwirken von Mensch und Arbeitsmittel beeinflusst.

Zu den Bildschirmgeräten zählen auch Schreibmaschinen mit mehrzeiligen Anzeigen.

Keine Bildschirmgeräte im Sinne dieser Information sind z.B.

- Bildschirmgeräte, die hauptsächlich zur Benutzung durch die Öffentlichkeit bestimmt sind, wie Informations- oder Buchungsterminals,
- Fernsehgeräte oder Monitore für Einzel- oder Laufbilder, die ausschließlich zu Überwachungsaufgaben eingesetzt werden, wie bei der Überwachung von Gebäuden oder sonstigen Objekten,
- Rechenmaschinen, Registrierkassen oder Geräte mit einer kleinen Daten- oder Messwertanzeige, die zur direkten Benutzung des Gerätes erforderlich ist, wie entsprechende elektrische Messgeräte, Drucker, Kopier-, Fax-, Telefongeräte sowie elektronische Waagen, Digitaluhren,
- Schreibmaschinen mit kleinen Datenanzeigen, so genannte Display-Schreibmaschinen klassischer Bauart, die keine zusammenhängenden Fließtexte wiedergeben können, weil die Größe der Anzeige auf eine höchstens einzeilige Zeichenwiedergabe begrenzt ist.

Notebooks, die nicht die sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen und ergonomischen Forderungen dieser Information, insbesondere bezüglich der Tastaturlösung, der Trennung der Tastatur vom Bildschirm oder der Qualität der Zeichendarstellung erfüllen, sind nicht für die regelmäßige Benutzung an einem Büroarbeitsplatz geeignet.

Sollen Notebooks außer im Außendienst auch regelmäßig an einem Büroarbeitsplatz eingesetzt werden, so müssen sie alle Anforderungen der Bildschirmarbeitsverordnung erfüllen. Dies kann z.B. durch den Anschluss einer externen Tastatur und Maus und ggf. eines zusätzlichen Bildschirms erreicht werden.

Sonstige Eingabemittel können Maus, Rollkugel, Touch Screen (Berührbildschirm), Lichtstift und Scanner sein.

Bildschirmarbeitsplatz ist der räumliche Bereich im Arbeitssystem einschließlich der unmittelbaren Arbeitsumgebung, der mit Bildschirmgerät sowie gegebenenfalls mit Zusatzgeräten und sonstigen Arbeitsmitteln ausgerüstet ist.

Derartige mit Bildschirmgeräten ausgerüstete Arbeitsplätze sind z.B.

- Büroarbeitsplätze,
- CAD-Arbeitsplätze (CAD - Computer Aided Design),
- Arbeitsplätze zur Softwareerstellung und -prüfung,
- Arbeitsplätze zur Gestaltung und Aufbereitung von Texten, Bildern und Grafiken.

Büroarbeitsplatz ist ein Arbeitsplatz, an dem Informationen erzeugt, erarbeitet, bearbeitet, ausgewertet, empfangen oder weitergeleitet werden. Dabei werden z.B. Planungs-, Entwicklungs-, Beratungs-, Leitungs-, Verwaltungs- oder Kommunikationstätigkeiten sowie diese Tätigkeiten unterstützende Funktionen ausgeführt.

Arbeitsumgebung sind die physikalischen, chemischen und biologischen Faktoren am Arbeitsplatz. Solche Faktoren können sein:

- Platzbedarf,
- Abmessungen des Arbeitsraumes,
- Belüftung und Klima im Raum,
- Beleuchtung und Farbgestaltung des Raumes,
- Lärm.

Zusatzgeräte am Arbeitsplatz können sein:

- Drucker,
- Plotter,
- externe Speichereinheiten,
- Datenübertragungseinrichtungen.

Sonstige Arbeitsmittel können sein:

- Arbeitstisch, Arbeitsfläche,
- Arbeitsstuhl,
- Vorlagenhalter,
- Fußstütze.

Arbeitsflächen sind Oberflächen von Tisch- oder Arbeitsplatten, auf denen Arbeitsmittel abhängig von Arbeitsaufgabe und -ablauf flexibel angeordnet werden können.

Arbeitsmittel sind Maschinen und Geräte, Möbel und Einrichtungen, andere im Arbeitssystem benutzte Gegenstände sowie die eingesetzte Software.

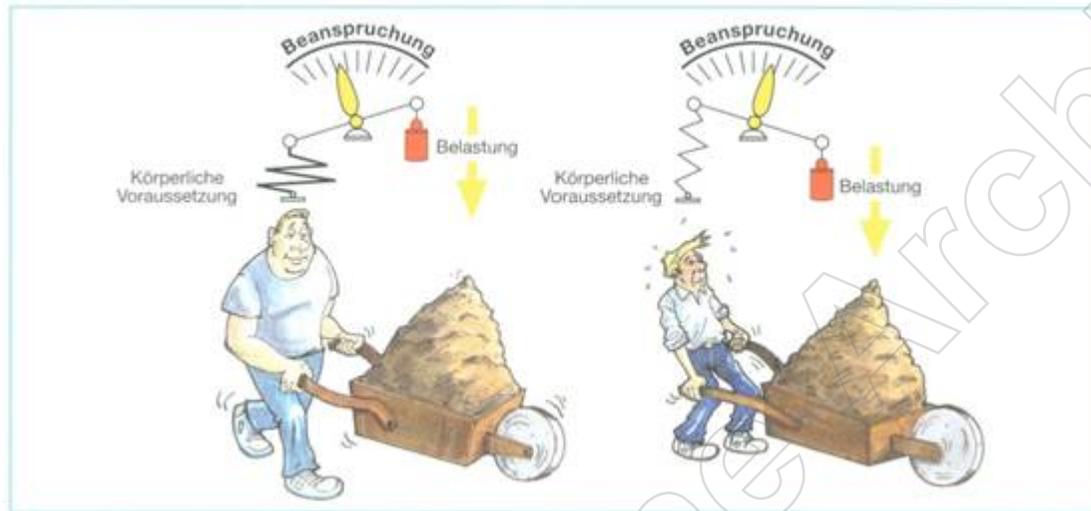
Beschäftigte an Bildschirmarbeitsplätzen sind Versicherte, die gewöhnlich bei einem nicht unwesentlichen Teil ihrer normalen Arbeit ein Bildschirmgerät benutzen. Diese Voraussetzungen können gegeben sein, wenn mindestens drei der nachstehenden Kriterien zutreffen:

- Der Versicherte benötigt zur Durchführung seiner Arbeit ein Bildschirmgerät, da zur Erzielung des Arbeitsergebnisses kein anderes Arbeitsmittel zur Verfügung steht.
- Der Versicherte benötigt zur Durchführung seiner Arbeit mit dem Bildschirmgerät besondere Kenntnisse und Fertigkeiten.
- Der Versicherte benutzt in der Regel arbeitstäglich ein Bildschirmgerät.
- Die Arbeit am Bildschirmgerät verlangt von dem Versicherten hohe Aufmerksamkeit und Konzentration, weil Fehler zu wesentlichen Konsequenzen führen können.

Belastung ist die Gesamtheit der Einflüsse, die im Arbeitssystem auf den Organismus bzw. die Leistungsfähigkeit des Versicherten einwirken.

Beanspruchung ist die individuelle Auswirkung der Belastung auf den Versicherten. Die Beanspruchung kann daher bei gleicher Belastung, je nach körperlicher und psychischer Konstitution, unterschiedlich sein (Abbildung 2).

Abbildung 2: Gleiche Belastung - individuelle Beanspruchung



3 Grundpflichten des Arbeitgebers

Die Pflichten des Arbeitgebers sind im Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) - 2. Abschnitt - geregelt. Sie folgen den Vorgaben der EG-Rahmenrichtlinie und sind im berufsgenossenschaftlichen Bereich durch die Unfallverhütungsvorschrift "Grundsätze der Prävention" (BGV A1) umgesetzt. Damit geht man in allen Mitgliedsstaaten der EU von einheitlichen Bedingungen aus. Die auf das Wesentliche beschränkten Vorschriften lassen den Unternehmen viel Spielraum zur flexiblen Umsetzung.

Unfallverhütungsvorschrift "Grundsätze der Prävention" (BGV A1)

siehe: § 2 Grundpflichten des Unternehmers

Weitere Literatur:

Unfallverhütungsvorschrift "Grundsätze der Prävention" (BGV A1).

4 Beurteilung der Arbeitsbedingungen

Arbeitsschutzgesetz

siehe: § 5 Beurteilung der Arbeitsbedingungen

Bildschirmarbeitsverordnung

§ 3 Beurteilung der Arbeitsbedingungen

Bei der Beurteilung der Arbeitsbedingungen nach § 5 des Arbeitsschutzgesetzes hat der Arbeitgeber bei Bildschirmarbeitsplätzen die Sicherheits- und Gesundheitsbedingungen insbesondere hinsichtlich einer möglichen Gefährdung des Sehvermögens sowie körperlicher Probleme und psychischer Belastungen zu ermitteln und zu beurteilen.

4.1 Mögliche Gefährdungen

Bei der Arbeit an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen können durch erhöhte körperliche, visuelle und psychische Belastungen gesundheitliche Gefährdungen auftreten. Zwischen den Belastungen bestehen vielfältige Wechselwirkungen.

Körperliche Belastungen

Grundsätzlich werden Bildschirmarbeitsplätze als belastungsarme Arbeitsplätze eingestuft, wenngleich durch Bewegungsmangel oder Vorschädigungen Beschwerden im Bereich des Bewegungsapparates ausgelöst oder verschlimmert werden können. Chronische Erkrankungen des knöchernen und muskulären Anteils des Rückens bei Beschäftigten an Bildschirmarbeitsplätzen spielen jedoch im Hinblick auf das Berufskrankheitengeschehen keine Rolle. Berufskrankheiten sind in diesem Zusammenhang nicht bekannt.

Körperliche Belastungen am Bildschirmarbeitsplatz betreffen in erster Linie den Bewegungsapparat. Sie werden durch folgende Faktoren begünstigt:

- ungünstige Körperhaltung,
- einseitige Belastung,
- unzureichende Arbeitsmittel,
- unzureichende Arbeitsorganisation.

Betroffen sind in erster Linie der Schulter-Arm-Bereich und die Lendenwirbelsäule. Da der Bewegungsapparat grundsätzlich örtliche Belastungen durch eine Reihe von Ausgleichsmaßnahmen kompensiert, können Beschwerden auch in anderen Körperregionen auftreten als dort, wo die Belastung einwirkt. Deshalb ist bei der Beurteilung der Beanspruchung eines Beschäftigten durch körperliche Belastungen grundsätzlich der ganze Bewegungsapparat zu betrachten.

Eine Ursache für die Ausbildung von Beschwerden sind Trainings- und Bewegungsmängel der Beschäftigten mit einer verminderten Ausprägung der Muskulatur im Bereich des Halte- und Bewegungsapparates. Das Ungleichgewicht zwischen der körperlichen Belastung und dem muskulären Trainingszustand äußert sich meist in muskulären Verspannungen und Schmerzen.

Umfangreiche Untersuchungen haben gezeigt, dass sitzende Tätigkeiten grundsätzlich nicht häufiger mit Rückenbeschwerden im Bereich der Lendenwirbelsäule verbunden sind als andere Tätigkeiten. Rückenbeschwerden sind also nicht spezifisch für Bildschirmarbeitsplätze, sondern kommen in allen Berufsgruppen vor. Am Bildschirmarbeitsplatz sind nachgewiesene Risikofaktoren für das Auftreten solcher Beschwerden psychosoziale Belastungen, fehlende Arbeitszufriedenheit, monotone Arbeitsinhalte, ergonomische Arbeitsplatzdefizite sowie außerberufliche Faktoren. Grundsätzlich ist es empfehlenswert, ein Bewegungstraining durchzuführen, dessen Hauptziel es ist, die durch Bewegungsmangel entstandenen Trainingsdefizite auszugleichen. Muskuläre Disbalancen können auf diese Weise beseitigt werden, was zu einer Beschwerdereduktion und Belastungsoptimierung bei den Beschäftigten führt. Eine Reihe von Untersuchungen von bereits erfolgreich etablierten Trainingskonzepten konnte die positiven Effekte auf die Beschäftigten an Bildschirmarbeitsplätzen sehr gut nachweisen.

Zur Prävention von Beschwerden und Erkrankungen des Bewegungsapparates durch einseitige körperliche Arbeitsbelastungen sollte versucht werden, die Arbeitsabläufe abwechslungsreich im Sinne einer Mischarbeit zu gestalten, um somit auch einer weiter zunehmenden Bewegungsarmut am Arbeitsplatz entgegenzuwirken.

Belastungen der Augen und des Sehvermögens

Die Tätigkeit am Bildschirmarbeitsplatz stellt besondere Anforderungen an die Sehschärfe, die Ausrichtung und Koordination der Sehachsen und damit an das beidäugige Sehen. Die Zeichenerkennung erfordert bereits bei der Textverarbeitung eine präzise Abbildung der Zeichen durch die brechenden Medien des Auges (Hornhaut, Linse, Glaskörper) und eine regelrechte Weiterverarbeitung der optischen Informationen in der Sehbahn des zentralen Nervensystems (Netzhaut, Sehnerv, Sehirn) (Abbildung 3). Schon bei der all-täglichen Büroarbeit werden somit an die Augen und das Sehvermögen der Beschäftigten sehr hohe Anforderungen gestellt.

Abbildung 3: Schnittbild des Auges



Abweichungen von Normalbefunden sind bei den Augen und dem Sehvermögen, gerade bei älteren Beschäftigten, häufig. So sind geringe Abweichungen der Sehachse bei nahezu allen Personen festzustellen. Sie werden aber in den meisten Fällen von Ausgleichsmechanismen der Augen und des Gehirns vollständig kompensiert. Dem Sehvermögen und der Arbeitsaufgabe angepasste Sehhilfen sind für die ausreichende Korrektur von Sehfehlern am Bildschirmarbeitsplatz deshalb von entscheidender Bedeutung.

Besonders hohe Belastungen treten zum Beispiel auf durch

- ungünstige Arbeitsplatzgestaltung,
- ungünstige Lichtverhältnisse,
- störende Blendung,
- mangelhafte Zeichendarstellung,
- unzureichende Korrektur des Sehvermögens.

Die Beanspruchung durch diese Belastungen kann durch Augenerkrankungen verstärkt werden. Hierzu zählen unter anderem Eintrübung der Augenlinse (Katarakt), deutliche Fehlstellungen der Augenachsen (Schielfehler) und Veränderungen oder Erkrankungen der Netzhaut, zum Beispiel bei Zuckerkrankheit oder Bluthochdruck.

Beschwerden bei Beschäftigten äußern sich meist unspezifisch, z.B. durch Kopfschmerzen, brennende und tränende Augen sowie Flimmern vor den Augen. Besonders zu beachten ist weiterhin, dass ein unzureichendes Sehvermögen durch Ausgleichshaltungen auch zu Beschwerden am Bewegungsapparat führen kann.

Da an Bildschirmarbeitsplätzen verschiedene Arbeitsbereiche in unterschiedlichen Sehentfernungen visuell erfasst werden müssen, nimmt das Akkommodationsvermögen der Augen eine besondere Rolle ein. Unter Akkommodation wird die Fähigkeit des Auges verstanden, Gegenstände in unterschiedlicher Entfernung durch eine Veränderung der Brechkraft der Augenlinse scharf auf der Netzhaut abzubilden. Da diese Eigenschaft mit dem Alter abnimmt, ist die Beanspruchung der Augen bei älteren Beschäftigten oft höher als bei jüngeren Beschäftigten.

Nach einhelliger Meinung von Fachleuten sind Schädigungen des Sehorgans durch Bildschirmarbeit nicht zu erwarten und wurden auch in der Vergangenheit bisher nicht beobachtet. Die häufig geäußerte Befürchtung, man könne sich durch Überanstrengung die Augen verderben, entbehrt jeder wissenschaftlichen Grundlage. Auch lang andauernde Akkommodationsleistungen verursachen erfahrungsgemäß keine wesentlichen Beschwerden.

Die angemessene, arbeitsplatzbezogene Untersuchung der Augen und des Sehvermögens im Rahmen einer arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung nach dem berufsgenossenschaftlichen Grundsatz "Bildschirmarbeitsplätze" (G 37) und die unter Umständen erforderliche Therapie erhält deshalb für Beschäftigte an Bildschirmarbeitsplätzen eine besondere Bedeutung (siehe auch Abschnitt 6).

Psychische Belastungen

Zum besseren Verständnis der psychischen Belastung sind einheitliche Begriffsklärungen von psychischen Belastungen und Beanspruchungen erforderlich. Diese wurden in der DIN EN ISO 10075-1 vorgenommen. Hiernach werden psychische Belastungen definiert als "die Gesamtheit aller erfassbaren Einflüsse, die von außen auf den Menschen zukommen und psychisch auf ihn einwirken".

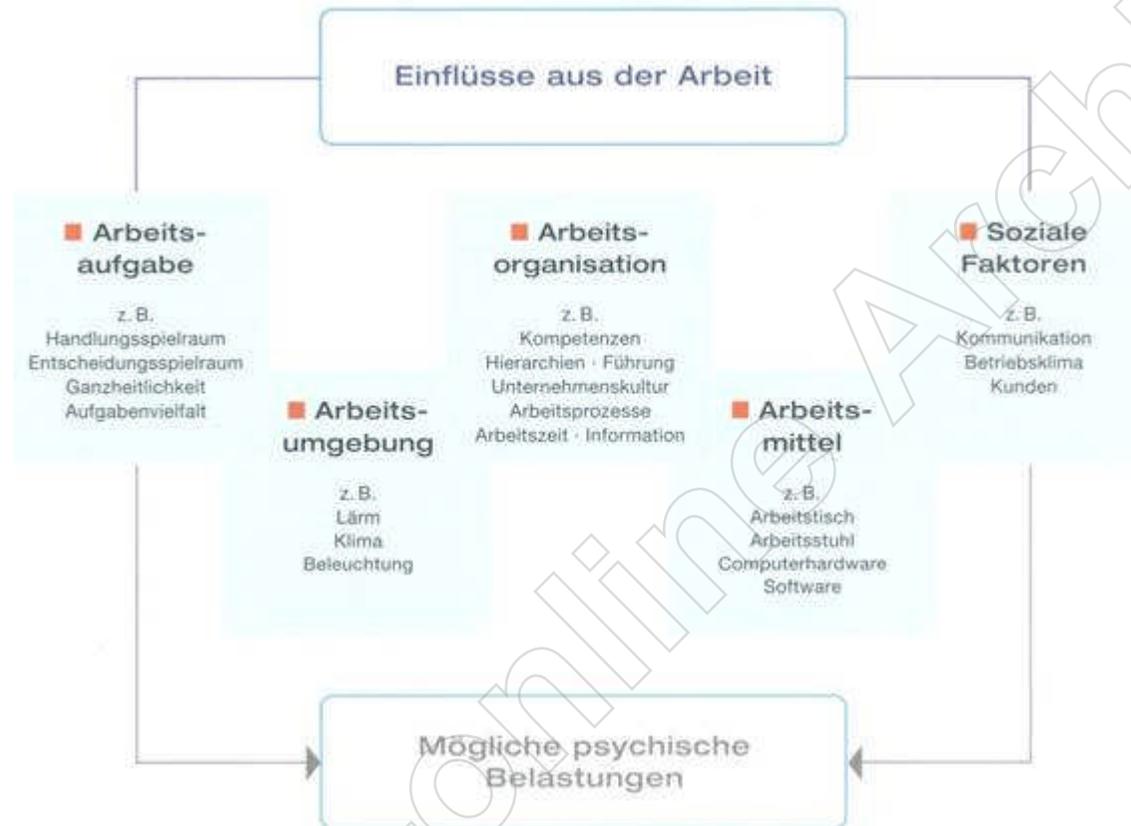
Einfach erklärt, wirken auf den Beschäftigten Einflüsse aus der Arbeit ein, die der Arbeitsaufgabe, der Arbeitsumgebung, der Arbeitsorganisation, den Arbeitsmitteln oder sozialen Faktoren entspringen können (Abbildung 4).

Es sei auch erwähnt, dass psychische Belastungen nicht nur aus der Arbeit, sondern aus dem gesamten Lebensumfeld eines Menschen resultieren können. Dies macht es schwierig, arbeitsbedingte von im außerberuflichen Umfeld vorhandenen Belastungen (wie familiären Problemen) zu trennen.

Zwei Dinge werden aus der Abbildung 4 deutlich. Zum einen die Abhängigkeiten der fünf Faktoren untereinander, d.h. auch klassische Gestaltungsfaktoren, wie Lärm oder Klima, wirken nicht nur physisch, sondern sind auch eine psychische Belastung. Zum anderen wird erkennbar, dass psychische Belastungen

Abbildung 4: Einflüsse aus der Arbeit auf den Menschen und mögliche psychische Belastungen nicht im Sinne negativer Einflüsse interpretiert werden dürfen. Psychische Belastungen sind als Einflussgrößen auf den Menschen neutral zu sehen, d.h. der Begriff der Belastung umfasst nicht die (positiven oder negativen) Auswirkungen auf den Menschen. Somit werden - entgegen dem allgemeinen Sprachgebrauch - auch solche Einflüsse, die sich nach dem Alltagsverständnis positiv, z.B. als Entlastung, auswirken können, als Belastungen bezeichnet.

Abbildung 4: Einflüsse aus der Arbeit auf den Menschen und psychische Belastungen



So ist zum Beispiel die Tätigkeit des Telefonierens für den einen Beschäftigten äußerst anstrengend, weil er nicht gern kommuniziert, während der andere Beschäftigte Telefonieren als abwechslungsreichen Aspekt seiner Gesamttätigkeit erlebt. Diese "Interpretation" (d.h. die individuelle Auswirkung) der psychischen Belastung kann bei jedem Menschen unterschiedlich ausfallen. Diese so genannte psychische Beanspruchung wird in der Norm definiert als "die individuelle, zeitlich unmittelbare und nicht langfristige Auswirkung der psychischen Belastung im Menschen in Abhängigkeit von seinen individuellen Voraussetzungen und seinem Zustand". Vereinfacht gesagt, ob eine Belastung zu einer für den Menschen positiven oder negativen Beanspruchung führt, hängt von den ihm zur Verfügung stehenden Ressourcen ab. Hierzu gehören neben fachlichen Kompetenzen auch Motivation, Selbstwert und Bewältigungsstrategien. Auch die körperliche und psychische Verfassung eines Menschen ist für das Auftreten einer psychischen Beanspruchung verantwortlich. Zusätzlich beeinflussen auch personenspezifische Variablen, wie Alter und Geschlecht, das Auftreten psychischer Beanspruchungen.

Aus der Beanspruchung können im Arbeitskontext beeinträchtigende Folgen, wie Monotonie, psychische Sättigung und psychische Ermüdung, oder anregende Folgen, wie Aufwärmung und Aktivierung, resultieren (Abbildung 5).

Abbildung 5: Beanspruchungsfolgen



Abbildung 6: Modell für Gestaltungsmöglichkeiten



Um Gestaltungsmöglichkeiten zu verdeutlichen, hat sich das Modell aus Abbildung 6 als vorteilhaft erwiesen.

Zur Veranschaulichung der Gleichung sollen die beiden folgenden Szenarien dienen:

Szenario 1: Eine Tätigkeit mit hohem Handlungsspielraum und hoher Verantwortung (Belastung) wird über einen langen Projektzeitraum (Dauer) durchgeführt. Dabei entspricht die Tätigkeit den beruflichen Qualifikationen des Beschäftigten sowie seinen individuellen Wünschen. Der Beschäftigte zeichnet sich durch eine hohe Problemlösungskompetenz aus und ist hinsichtlich des Stresserlebens wenig anfällig (Interne Ressourcen). Darüber hinaus achtet das Unternehmen darauf, dass die Beschäftigten für gute Leistungen entsprechend gratifiziert werden, dass arbeitsbedingten Belastungen auch entsprechende Erholzeiten gegenüberstehen. Auch bestehen für die Mitarbeiter persönliche Freiräume, eigene Ideen in die Arbeit einzubringen. Das Teamklima im Unternehmen ist vorbildlich (Externe Ressourcen).

Fazit: Obwohl die Dauer und die Intensität der psychischen Belastung hier sehr hoch sind, werden sie durch hohe interne und externe Ressourcen abgemildert. Eine negative Belastungswirkung ist hier nicht zu erwarten.

Szenario 2: Eine Aufgabe verlangt von den Beschäftigten sich ständig wiederholende, stark segmentierte Tätigkeiten (z.B. das Scannen von Belegen; Belastung). Diese Tätigkeit wird durch andere Tätigkeiten nicht unterbrochen, angereichert oder erweitert. Die Arbeit besteht nur aus dieser Einzeltätigkeit (Dauer). Die Person ist hinsichtlich der durchzuführenden Arbeit deutlich überqualifiziert (Interne Ressourcen), das Unternehmen besitzt weder ein Gratifikationssystem noch eine Regelung zur Mischarbeit oder zur Bildschirmarbeitsunterbrechung.

Fazit: Hier ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass negative Belastungswirkungen auftreten, z.B. in Form von Monotonie.

Diese Szenarien veranschaulichen die entscheidenden Einflussfaktoren auf die positive bzw. negative Belastungswirkung. Dadurch wird die Planung konkreter Handlungsmöglichkeiten im Rahmen einer Gestaltung erleichtert. Für eine erfolgreiche und gesunde Arbeit ist es erforderlich, die für die jeweilige Situation bedeutsamen "Stellschrauben" zu identifizieren und zu betätigen.

Aus den vorgenannten Darstellungen wird deutlich, dass allgemeine Hinweise ohne Detailkenntnisse der Arbeitstätigkeit und -situation in der Regel zu kurz greifen.

So können im individuellen Fall unterschiedliche Lösungen zielführend sein. Der Ermittlung der Belastungen kommt hier eine Schlüsselrolle zu.

Weitere Literatur:

BGI 5018 "Gesundheit im Büro - Fragen und Antworten"

4.2 Beurteilung

Die Beurteilung der Arbeitsbedingungen kann vom Betrieb selbst vorgenommen werden. Der Arbeitgeber sollte dabei die betrieblichen Arbeitsschutzexperten (Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit) einbeziehen. Weder die Bildschirmarbeitsverordnung noch das Arbeitsschutzgesetz schreiben ein bestimmtes Instrumentarium für die Durchführung vor. Häufig genügt ein Soll-Ist-Vergleich zwischen den Arbeitsbedingungen und dem Vorschriften- und Regelwerk.

Eine Beurteilung der Arbeitsbedingungen kann zum Beispiel wie folgt durchgeführt werden:

- Planung der Vorgehensweise.
- Auswahl der zuständigen Personen auf der Grundlage des bestehenden Arbeitsschutzsystems. Für größere Unternehmen ist es sinnvoll, ein Beurteilungsteam zu bilden.
- Systematische Untersuchung der Arbeitsabläufe, der Arbeitsplätze und der Arbeitsumgebung, besonders hinsichtlich der körperlichen, visuellen und psychischen Belastungen. Psychische Belastungen können durch standardisierte Erhebungsinstrumente ermittelt werden.
- Festlegung und Umsetzung von Maßnahmen.

- Dokumentation der Ergebnisse und Maßnahmen sowie deren Wirksamkeit.

Die Beurteilung ist in regelmäßigen Zeitabständen, z.B. jährlich, zu wiederholen. Auch bei wesentlichen Änderungen am Arbeitsplatz, wie neuen Arbeitsmitteln (auch Software), Umgestaltung des Arbeitsplatzes, Änderung der Beleuchtung sowie bei Beschwerden, die auf die Tätigkeit am Bildschirmarbeitsplatz zurückgeführt werden können, ist eine erneute Beurteilung erforderlich. (Abbildung 7)

Weitere Literatur:

CD-ROM "Dia. L.O.G."; Beurteilung der Arbeitsbedingungen an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen", VBG Software

Abbildung 7: Ablauf einer Arbeitsplatzbeurteilung

■ Vorbereitung der Arbeitsplatzbeurteilung

Planung der Vorgehensweise

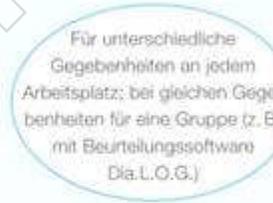
Auswahl der zuständigen Personen, evtl. Bildung eines Beurteilungsteams

Information der Mitarbeiter

■ Durchführung der Arbeitsplatzbeurteilung

Einbeziehung der Mitarbeiter

Soll-Ist-Vergleich



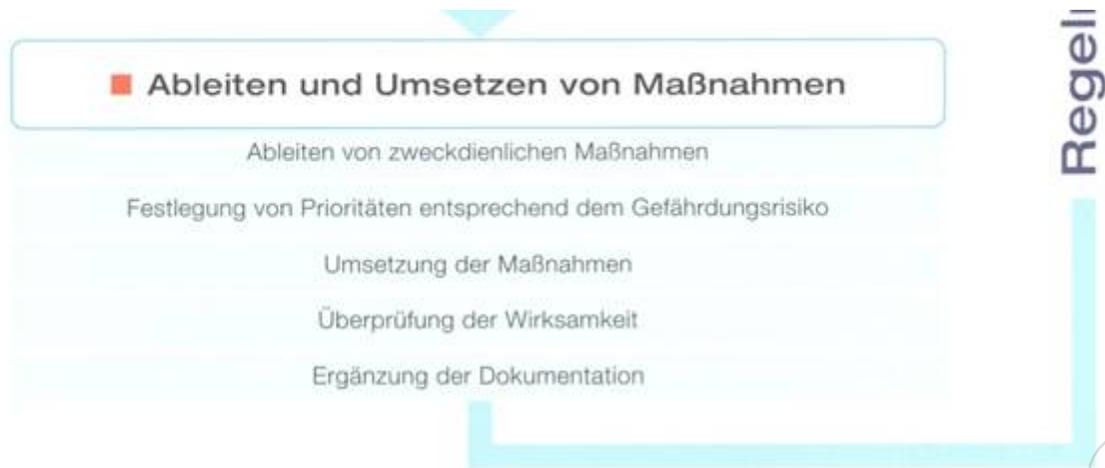
hinsichtlich

- visueller Belastungen
- physischer Belastungen
- psychischer Belastungen

■ Dokumentation

- der Mängel
- evtl. der Positivbeurteilungen
- evtl. erster festgelegter Maßnahmen

mäßige Wiederholung der Beurteilung



5 Arbeitsorganisation

Bildschirmarbeitsverordnung

§ 5 Täglicher Arbeitsablauf

Der Arbeitgeber hat die Tätigkeit der Beschäftigten so zu organisieren, dass die tägliche Arbeit an Bildschirmgeräten regelmäßig durch andere Tätigkeiten oder durch Pausen unterbrochen wird, die jeweils die Belastung durch die Arbeit am Bildschirmgerät verringern.

Mit der Forderung nach regelmäßiger Unterbrechung der Bildschirmarbeit durch Tätigkeitsanteile, die vom Bildschirm unabhängig sind, soll das Konzept der "Mischarbeit" verwirklicht werden. Bei dieser "Mischarbeit" werden Tätigkeitsanteile kombiniert, die unterschiedliche Anforderungen an die Beschäftigten stellen, dadurch eine einseitige Belastung vermeiden und die Leistungsfähigkeit besser erhalten.

Sind unterschiedliche Tätigkeitsanteile mit wechselnden Belastungen nicht möglich, kann eine Unterbrechung der täglichen Arbeit am Bildschirmgerät auch durch regelmäßige kurzzeitige Erholzeiten (Pausen) erreicht werden. Die optimale Lage und Dauer dieser Erholzeiten sind von der jeweiligen Tätigkeit am Bildschirmgerät abhängig.

Mehrere kürzere Erholzeiten haben einen höheren Erholungseffekt als wenige längere Erholzeiten gleicher Gesamtdauer. Die besten Effekte werden häufig erreicht, wenn in den Erholzeiten Bewegungsübungen durchgeführt werden. Das Zusammenziehen oder das Aufsparen von Erholzeiten zur Verkürzung der täglichen Gesamtarbeitszeit hat keinen Erholungseffekt und ist deshalb ungeeignet.

Im Folgenden werden einige Gestaltungsempfehlungen gegeben (Abbildung 8). Es sei betont, dass die einzelnen Punkte nicht insgesamt erfüllt sein müssen, sondern dass sie im Einzelfall separat oder kombiniert hilfreich sein können, um die Arbeit so zu gestalten, dass die Fehlbelastung durch Bildschirmarbeit gering gehalten wird. Insbesondere sei auf die sinnvolle Gestaltung von Bildschirmarbeitsunterbrechungen durch Art und Ablauf der Arbeitstätigkeit sowie durch Pausen hingewiesen, die langfristig die Leistung der Mitarbeiter positiv beeinflussen.

Abbildung 8 - Allgemeine Gestaltungshinweise zur Büroarbeit

Gestaltung von/der	Motto/Beispiel
Organisationsstruktur und Projektorganisation	<p>"Nur wer die Aufgaben und Ziele des Unternehmens kennt, kann seine Arbeit daran orientieren."</p> <p>Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transparenz der Struktur (Organigramm) • Personalentwicklung
Verantwortungs- und Teamstrukturen	<p>"Nur wenn Aufgaben und Verantwortungen innerhalb einer Organisation geklärt sind, kann Arbeit erfolgreich bewältigt werden."</p> <p>Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klare Weisungs- und Entscheidungsbefugnisse • Angemessene Teamgröße
Arbeitsmittel und Arbeitsumgebung	<p>"Nur zuverlässige und störungsfreie Arbeitsmittel sind eine effektive Hilfe bei der auszuübenden Tätigkeit."</p> <p>Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ergonomische Software • Kein störender Lärm

<p>Arbeitsverteilung und des Aufgabenzuschnitts</p>	<p>"Eine klare und eindeutige Aufgabenverteilung verringert Missverständnisse bei der Arbeit."</p> <p>Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Angemessener Arbeitsumfang • Widerspruchsfreie Arbeit • Berücksichtigung individueller Kompetenzen und Wünsche
<p>Informationsmanagement</p>	<p>"Nur wer informiert ist, wird - auch im Notfall - wissen, was getan werden muss."</p> <p>Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eindeutige Informations- und Kommunikationswege • Regelmäßige Teamsitzungen • Ausreichende Informationsmedien (z.B. Intranet)
<p>Sozialen und finanziellen Gratifikationen</p>	<p>"Nur wer Anerkennung und Unterstützung erfährt, ist auch bereit, sich im Unternehmen mit seiner Leistung einzubringen."</p> <p>Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Soziale und fachliche Anerkennung der Tätigkeit • Transparente Entlohnungssysteme • Quantitative und qualitative Bewertungssysteme • Aufgaben- und mitarbeiterorientiertes Führungsverhalten
<p>Erweiterung von Tätigkeitsspielräumen</p>	<p>"Nur wer unterschiedliche Fähigkeiten und Fertigkeiten besitzt, kann in kritischen Situationen flexibel und sicher agieren."</p> <p>Beispiele</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • "Ganzheitliche" Tätigkeiten • Misch Tätigkeiten • Möglichkeiten zur Projektarbeit und Selbstorganisation
Aufgabenvielfalt und Aufgabenwechsel	<p>"Nur wer angemessen gefordert ist und Möglichkeiten auf Abwechslung hat, erreicht optimale Leistung und bleibt aktiv und gesund."</p> <p>Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Systematische Tätigkeits- und Arbeitswechsel
Internen Kommunikationsmöglichkeiten	<p>"Nur wer Kommunikations- und Kooperationsmöglichkeiten besitzt, kann auch in schwierigen Situationen mit Hilfe und Unterstützung rechnen."</p> <p>Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßiger Informationsaustausch • Herstellung sozialer Kontakte
Rückmeldungen zur Tätigkeitsausführung und den Arbeitsergebnissen	<p>"Nur wer die eigenen Fehler kennt, kann sich verbessern."</p> <p>Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückmeldungen zu Qualität und Quantität der Arbeit • Regelmäßige, schnelle, detaillierte Rückmeldung
Erweiterung von Entscheidungskompetenzen und Verantwortungsinhalten	<p>"Nur wer Kompetenzen hat und Entscheidungen treffen kann, wird auch dafür die Verantwortung übernehmen."</p> <p>Beispiele</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenverantwortliches Handeln • Selbstorganisierte Projektarbeit • Beteiligung der Beschäftigten
Leistungs- und Zeitvorgaben	<p>"Nur wenn Leistungs- und Zeitvorgaben angemessen gesetzt sind, ist ein erfolgreiches und gesundes Arbeiten möglich."</p> <p>Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Angemessene Leistungs- und Zeitvorgaben • Transparente Leistungs- und Zeitvorgaben
Entwicklungs- und Lernchancen bei der Arbeit	<p>"Nur wer qualifiziert ist, kann dem Kunden kompetente Hilfe anbieten."</p> <p>Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausreichende Grundqualifikation • Systematische Weiterbildungsanalyse • Kontinuierliche Fort- und Weiterbildung
Pausenregelungen	<p>"Nur wer sich seine Ressourcen einteilt, wird langfristig erfolgreich sein."</p> <p>Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kurzpausen/Erholzeiten fördern die langfristige Leistung • Aktive Pausengestaltung (z.B. Gymnastik oder Entspannung) • Mehrere Kurzpausen sind wirkungsvoller als wenige lange • Kurzpausen dürfen nicht aufgespart werden

- Separate Pausenräume

6 Untersuchung der Augen und des Sehvermögens

Bildschirmarbeitsverordnung

§ 6 Untersuchung der Augen und des Sehvermögens

(1) Der Arbeitgeber hat den Beschäftigten vor Aufnahme ihrer Tätigkeit an Bildschirmgeräten, anschließend in regelmäßigen Zeitabständen sowie bei Auftreten von Sehbeschwerden, die auf die Arbeit am Bildschirmgerät zurückgeführt werden können, eine angemessene Untersuchung der Augen und des Sehvermögens durch eine fachkundige Person anzubieten. Erweist sich aufgrund der Ergebnisse einer Untersuchung nach Satz 1 eine augenärztliche Untersuchung als erforderlich, ist diese zu ermöglichen.

(2) Den Beschäftigten sind im erforderlichen Umfang spezielle Sehhilfen für ihre Arbeit an Bildschirmgeräten zur Verfügung zu stellen, wenn die Ergebnisse einer Untersuchung nach Absatz 1 ergeben, dass spezielle Sehhilfen notwendig und normale Sehhilfen nicht geeignet sind.

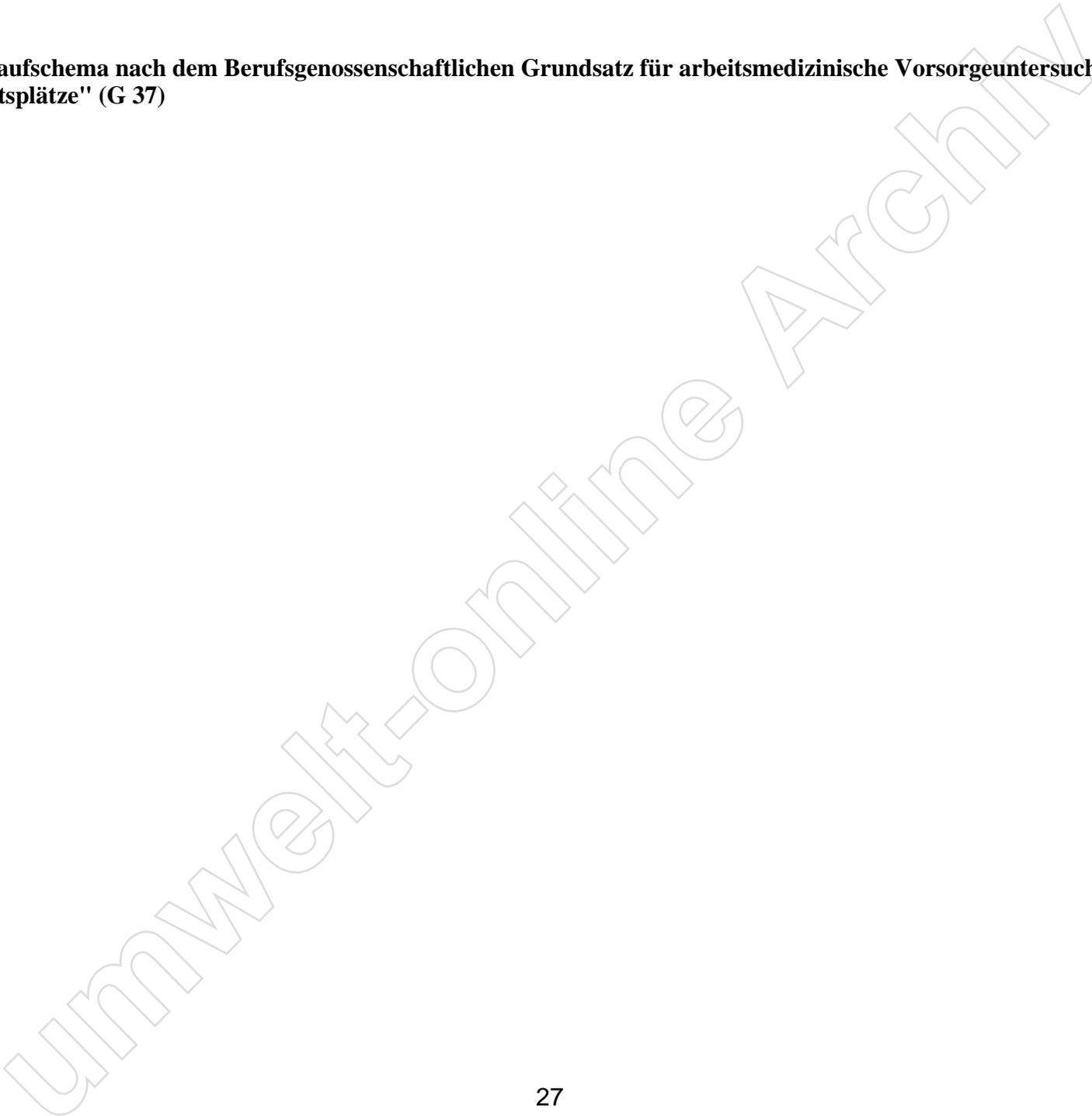
Die Praxis in Deutschland entspricht dieser Bestimmung bereits. Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz "Bildschirmarbeitsplätze" (G 37) sind in Deutschland seit Beginn der 80er Jahre eingeführt.

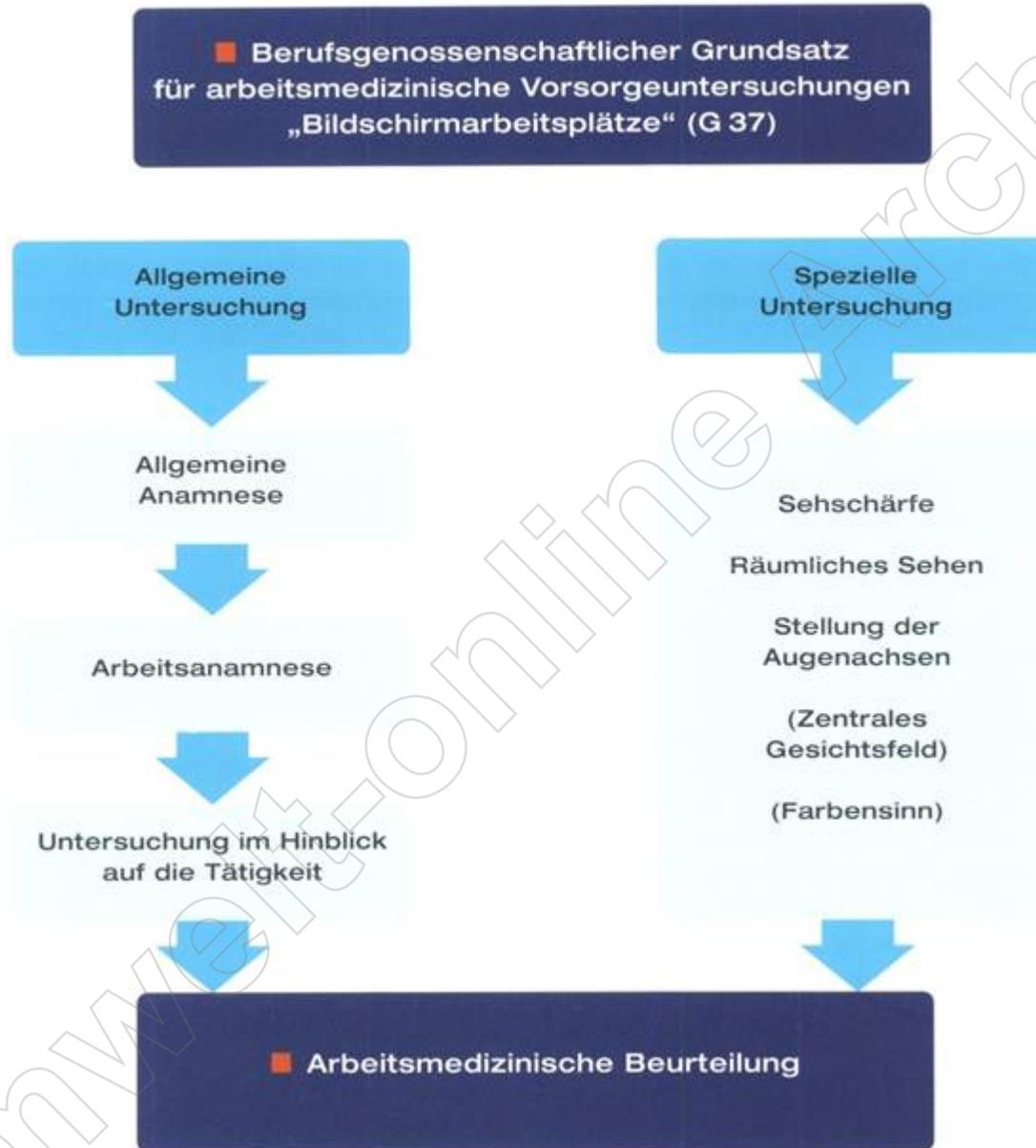
Nach einhelliger Meinung von Fachleuten sind Schädigungen des Sehorgans durch Bildschirmarbeit nicht zu erwarten. Dennoch ist es sinnvoll, das Sehvermögen bei Beschäftigten an Bildschirmarbeitsplätzen regelmäßig zu überprüfen. Es ist nämlich bekannt, dass ein nicht unbeträchtlicher Teil der Bevölkerung - von den Augenärzten wird hier ein Anteil von etwa 30 Prozent bis 40 Prozent genannt - ein nicht ausreichendes oder nicht ausreichend korrigiertes Sehvermögen besitzt. Zum Teil ist dies durch die mit dem Alter nachlassende Fähigkeit der Augenlinse bedingt, durch Formveränderung ein scharfes Sehen in der Nähe (= Akkommodation) zu ermöglichen.

Dadurch verändert sich der Nahpunkt, d.h. der Abstand, in dem in der Nähe noch scharf gesehen werden kann, nimmt zu. Einschränkungen des Sehvermögens und eine mangelhafte Gestaltung des Arbeitsplatzes, hierbei insbesondere eine mangelhafte Beleuchtung, führen zu erhöhten visuellen Beanspruchungen sowie zu Beschwerden des Bewegungs- und Halteapparates. Die Folgen können asthenopische Beschwerden, wie Kopfschmerzen, brennende und tränende Augen sowie Flimmern vor den Augen, sein.

Aus diesen Erkenntnissen resultiert die Notwendigkeit, das Sehvermögen und bei entsprechenden Auffälligkeiten oder Beschwerden den Bewegungsapparat im Hinblick auf die Tätigkeit am Bildschirm zu untersuchen. Hierfür steht der Berufsgenossenschaftliche Grundsatz für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen "Bildschirmarbeitsplätze" (G 37) zur Verfügung (Abbildung 9).

Abbildung 9: Ablaufschema nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen "Bildschirmarbeitsplätze" (G 37)





Danach sind die Augen und das Sehvermögen von Beschäftigten an Bildschirmarbeitsplätzen von einem ermächtigten Arzt untersuchen zu lassen.

Im Abschnitt "Allgemeine Untersuchung" des G37 wird eine umfassende Anamneseerhebung unter anderem zu Augenbeschwerden, Augenerkrankungen, Beschwerden und Erkrankungen des Bewegungsapparates, neurologischen Erkrankungen, Stoffwechselkrankheiten, Bluthochdruck, Dauerbehandlung mit Medikamenten und auch eine Arbeitsanamnese gefordert.

Die "Spezielle Untersuchung" beinhaltet die Prüfung

- der Sehschärfe (Ferne/ Nähe arbeitsplatzbezogen) auch mit einer am Arbeitsplatz getragenen Sehhilfe,
- des räumlichen Sehvermögens (Stereopsis),
- der Stellung der Augen (Phorie),
- des zentralen Gesichtsfeldes ab dem 50. Lebensjahr oder bei entsprechenden Beschwerden,
- des Farbensinns bei besonderen Anforderungen an das Farbsehvermögen.

Damit steht ein umfassendes Verfahren für die Prüfung des Sehvermögens zur Verfügung.

Die Erstuntersuchung erfolgt vor Aufnahme der Tätigkeit. Nachuntersuchungen werden bei Beschäftigten unter 40 Jahren im Abstand von fünf Jahren, bei Beschäftigten über 40 Jahren im Abstand von drei Jahren durchgeführt. Die Untersuchungen müssen durch einen ermächtigten Arzt mit der Gebietsbezeichnung "Arbeitsmedizin", der Zusatzbezeichnung "Betriebsmedizin" oder durch einen ermächtigten Augenarzt erfolgen. Die Spezielle Untersuchung kann unter der Verantwortung eines Arztes von geschulten Personen durchgeführt werden.

Da arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen seit vielen Jahren in Deutschland praktiziert werden, wird auch in der Begründung zur Bildschirmarbeitsverordnung ausdrücklich auf die bestehende Praxis der Durchführung des G 37 verwiesen. Nur spezieller arbeitsmedizinischer und ggf. augenärztlicher Sachverstand versetzen den untersuchenden Arzt in die Lage, eventuell erforderlich werdende arbeitsplatz- oder personenbezogene Maßnahmen vorzuschlagen.

Der G 37 stellt ein geeignetes Mittel für die Umsetzung der Bildschirmarbeitsverordnung dar. Ob die Verordnung einer speziellen Sehhilfe am Bildschirmarbeitsplatz erforderlich ist, kann im Verlauf des G 37 festgestellt werden. Wenn eine Korrektur von Brechungsfehlern erforderlich und eine geeignete Sehhilfe für das Sehen in der Nähe angepasst worden ist, kann die am Bildschirm arbeitende Person grundsätzlich dieselbe Brille wie im alltäglichen Leben (Universalbrille) tragen. Ab einem Alter von etwa 40 bis 45 Jahren muss in der Regel eine Altersnahbrille (Lesebrille) getragen werden, deren Korrekturwert wegen der weiter abnehmenden Akkommodationsfähigkeit kontinuierlich bis ca. zum 60. Lebensjahr verstärkt werden muss. Unter diesen Bedingungen kann in wenigen Fällen die Verordnung einer speziellen Sehhilfe am Bildschirmarbeitsplatz erforderlich werden.

Die Kosten für die arbeitsmedizinische Vorsorge trägt der Arbeitgeber, die Abrechnung erfolgt nach der Gebührenordnung für Ärzte (GOÄ). Auch die Kosten für spezielle Sehhilfen hat der Arbeitgeber im erforderlichen Umfang zu übernehmen.

Weitere Literatur:

Berufsgenossenschaftlicher Grundsatz für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen "Bildschirmarbeitsplätze" G37 (BGI 785)

Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 37

"Bildschirmarbeitsplätze" (BGI 504-37)

BG-Information "Sehhilfen am Bildschirmarbeitsplatz" (BGI 786)

"Sehhilfen am Bildschirmarbeitsplatz" (Medien der VBG)

7 Anforderungen an die Gestaltung von Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen

7.1 Grundsätzliche Anforderungen an die Gestaltung von Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen

Bildschirmarbeitsverordnung

§ 4 Anforderungen an die Gestaltung

(1) Der Arbeitgeber hat geeignete Maßnahmen zu treffen, damit die Bildschirmarbeitsplätze den Anforderungen des Anhangs und sonstiger Rechtsvorschriften entsprechen.

(2) Bei Bildschirmarbeitsplätzen, die bis zum 20. Dezember 1996 in Betrieb sind, hat der Arbeitgeber die geeigneten Maßnahmen nach Absatz 1 dann zu treffen,

- 1. wenn diese Arbeitsplätze wesentlich geändert werden oder*
- 2. wenn die Beurteilung der Arbeitsbedingungen nach § 3 ergibt, dass durch die Arbeit an diesen Arbeitsplätzen Leben oder Gesundheit der Beschäftigten gefährdet ist, spätestens jedoch bis zum 31. Dezember 1999.*

(3) Von den Anforderungen des Anhangs darf abgewichen werden, wenn

- 1. die spezifischen Erfordernisse des Bildschirmarbeitsplatzes oder Merkmale der Tätigkeit diesen Anforderungen entgegenstehen oder*

2. der Bildschirmarbeitsplatz entsprechend den jeweiligen Fähigkeiten der daran tätigen Behinderten unter Berücksichtigung von Art und Schwere der Behinderung gestaltet wird

und dabei Sicherheit und Gesundheitsschutz auf andere Weise gewährleistet sind.

Der Unternehmer kann seiner Sorgfaltspflicht dadurch nachkommen, dass er bei der Auftragsvergabe hinsichtlich der Ausstattung, Gestaltung und Instandhaltung der Arbeitsplätze die Einhaltung der Arbeitsschutzvorschriften sowie der allgemein anerkannten sicherheitstechnischen und arbeitsmedizinischen Regeln vorschreibt.

Arbeitsmittel (hierzu gehört auch die Software) müssen gebrauchstauglich sein, d.h. sie sollten gewährleisten, dass Versicherte ihre Arbeitsaufgaben effektiv, effizient und zufriedenstellend erledigen können.

Gefährdungen und zu hohe Belastungen der Benutzer von Arbeitsmitteln können nur durch einwandfreie Gestaltung, Benutzung und Instandhaltung der Arbeitsmittel vermieden werden.

Dies bedingt, dass die nachstehenden Kriterien berücksichtigt sind:

- Verwendung geeigneter Werkstoffe
- Vermeidung von Gefahren durch bewegte Teile
- Einhaltung der sicheren Ausführung von Oberflächen, Ecken und Kanten
- Gewährleistung ausreichender Standsicherheit
- Vermeidung von Gefahren durch elektrische Energie
- Berücksichtigung ergonomischer Gestaltungskriterien
- Verfügbarkeit geeigneter Benutzerinformationen

Wenn darüber hinaus die Kriterien für eine barrierefreie Arbeitsplatzgestaltung Berücksichtigung finden, sind die Arbeitsplätze auch für die Integration von Mitarbeitern geeignet, die z.B. in ihrer Mobilität, ihrem Seh- oder Hörvermögen eingeschränkt sind.

Weitere Literatur:

DIN 33455 "Barrierefreie Produkte; Grundsätze und Anforderungen"

Gesetz zur Gleichstellung behinderter Menschen (Behindertengleichstellungsgesetz - BGG)

Verordnung zur Schaffung barrierefreier Informationstechnik nach dem Behindertengleichstellungsgesetz (Barrierefreie Informationstechnik-Verordnung - BITV)

Verwendung geeigneter Werkstoffe

Geeignet sind nur solche Werkstoffe, die den bei bestimmungsgemäßer Verwendung auf-tretenden physikalischen und chemischen Beanspruchungen standhalten und zu keinen schädigenden Wirkungen führen. Die Flächen von Arbeitsmitteln, mit denen der Benutzer bei seiner normalen Arbeit häufig in Kontakt Berührung kommt, dürfen keine unzutragliche Wärmeableitung zulassen. Ungeeignet sind deshalb Oberflächen von Arbeitsplatten, Sitzflächen, Armauflagen, Tastaturen und sonstigen Eingabemitteln aus Glas oder Metall. Sicherheitsrelevante Teile müssen aus Werkstoffen bestehen, die hinreichend alterungsbeständig sowie ausreichend gegen Korrosion geschützt sind.

Vermeidung von Gefahren durch bewegte Teile

Arbeitsmittel müssen so gestaltet sein, dass bewegte Teile (z.B. an Lüftern, Aktenvernichtern), die eine Gefahr darstellen, nicht zugänglich sind oder nicht berührt werden können. Bauteile von Arbeitsmitteln müssen so ausgeführt oder gesichert sein, dass sie durch unbeabsichtigtes Lösen weder heraus- oder herabfallen noch gefährdende Vorgänge auslösen können. Auf die entsprechenden Normen für Schutzeinrichtungen, wie Verkleidungen, Verdeckungen und Umwehrungen zur Absicherung von Gefahrstellen (wie Quetsch-, Scher-, Schneid-, Stich-, Stoß-, Fang-, Einzug- und Auflaufstellen) sowie die Reichweite von Personen mit ihren Körperteilen und die daraus abgeleiteten Sicherheitsabstände wird verwiesen.

Weitere Literatur:

DIN 31 001-1 "Sicherheitsgerechtes Gestalten technischer Erzeugnisse; Schutzeinrichtungen; Begriffe, Sicherheitsabstände für Erwachsene und Kinder"

DIN EN 294 "Sicherheit von Maschinen; Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den oberen Gliedmaßen"

DIN EN 349 "Sicherheit von Maschinen; Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen"

Einhaltung der sicheren Ausführung von Oberflächen, Kanten und Ecken

Oberflächen, Kanten und Ecken an Arbeitsmitteln, wie Tischplatten, Tastaturen, müssen durch Formgebung oder Bearbeitung so gestaltet sein, dass Verletzungen vermieden werden. Dies wird durch Entgraten, Umbördeln sowie Gestalten von Kanten und Ecken mit ausreichenden Radien erreicht. Sofern die Materialdicke es zulässt, ist für Kanten und Ecken, mit denen Personen bei ihrer Tätigkeit in Berührung kommen, mindestens ein Radius von 2 mm erforderlich. Empfehlenswert sind Radien von 3 mm oder mehr.

Gewährleistung ausreichender Standsicherheit

Die Standsicherheit von Arbeitsmitteln ist ausreichend, wenn bei bestimmungsgemäßer Verwendung in jedem Betriebszustand keine Gefahr für Benutzer oder Instandhalter besteht.

Vermeidung von Gefahren durch elektrische Energie

Elektrische Betriebsmittel müssen so gestaltet sein und instandgehalten werden, dass bei bestimmungsgemäßer Verwendung Gefahren durch elektrische Energie vermieden werden.

Weitere Literatur:

Unfallverhütungsvorschrift "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel" (BGV A3)

DIN EN 60950-1 "Einrichtungen der Informationstechnik; Sicherheit; Allgemeine Anforderungen"

DIN-Normenausschuss Bürowesen "Leitlinie für die elektrische Installation in Büromöbeln"

Berücksichtigung ergonomischer Gestaltungskriterien

Arbeitsmittel entsprechen den ergonomischen Gestaltungskriterien, wenn sie den physischen und psychischen Gegebenheiten des Menschen so angepasst sind, dass einseitige, zu hohe Belastungen vermieden werden.

Stellteile sowie Verstelleinrichtungen müssen ergonomisch gestaltet und angeordnet sein. Verstellungen müssen leicht und bei häufiger Betätigung schnell vorgenommen werden können. Sie dürfen sich während der Benutzung des Arbeitsmittels nicht unbeabsichtigt verändern können.

Weitere Literatur:

DIN EN 894-3 "Sicherheit von Maschinen; Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen"

DIN 31000/VDE 1000 "Allgemeine Leitsätze für das sicherheitsgerechte Gestalten technischer Erzeugnisse"

DIN EN ISO 9241-11 "Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit - Leitsätze"

DIN EN ISO 6385 "Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen"

DIN EN ISO 9241-5 "Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten - Anforderungen an Arbeitsplatzgestaltung und Körperhaltung"

Lange, W.; Windel, A.: Kleine ergonomische Datensammlung, Köln 2003, 9., überarbeitete Auflage

Verfügbarkeit geeigneter Benutzerinformationen

Die sachgerechte und sichere Verwendung von Arbeitsmitteln setzt voraus, dass die vom Hersteller, Einführer oder Lieferer in deutscher Sprache beizufügenden Benutzerinformationen in vollem Umfang beachtet werden. Benutzerinformationen erfüllen nur dann ihren Zweck, wenn sie alle erforderlichen Kenntnisse für die sachgerechte und sichere Verwendung eines Arbeitsmittels vermitteln.

Hierzu gehören in dem jeweils erforderlichen Umfang insbesondere:

- Angaben über das Erzeugnis
- Angaben zum Einsatzort
- Angaben über Transport, Lagerung, Aufstellung, Anbringung und Abbau
- Angaben über die bestimmungsgemäße, sachgerechte und sichere Verwendung
- Angaben zur Instandhaltung

Weitere Literatur:

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV)

DIN EN 62079 (VDE 0039)

"Erstellen von Anleitungen; Gliederung, Inhalt und Darstellung"

ISO/ IEG Guide 37

"Bedienungsanleitungen für vom Endverbraucher genutzte Produkte"

VDI 4500 Blatt 1

"Technische Dokumentation - Begriffsdefinitionen und rechtliche Grundlagen"

Bei der Beschaffung von Arbeitsmitteln kann die Einhaltung der Mindestanforderungen an Sicherheit und Ergonomie durch das GS-Zeichen nachgewiesen werden. Die Mindestanforderungen sind in den geltenden Normen enthalten, spiegeln jedoch nicht in allen technischen Bereichen immer den aktuellen Stand der Technik, der Arbeitsmedizin und der arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse wider.

Die Einhaltung weitergehender Anforderungen, insbesondere im Bereich Büro- und Informationstechnik, bestätigt das BG-PRÜFZERT-Zeichen.



Weitere Literatur:

Einkaufsführer der VBG im Internet www.vbg.de → Arbeitssicherheit & Gesundheitsschutz → Präventionsleistungen → GS-geprüfte Arbeitsmittel → Einkaufsführer online.

7.2 Bildschirm, Tastatur und sonstige Eingabemittel

7.2.1 Bildschirm

Im Bürobereich finden zwei Bildschirmanzeigetechniken Verwendung, nämlich Kathodenstrahlröhrenanzeigen (CRT) und Flüssigkristallanzeigen (LCD).

Im Gegensatz zu CRT-Bildschirmen, deren optische Eigenschaften von der Sehrichtung weitgehend unabhängig sind, ändern sich bei LCD-Bildschirmen abhängig von der Sehrichtung Leuchtdichte (Helligkeit der Anzeige), Kontrast und Farbe. Die Ausprägung dieser Abhängigkeit hängt davon ab, welcher LCD-Typ eingesetzt wird. (Abbildung 10).

Um die Abhängigkeit der optischen Eigenschaften von LCD-Bildschirmen zu differenzieren, nimmt die Norm DIN EN ISO 13406-2 eine Einteilung in vier Sehrichtungs-Bereichsklassen vor (Abbildungen 11 und 12).

Abbildung 10: LCD-Typen im Vergleich

	TN	IPS/SIPS	MVA/PVA
Lichttransmission	hoch	niedrig	mittel
Kontrast	mittel bis sehr hoch	mittel bis hoch	mittel bis hoch

Winkelabhängigkeit	mittel bis groß	gering	gering
Schaltzeiten	kurz	mittel	kurz
Leistungsaufnahme	gering	hoch	mittel

TN = Twisted Nematic

IPS = In-Plane-Switching

SIPS = Super In-Plane-Switching

MVA = Multi Domain Vertical Alignment

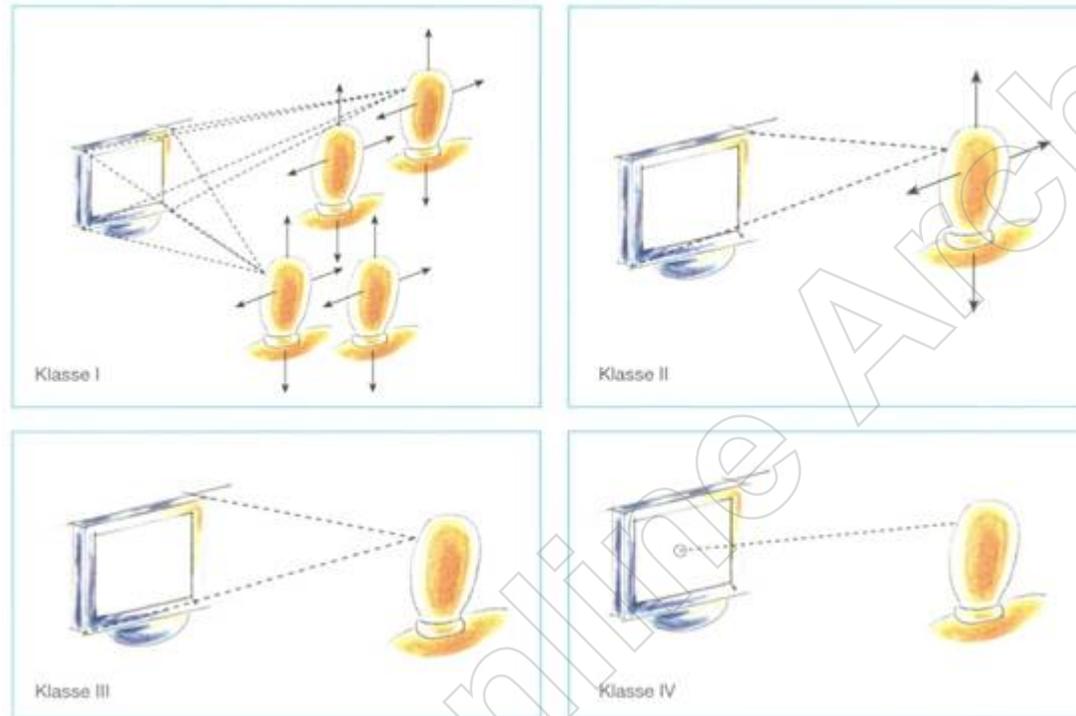
PVA = Pattern Vertical Alignment

Abbildung 11: Sehrichtungs-Bereichsklassen

Klasse	Beschreibung
I	<p>Erlaubt einer Vielzahl von Benutzern, die gesamte Bildschirmfläche beim vorgesehenen Sehabstand aus allem Richtungen innerhalb eines 80°-Sehkegels ohne Abnahme der visuellen Leistung zu betrachten.</p> <p>Bietet Gleichmäßigkeit über die gesamte Bildschirmfläche, Kopfbewegungen sind möglich.</p> <p>Nicht geeignet für Aufgaben, die einen engen Sehkegel erfordern (z.B. Schutz von vertraulichen Daten)</p>
II	<p>Erlaubt einem einzelnen Benutzer, die gesamte Bildschirmfläche beim vorgesehenen Sehabstand aus allen Richtungen vor dem Bildschirm ohne Abnahme der visuellen Leistung zu betrachten.</p> <p>Bietet Gleichmäßigkeit über die gesamte Bildschirmfläche, Kopfbewegungen sind möglich.</p> <p>Nicht geeignet für Aufgaben, die einen engen Sehkegel erfordern (z.B. Schutz von vertraulichen Daten)</p>
III	<p>Erlaubt einem einzelnen Benutzer, die gesamte Bildschirmfläche beim vorgesehenen Sehabstand von einer flexiblen Position (d.h. vorgesehener Sehabstand, vorgesehene Sehrichtung vor der Mitte des Bildschirms) ohne Abnahme der visuellen Leistung zu betrachten.</p>

	<p>Bietet Gleichmäßigkeit über die gesamte Bildschirmfläche, Kopfbewegungen sind nicht möglich.</p> <p>Geeignet für Aufgaben, die einen engen Sehkegel erfordern (z.B. Schutz von vertraulichen Daten)</p>
IV	<p>Erlaubt einem einzelnen Benutzer, die Mitte der Bildschirmfläche beim vorgesehenen Sehabstand von einer fixierten Position (d.h. vorgesehener Sehabstand, vorgesehene Sehrichtung vor der Mitte des Bildschirms) ohne Abnahme der visuellen Leistung zu betrachten.</p> <p>Erfordert Kippen und Drehen des Bildschirms, um eine gleichmäßige Erscheinung der Bilddarstellung zu erreichen, Kopfbewegungen sind nicht möglich.</p> <p>Sehr gut geeignet für Aufgaben, die einen engen Sehkegel erfordern (z.B. Schutz von vertraulichen Daten)</p>
<p>Für manche Aufgaben ist ein enger Sehrichtungsbereich erwünscht. So kann es unerwünscht sein, dass die Mitreisenden in öffentlichen Transport-Systemen die auf dem Bildschirm dargestellte Information sehen können. Die Auswahl der Sehrichtungs-Bereichsklasse ist in vielen Fällen ein Kompromiss zwischen den ergonomischen Anforderungen und der Arbeitsaufgabe.</p>	

Abbildung 12: Sehrichtungs-Bereichsklassen aus Abbildung 11



Tipp: Vor- und Nachteile von LCD-Bildschirmen

Zu den Vorteilen zählen:	Zu den Nachteilen zählen:
<ul style="list-style-type: none"> • geringer Platzbedarf durch die kleinen Gerätebautiefen • eine große Helligkeit (Leuchtdichten von 200 cd/m^2 und mehr gegenüber 80 cd/m^2- 140 cd/m^2 bei CRT- Bildschirmen) • keine Geometrie- und Konvergenzfehler, wie bei CRT- Bildschirmen • scharfes, kontrastreiches Bild • eine sehr gute Entspiegelung; LCD-Bildschirme fallen in der Regel sowohl in Positiv- als auch in Negativdarstellung in die Reflexionsklasse 1 nach 	<ul style="list-style-type: none"> • gegenüber CRT- Bildschirmen höherer Preis • von der Sehrichtung abhängige Farben, Leuchtdichten und Kontraste; hier gibt es je nach verwendetem LCD-Typ starke Unterschiede (Abbildung 10). • von der Auflösung abhängige Darstellungsqualität, optimale Darstellung bei Ansteuerung in der physikalischen Auflösung des LCD-Bildschirms

DIN EN ISO 13406-2. Dies wird von CRT- Bildschirmen bis auf ganz wenige Ausnahmen nicht erreicht

- ein niedriger Energieverbrauch
- eine geringe Wärmeabgabe
- eine flimmerfreie Darstellung
- Unempfindlichkeit gegen Störungen durch elektrische und magnetische Felder (z.B. durch Bahnlinien)
- Strahlungsarmut, alle schwedischen Empfehlungen, z.B. TCO, werden problemlos erfüllt

- ggf. hohe Bildaufbauzeiten, was bei der Bearbeitung von bewegten Bildern stören kann

Der benötigte Sehrichtungs-Bereich hängt von der Arbeitsaufgabe, der Bildschirmgröße, dem Sehabstand und der notwendigen Bewegungsfreiheit des Benutzers ab. Da bei der eingesetzten Anzeigetechnik Leuchtdichten, Kontraste und Farben in unterschiedlichem Maß von der Sehrichtung abhängen, ergeben sich für einzelne Parameter unter Umständen unterschiedliche Sehrichtungs-Bereichsklassen.

Für Standard-Büroanwendungen können folgende Sehrichtungs-Bereichsklassen empfohlen werden (Abbildung 13).

Abbildung 13 - Empfohlene Sehrichtungs-Bereichsklassen für Büroanwendungen

Anforderung	Sehrichtungs-Bereichsklasse
Farbgleichmäßigkeit	IV
Bildschirmleuchtdichte	I
Kontrast	I
Leuchtdichtegleichmäßigkeit	IV

Ein weiterer Punkt, an dem sich LCD- von CRT- Bildschirmen unterscheiden können, ist das Vorhandensein von fehlerhaften Bildelementen (Pixeln) bzw. deren Teilbildelementen (Subpixeln, in der Regel in den Farben Rot, Grün und Blau). Technisch bedingt können an Pixeln /Subpixeln folgende Defekte auftreten (Abbildung 14):

Abbildung 14: Pixel-Fehlerklassen nach DIN EN ISO 13406-2

Maximale Anzahl der Fehler je Art je Million Bildelemente (Pixel)					
Klasse	Typ 1 Pixel dauernd hell	Typ 2 Pixel dauernd dunkel	Typ 3 Subpixel dauernd hell oder dunkel	Häufung ¹ von mehr als einem Fehler des Typs 1 oder 2	Häufung ¹ von Fehlern des Typs 3
I	0	0	0	0	0
II	2	2	5	0	2
III	5	15	50	0	5
IV	50	150	500	5	50

Beispiel: Ein LCD-Bildschirm mit einer Diagonalen von 15 Zoll und einer physikalischen Auflösung von 1400 Bildelementen x 1050 Bildelementen hat insgesamt $1400 * 1050 = 1,47$ Millionen Bildelemente. Die maximale Anzahl der Fehler entsprechend obiger Tabelle ergibt sich durch Multiplikation der Tabellenwerte mit dem Faktor 1,47.

¹ Häufung von Fehlern (Cluster): Zwei oder mehr fehlerhafte Pixel oder Subpixel in einem Block von 5 Pixeln * 5 Pixeln.

Für Standard-Büroanwendungen ist mindestens Pixel-Fehlerklasse II erforderlich, Pixel-Fehlerklasse 1 wird empfohlen.

Der Bildaufbau bei LCD-Bildschirmen dauert im Vergleich zu CRT- Bildschirmen wesentlich länger. Bei LCD-Bildschirmen wird als Bildaufbauzeit die Gesamtzeit definiert, in der sich die Leuchtdichte der Anzeige von 10 Prozent auf 90 Prozent und zurück auf 10 Prozent ändert. Im Allgemeinen sollte die Bildaufbauzeit unter 55 ms, beim Einsatz des Bildschirms für die Darstellung und Bearbeitung von bewegten Bildern sogar unter 15 ms liegen.

Viele LCD-Bildschirme verfügen, ebenso wie CRT- Bildschirme, über einen analogen VGA- Anschluss (Video Graphic Adapter). Der Vorteil dabei ist die Anschlussmöglichkeit an jede vorhandene VGA-Grafikkarte. Dabei wird das digitale Signal des Rechners von der Grafikkarte in ein analoges umgewandelt und an den LCD-Bildschirm geschickt, um dort in ein digitales Signal zurückverwandelt zu werden. Hierdurch kommt es in der Regel zu Bildqualitätsverlusten. Außerdem muss bei analogem Anschluss der LCD-Bildschirm mit dem Signal der Grafikkarte synchronisiert werden, was mehr oder weniger aufwändig sein kann. Schlechte Synchronisation äußert sich zum Beispiel durch unruhiges Bild, vertikale Streifen, horizontale Streifen, Griebeln, Zeichenunschärfe.

Inzwischen verfügen sowohl viele LCD- Bildschirme als auch Grafikkarten außer über einen analogen zusätzlich über einen standardisierten digitalen DVI-Anschluss (Digital Video Interface). Bei dieser digitalen Signalübertragung entstehen keine Signal- und damit Bildqualitätsverluste. Auch eine Signalsynchronisation ist nicht notwendig.

Weitere Literatur:

DIN EN ISO 13406-2 "Ergonomische Anforderungen für Tätigkeiten an optischen Anzeigeeinheiten in Flachbauweise; Ergonomische Anforderungen an Flachbildschirme"

Tipp:

Bei einem analogen VGA Anschluss sollte die Synchronisation mit der Funktion "Automatische Bildjustage im OSD- Menü (On Screen-Display) des LCD-Bildschirms auf einem weißen Untergrund durchgeführt werden. Führt dies nicht zum gewünschten Erfolg, kann eine Feinjustage an einem Linienmuster aus möglichst vielen gekreuzten, waagrechten und senkrechten weißen Linien auf schwarzem Untergrund (z.B. einer leeren Tabelle) oder einem Schachbrettmuster Abhilfe bringen. Hierbei werden die Regler für "Phase" und "Clock" so lange verstellt, bis auf dem Muster keine vertikalen und horizontalen Streifen mehr sichtbar sind.

Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

1. *Die auf dem Bildschirm dargestellten Zeichen müssen scharf, deutlich und ausreichend groß sein sowie einen angemessenen Zeichen- und Zeilenabstand haben.*
2. *Das auf dem Bildschirm dargestellte Bild muss stabil und frei von Flimmern sein; es darf keine Verzerrungen aufweisen.*

Dies wird für die Darstellung von Zeichen oder Grafiken erfüllt, wenn zur Verringerung visueller Belastungen die Anforderungen an

- Zeichenschärfe, Leuchtdichten und Kontrast (Leuchtdichtekontrast),
- Zeichengröße, -gestalt und Abstände,
- Bildgeometrie und -stabilität,
- Flimmerfreiheit,
- Farbdarstellung und Konvergenz
- sowie für LCD-Bildschirme zusätzlich
- Bildaufbauzeit,

- Pixelfehler

eingehalten werden.

Zeichenschärfe, Leuchtdichten und Kontrast

Eine gute Zeichenschärfe ist dann gegeben, wenn sie auf dem ganzen Bildschirm der Zeichenschärfe von gedruckten Zeichen möglichst nahe kommt (Abbildung 15).

Abbildung 15: Unterschiedliche Zeichenschärfen

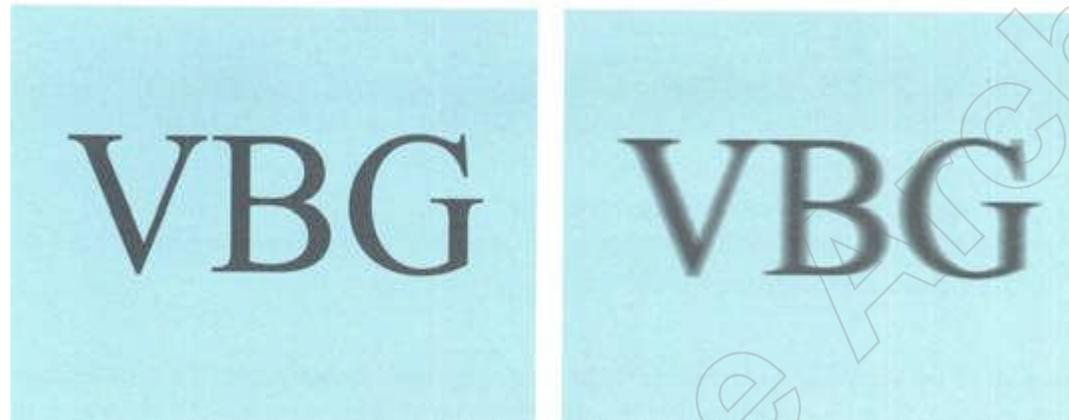


Um die maximale Zeichenschärfe zu erreichen, empfiehlt es sich, den Bildschirm in der höchsten darstellbaren Auflösung (physikalischen Auflösung) zu betreiben.

Ist man gezwungen, eine nicht skalierbare Software in einer niedrigeren Auflösung (z.B. vom Großrechner mit 800 Bildelementen * 600 Bildelementen) zu benutzen, so ist dies beim CRT- Bildschirm mit annehmbaren Qualitätsverlusten möglich. Auf einem LCD-Bildschirm ist die Darstellung technologisch bedingt nur dann optimal, wenn er in seiner physikalischen Auflösung betrieben wird.

Bei Verwendung nicht skalierbarer Software mit einer Auflösung unterhalb der physikalischen Auflösung eines LCD-Bildschirms gibt es in der Regel zwei Möglichkeiten der Darstellung. Entweder werden nur z.B. 800 Bildelemente * 600 Bildelemente auf dem LCD-Bildschirm angesteuert und es verbleibt ein breiter schwarzer Rand um den angesteuerten Anzeigebereich, oder sie werden durch Interpolation so umgerechnet, dass eine flächenfüllende Darstellung erfolgt. Hier gibt es je nach eingesetzter Grafikkarte sehr krasse Unterschiede in der Darstellung auf dem Bildschirm. Einige Grafikkarten sind in der Lage, auch niedrigere Auflösungen noch relativ gut umzurechnen. Bei anderen Grafikkarten können Zeichen unterschiedliche Strichstärken aufweisen oder mit starken Schatten dargestellt werden. Dies kann zu einer äußerst unscharfen Darstellung führen (Abbildung 16). Da in manchen Fällen auch deshalb kleinere Auflösungen als die physikalische Auflösung des LCD-Bildschirms benutzt werden sollen, um die Größe von sonst zu kleinen Zeichen zu verändern, sollten vor einer Kaufentscheidung möglichst alle benutzten Softwareanwendungen mit den in Frage kommenden LCD- Bildschirmen und Grafikkarten geprüft werden.

Abbildung 16: Darstellung auf einem LCD-Bildschirm: Links in physikalischer, rechts in kleiner Auflösung



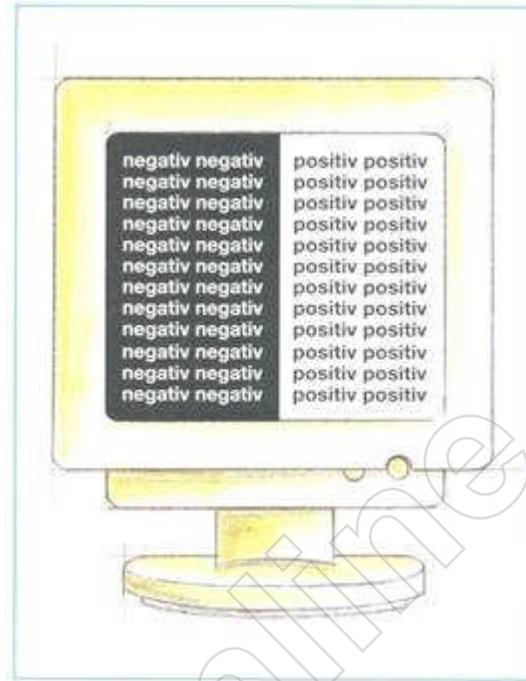
Die Anzeigeleuchtdichte (Helligkeit der Anzeige) sollte mindestens $5 \cdot 100 \text{ cd/m}^2$ betragen. Der Kontrast zwischen Zeichen und Zeichenuntergrund innerhalb eines Zeichens sowie zwischen Zeichen und Zeichenzwischenraum sollte mindestens bei 4 : 1 liegen. Dies gilt auch für farbige Darstellungen, nicht jedoch für die Darstellung von Bildern. Als Kontrast wird das Verhältnis der höheren Leuchtdichte (L_H) zur niedrigeren Leuchtdichte (L_L) bezeichnet. Die Anzeigeleuchtdichte ist bei Positivdarstellung die Leuchtdichte des Untergrundes und bei Negativdarstellung die Leuchtdichte der Zeichen.

Zeichen und Flächen, für die die gleiche Leuchtdichte vorgesehen ist, dürfen keine störenden Leuchtdichteunterschiede aufweisen. Dies gilt auch innerhalb von Zeichen.

Die Darstellung dunkler Zeichen auf hellem Untergrund (Positivdarstellung) oder die Darstellung heller Zeichen auf dunklerem Untergrund (Negativdarstellung) kann auf dem Bildschirm in ein- oder mehrfarbiger Ausführung erfolgen. Für Textverarbeitung ist eine einfarbige Zeichendarstellung empfehlenswert.

Aufgrund der bisherigen Erfahrungen beim Einsatz von Bildschirmgeräten bietet eine flimmerfreie Positivdarstellung bessere Anpassungsmöglichkeiten an die physiologischen Eigenschaften des Menschen und an die Arbeitsumgebung (Abbildung 17).

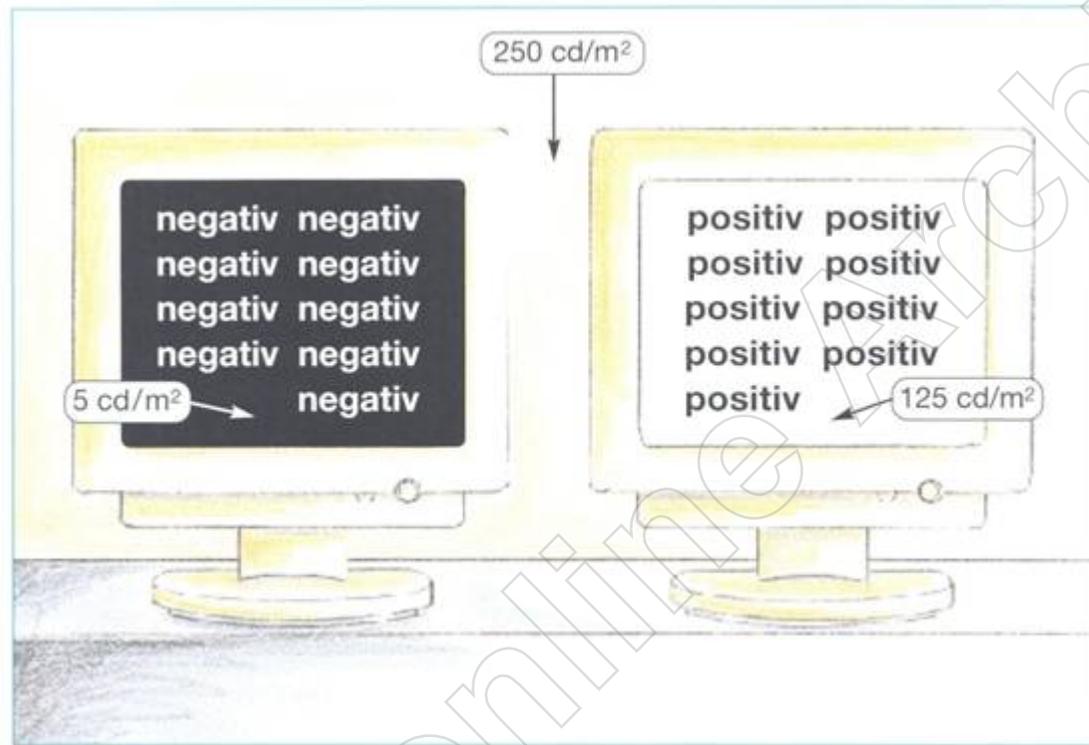
Abbildung 17: Vergleich zwischen Positiv- und Negativdarstellung



Positivdarstellung hat folgende Vorteile:

- Die Lesbarkeit der Zeichen verbessert sich, weil bei gleichem Kontrast die Erkennbarkeit von Zeichen vor einem hellen Untergrund besser als vor einem dunklen ist.
- Nicht vermeidbare Reflexionen und Spiegelungen werden weniger störend wahrgenommen und ermöglichen damit auch eine flexiblere Anordnung der Arbeitsplätze.
- Zusammen mit der erforderlichen Beleuchtungsstärke verringert die hohe Leuchtdichte der Bildschirmanzeige den belastenden ständigen Wechsel von Hell- und Dunkel-Adaptationen⁶ (Abbildung 18).
- Die Leuchtdichten besonders von Vorlagen (Papier) und Bildschirmanzeige werden angeglichen.

Abbildung 18: Beispielhafte Helligkeitsunterschiede bei Positiv- bzw. Negativdarstellung



Falls Kodierungen von Einzelinformationen bei einfarbiger Zeichendarstellung erforderlich werden, können diese z.B. durch verschiedene Schriftarten, Unterstreichungen oder unterschiedliche Leuchtdichten (Helligkeiten) in einem Verhältnis von mindestens 2 : 1 erfolgen.

Weitere Literatur:

- DIN EN 29241-3/ISO 9241-3 "Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Anforderungen an visuelle Anzeigen"
- DIN EN ISO 13406-2 "Ergonomische Anforderungen für Tätigkeiten an optischen Anzeigeeinheiten in Flachbauweise; Ergonomische Anforderungen an Flachbildschirme"

Zeichengröße, -gestalt und Abstände

Bei der Darstellung alphanumerischer Zeichen müssen Größe und Gestalt sowie die Abstände von Zeichen und Zeilen eine gute Lesbarkeit ermöglichen (Abbildung 19).

Gute Lesbarkeit wird erreicht, wenn z.B.

- eine ausreichende Zahl von Bildelementen für die Darstellung eines Zeichens verwendet wird. Dies bedeutet ein Raster von mindestens 7 Bildelementen x 9 Bildelementen (Breite * Höhe) für die Darstellung eines Großbuchstabens ohne Oberlänge (z.B. Großbuchstabe "E"),
- die Höhe der Großbuchstaben ohne Oberlänge (Zeichenhöhe) unter einem Sehwinkel zwischen 22 Bogenminuten⁷ und 31 Bogenminuten erscheint, d.h. auch bei einem Mindestsehabstand von 500 mm eine Höhe von 3,2 mm nicht unterschreitet,
- die Zeichenbreite der Großbuchstaben (ausgenommen Buchstabe "I") 70 Prozent bis 100 Prozent der Zeichenhöhe beträgt,
- die Oberlängen der Großbuchstaben (z.B. Großbuchstabe "Ü") die Zeichenhöhe um mindestens zwei Bildelemente nach oben überschreiten,
- die Höhe der Kleinbuchstaben ohne Ober- und Unterlängen (z.B. Kleinbuchstabe "z") ca. 70 Prozent der Höhe eines Großbuchstabens ohne Oberlänge beträgt,
- die Höhe der Kleinbuchstaben mit Oberlänge (z.B. Kleinbuchstabe "b") der Höhe der Großbuchstaben ohne Oberlänge entspricht,
- die Kleinbuchstaben mit Unterlänge (z.B. Kleinbuchstabe "q") um mindestens zwei Bildelemente nach unten verlängert sind und diese Unterlängen unterhalb der Schreiblinie liegen,
- die Zeichenbreite der Kleinbuchstaben 70 Prozent bis 100 Prozent der Zeichenbreite der Großbuchstaben beträgt, ausgenommen die Kleinbuchstaben "f", "i", "j", "l" und "t",
- die Höhe der Zahlen der Zeichenhöhe entspricht,
- die Strichbreite etwa 8 Prozent bis 17 Prozent der Zeichenhöhe beträgt,
- die horizontalen Zeichenabstände mindestens ein Bildelement betragen,
- der vertikale Zeichenabstand (Zeilenabstand) zwischen Kleinbuchstaben mit Unterlänge und Großbuchstaben mit Oberlänge (z.B. zwischen Kleinbuchstabe "q" und Großbuchstabe "Ü") mindestens ein Bildelement beträgt,
- die Gestaltung der Zeichen die Möglichkeit von Verwechslungen sicher ausschließt (z.B. Null und Großbuchstabe "O").

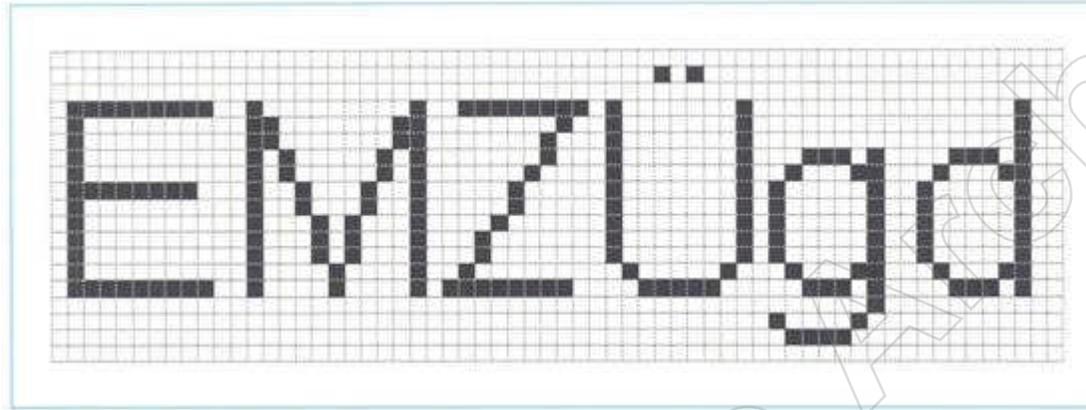
Abbildung 19: Einfluss von Schriftgröße und Schriftart auf die Lesbarkeit



Ein Bildelement (Pixel) ist das kleinste ansteuerbare Element zur Darstellung von Zeichen, Grafiken oder Bildern auf dem Bildschirm.

Zur Prüfung des Zeichenaufbaus aus einzelnen Bildelementen kann z.B. ein pixelorientiertes Zeichenprogramm verwendet werden (Abbildung 20).

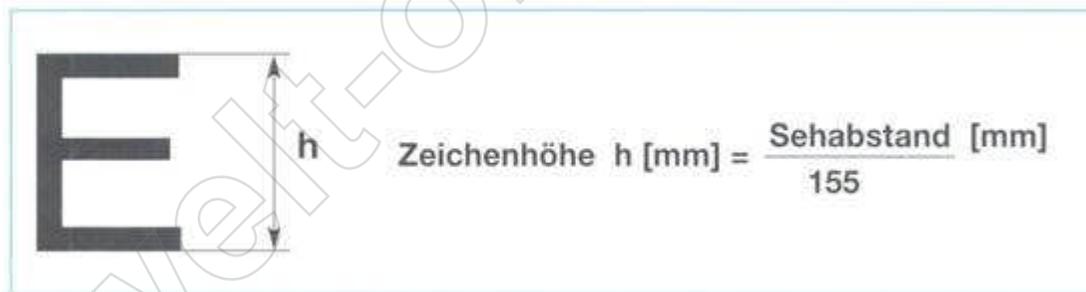
Abbildung 20: Aufbau von Zeichen aus einzelnen Bildelementen



Für normale Büroanwendungen (z.B. Textverarbeitung) wird mindestens ein 17"-CRT-Bildschirm oder ein 15"-LCD-Bildschirm empfohlen. Es ist notwendig, die auf dem Bildschirm dargestellten Informationen in einer Größe und Qualität anzubieten, die ein leichtes, beschwerdefreies Erkennen ermöglichen. Dies ist für Zeichen, die unter einem Sehwinkel zwischen 22 Bogenminuten und 31 Bogenminuten erscheinen, erfüllt.

Ein Sehwinkel von mindestens 22 Bogenminuten ist gegeben, wenn die Höhe der Großbuchstaben ohne Oberlänge (Zeichenhöhe) dem vorgesehenen Sehabstand dividiert durch 155 entspricht (Abbildung 21).

Abbildung 21: Minimale Zeichenhöhe



Ein Sehwinkel von 31 Bogenminuten (entsprechend einer Zeichenhöhe von 4,5 mm bei 500 mm Sehabstand) sollte nicht überschritten werden, weil sonst ein flüssiges Lesen sehr erschwert wird.

Ein Sehwinkel von 31 Bogenminuten ist dann gegeben, wenn die Höhe der Großbuchstaben ohne Oberlänge dem vorgesehenen Sehabstand dividiert durch 110 entspricht.

Eine gute Lesbarkeit erfordert bei Fließtexten, dass mindestens 80 Zeichen je Zeile angezeigt werden können, und dass die übliche Groß- und Kleinschreibung angewendet wird (Abbildung 22). Ausschließliche Großschreibung ist nur für kurze Informationen sowie zur Hervorhebung von Einzelheiten geeignet.

Abbildung 22 - Bildschirmgröße für eine Textzeile in Abhängigkeit von Sehabstand und Zeichenhöhe (eine Textzeile = mind. 80 Zeichen)

Sehabstand [mm]	Empfohlene Zeichenhöhe [mm]	Bildschirmdiagonale (CRT) [Zoll] / [cm]				
		15/38	17/43	19/48	21 /53	> 21 /53
500	3,2 bis 4,1	x	x	x	x	x
	4,2 bis 4,5		x	x	x	x
600	3,9 bis 4,1	x	x	x	x	x
	4,2 bis 5,2		x	x	x	x
	5,3 bis 5,5			x	x	x
700	4,5 bis 5,2		x	x	x	x
	5,3 bis 6,0			x	x	x
	6,1 bis 6,4				x	x
800	5,2		x	x	x	x
	5,3 bis 6,0			x	x	x
	6,1 bis 6,8				x	x
	6,9 bis 7,3					x

Bildschirmgröße für eine Textzeile (mind. 80 Zeichen) in Abhängigkeit von Sehabstand und Zeichenhöhe (Textverarbeitungsprogramm Microsoft Word, Zeichensatz Arial 11, große Schriftarten). Für LCD-Anzeigen ergeben sich ca. 2" kleinere Bildschirmdiagonalen.

Beispiel: Bei 600 mm Sehabstand beträgt die empfohlene Zeichenhöhe 3,9 mm bis 5,5 mm. Um 80 Zeichen pro Zeile darstellen zu können, benötigt man zwischen 3,9 mm und 4,1 mm Zeichenhöhe einen CRT-Bildschirm mit einer Diagonalen von mindestens 15"; zwischen 4,2 mm und 5,2 mm Zeichenhöhe benötigt man eine Diagonale von mindestens 17" und ab 5,3 mm eine Diagonale von mindestens 19".

Der Sehabstand richtet sich nicht nur nach der Bildschirmgröße, sondern auch nach der Sehaufgabe.

Besteht die Sehaufgabe überwiegend darin, den gesamten Bildschirminhalt auf einen Blick zu erfassen, können folgende Sehabstände empfohlen werden (Abbildung 23):

Abbildung 23: Bildschirmdiagonale/ Sehabstand

Bildschirmdiagonale (CRT) [Zoll] / [cm]	Sehabstand [mm]
15 / 38	500
17 / 43	600
19 / 48	700
21 / 53	800
Für LCD-Anzeigen ergeben sich ca. 2" kleinere Bildschirmdiagonalen. Diese Angaben gelten nur, wenn der gesamte Bildschirminhalt auf einen Blick erfasst werden muss.	

Wird an größeren Bildschirmen, z.B. 21" (53 cm), mit mehreren Fenstern gearbeitet, können auch kleinere Sehabstände, z.B. 500 mm, sinnvoll sein.

Bei Bildschirmen mit Kathodenstrahlröhren wird für die Bildschirmgröße die Diagonale der Bildröhre angegeben; die Diagonale der sichtbaren Anzeige ist kleiner. So beträgt die Diagonale der sichtbaren Anzeige eines 15"-(38 cm)-Bildschirmes etwa 13" (33 cm). Anders ist es bei Bildschirmen mit LCD-Anzeige. Hier bezeichnet die angegebene Bildschirmdiagonale genau die Größe der sichtbaren Anzeige. Damit entspricht die 15"-(38 cm)-Diagonale eines LCD-Bildschirmes etwa einer 17"-(43 cm)-Diagonalen eines Bildschirmes mit Kathodenstrahlröhre.

Weitere Literatur:

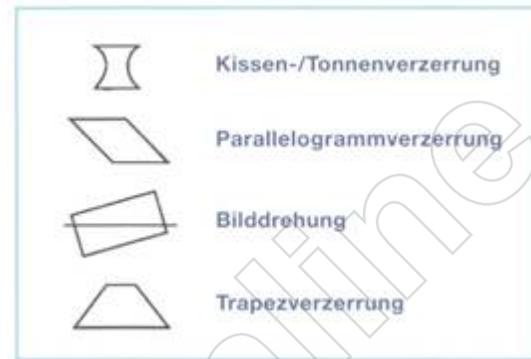
DIN EN 29241-3/ISO 9241-3 "Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Anforderungen an visuelle Anzeigen"

DIN EN ISO 13406-2 "Ergonomische Anforderungen für Tätigkeiten an optischen Anzeigeeinheiten in Flachbauweise; Ergonomische Anforderungen an Flachbildschirme"

Bildgeometrie und -stabilität

Störende Veränderungen von Zeichengestalt oder Zeichenort durch Bildgeometrie- oder Bildstabilitätsfehler dürfen nicht auftreten (Abbildung 24).

Abbildung 24: Bildgeometriefehler



Solche Geometriefehler, die in der Regel nur bei CRT- Bildschirmen vorkommen, kann man z.B. durch Anlegen eines Blattes Papier an waagerechte oder senkrechte Linien, ggf. Rahmen, im Randbereich der Anzeige feststellen. Die meisten dieser Fehler lassen sich entsprechend den Angaben in der Bedienungsanleitung korrigieren.

Bildstabilitätsfehler äußern sich meist durch zitternde Buchstaben oder Grafiken und werden durch örtliche Leuchtdichteschwankungen erzeugt. Sie sind bei CRT- Bildschirmen entweder gerätebedingt oder werden durch äußere elektrische oder magnetische Felder hervorgerufen. Bei LCD- Bildschirmen mit analoger Ansteuerung beruhen diese Fehler meist auf einer schlechten Synchronisation zwischen Grafikkarte und Bildschirm.

Weitere Literatur:

DIN EN 29241-3/ISO 9241-3 "Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Anforderungen an visuelle Anzeigen"

DIN EN ISO 13406-2 "Ergonomische Anforderungen für Tätigkeiten an optischen Anzeigeeinheiten in Flachbauweise; Ergonomische Anforderungen an Flachbildschirme"

Flimmerfreiheit

Flimmern ist die Wahrnehmung von raschen, periodischen Leuchtdichteschwankungen auf dem Bildschirm, die in einem Frequenzbereich von einigen Hertz (Hz) bis zur Verschmelzungsfrequenz liegen. Die Verschmelzungsfrequenz ist die Grenzfrequenz des Auges, oberhalb der ein Flimmern nicht mehr wahrgenommen wird. Sie ist individuell verschieden und nimmt mit zunehmendem Alter ab. Flimmern wird im seitlichen Gesichtsfeld eher wahrgenommen als im zentralen Gesichtsfeld.

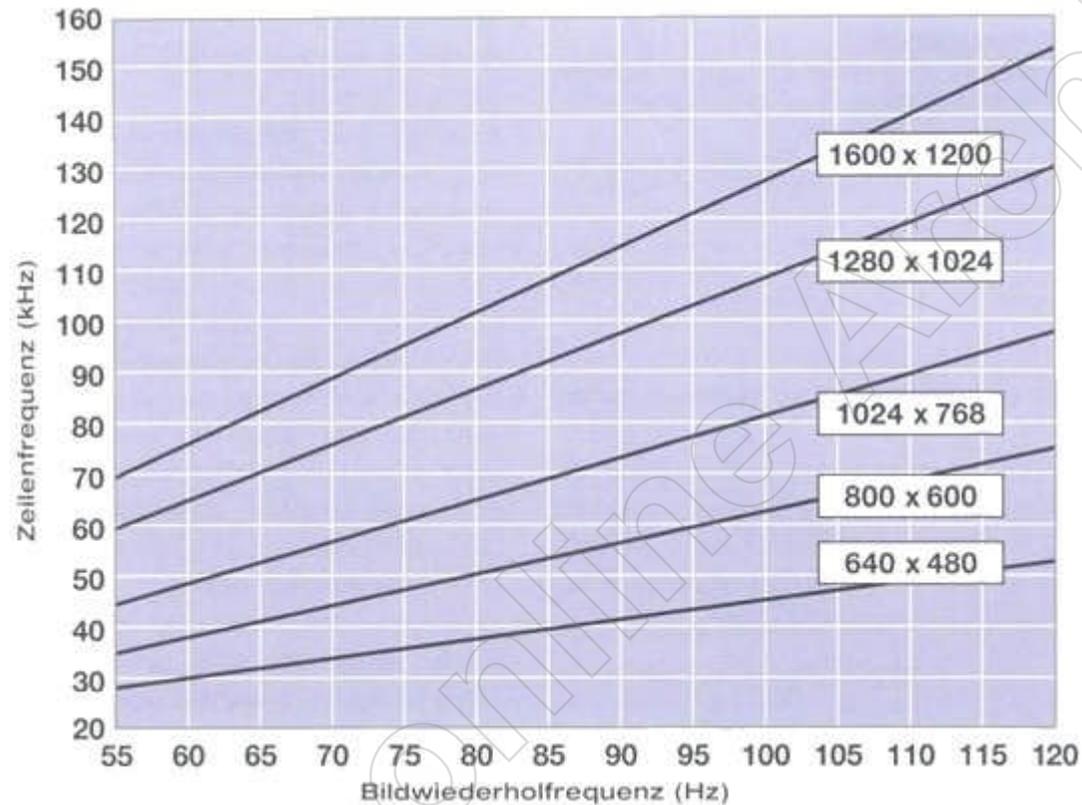
Bei Bildschirmen mit Kathodenstrahlröhren hängt die flimmerfreie Wahrnehmung maßgeblich vom Zusammenwirken der nachstehenden Einflussgrößen ab:

- Gerätetechnische Faktoren, wie Bildwiederholfrequenz, Bildaufbau, Auflösung, Nachleuchtdauer des Leuchtstoffes, mittlere Leuchtdichte der Anzeige und Größe der Anzeigefläche,
- Umgebungsbedingungen aufgrund der Anordnung des Bildschirms im Raum und der Güte der Beleuchtung sowie
- individuelles Sehvermögen des Benutzers.

Bei einem Bildschirm mit Kathodenstrahlröhre ist in Positivdarstellung eine Bildwiederholfrequenz von mindestens 100 Hz empfehlenswert, 85 Hz sollen nicht unterschritten werden (Abbildung 25).

Technologiebedingt bietet ein LCD-Bildschirm auch bei einer Bildwiederholfrequenz von 60 Hz (in der Regel von den meisten Herstellern empfohlen) ein absolut flimmerfreies Bild.

Abbildung 25: Zusammenhang zwischen Bildwiederholfrequenz, Zeilenfrequenz und Auflösung für CRT- Bildschirme



Zeilenfrequenz (Horizontalfrequenz)

Gibt an, wie oft in der Sekunde eine Zeile geschrieben wird.

Die Zeilenfrequenz wird in Kilohertz (kHz) gemessen.

1 kHz = 1000 Hz

Bildwiederholfrequenz (Vertikalfrequenz)

Gibt an, wie häufig das Bild in der Sekunde aufgebaut wird. Die Bildwiederholfrequenz wird in Hertz (Hz) gemessen.

Faustformel zur einfachen Berechnung:

$$\text{Vertikale Bildelemente} \times \text{Bildwiederholfrequenz} \times 1,06 = \text{Zeilenfrequenz (Frequenzen in Hz)}$$

Bildfrequenzen:

Je höher Bildwiederholfrequenz und Auflösung sind, desto höher muss die Zeilenfrequenz des Bildschirms sein. Für die fünf gebräuchlichsten grafischen Auflösungen (640 * 480, 800 * 600, 1024 * 768, 1280 * 1024 und 1600 * 1200) können Sie im Diagramm ablesen, welche Mindestzeilenfrequenz der Bildschirm unbedingt haben muss. So ist zum Beispiel bei 1024 * 768 Bildelementen eine Zeilenfrequenz von 69 kHz notwendig, um das Bild mit 85 Hz Bildwiederholfrequenz anzuzeigen. Bei einer Auflösung 800 * 600 schafft dieser 69-kHz-Bildschirm sogar 108 Hz Bildwiederholfrequenz.

Bei Anzeigetechniken, wie Elektrolumineszenz- oder Plasmaanzeigen, können auch andere technische Einflussgrößen für eine flimmerfreie Wahrnehmung maßgebend sein.

Weitere Literatur:

DIN EN 29241-3/ ISO 9241-3 "Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Anforderungen an visuelle Anzeigen"

DIN EN ISO 13406-2 "Ergonomische Anforderungen für Tätigkeiten an optischen Anzeigeeinheiten in Flachbauweise; Ergonomische Anforderungen an Flachbildschirme"

Farbdarstellung und Konvergenz

Für eine scharfe und deutliche Darstellung auf dem Bildschirm sollen die Farben von Zeichen oder Grafiken und Bildschirmuntergrund aufeinander abgestimmt werden; störende Konvergenzfehler⁸ sind zu vermeiden.

Abbildung 26: Konvergenzfehler



Diese Forderungen sind dann erfüllt, wenn

- bei einer Kodierung mit mehreren Farben nur wenige Farben verwendet werden (maximal 6),
- die verwendeten Farben ausreichend unterscheidbar sind, d.h. ihr Farbabstand ausreichend groß ist (Empfohlene Kombinationen für Zeichen- und Untergrundfarben können der Tabelle (Abbildung 27) entnommen werden),
- gesättigte blaue oder rote Farben vermieden werden, weil durch sie höhere Anforderungen an den Scharfeinstellungsmechanismus des Auges gestellt werden,
- für Textverarbeitung auf farbige Darstellungen verzichtet wird, weil dadurch der Kontrast besser den Umgebungsbedingungen angepasst werden kann sowie zusätzliche visuelle Belastungen durch mehrfarbige Darstellung vermieden werden,
- für Zeichen und Flächen, für die gleiche Farben vorgesehen sind, keine wesentlichen Farbunterschiede auftreten.

Farben können das schnelle Auffinden sowie das sichere Identifizieren oder Zuordnen von bestimmten Informationen erleichtern.

Abbildung 27: Empfohlene Farbkombinationen für Zeichen und Untergrund

Untergrundfarbe	Zeichenfarbe							
	Schwarz	Weiß	Purpur	Blau	Cyan	Grün	Gelb	Rot
Schwarz		+	+	-	+	+	+	-
Weiß	++		+	+	-	-	-	+

Purpur	+	+		-	-	-	-	-
Blau	-	+	-		+	-	+	-
Cyan	+	-	-	+		-	-	-
Grün	+	-	-	+	-		-	-
Gelb	+	-	+	+	-	-		+
Rot	-	+	-	-	-	-	+	

Bedeutung:

- + Farbkombination gut geeignet; helle Untergrundfarben (Positivdarstellung) sind vorzuziehen; nur für Bildschirme, bei denen dabei ein Flimmern auftritt, sollte eine dunkle Untergrundfarbe (Negativdarstellung) gewählt werden.
- Farbkombination nicht geeignet, da entweder Farborte zu nahe beieinander liegen, dünnlinige Zeichen nicht erkennbar sind oder zu hohe Anforderungen an den Scharfeinstellungsmechanismus der Augen gestellt werden.

Weitere Literatur:

DIN EN ISO 9241 "Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Anforderungen an Farbdarstellungen"
-8

DIN EN ISO 13406-2 "Ergonomische Anforderungen für Tätigkeiten an optischen Anzeigeeinheiten in Flachbauweise; Ergonomische Anforderungen an Flachbildschirme"

Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

3. *Die Helligkeit der Bildschirmanzeige und der Kontrast zwischen Zeichen und Zeichenuntergrund auf dem Bildschirm müssen einfach einstellbar sein und den Verhältnissen der Arbeitsumgebung angepasst werden können.*

Eine einfache Einstellbarkeit ist gegeben, wenn die Stellteile im Blickfeld des Benutzers liegen und leicht betätigt werden können. Visuelle Belastungen durch Blendungen und ständige Wechsel von Hell- und Dunkel-Adaptationen können verringert werden, wenn in einer ausreichend hellen Arbeitsumgebung der Bildschirmuntergrund entsprechend hell ist (Abbildungen 27 und 28).

Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

4. Der Bildschirm muss frei von störenden Reflexionen und Blendungen sein.

Bildschirme haben eine Oberfläche aus optisch durchsichtigem Material und reflektieren einen Teil des auftreffenden Lichtes. Dies erfolgt gerichtet als Spiegelungen (z.B. bei unbehandelten Bildschirmoberflächen) oder gestreut (z.B. bei aufgerauten Bildschirmoberflächen).

Die Arbeit an Bildschirmgeräten wird durch störende Reflexionen und Spiegelungen erschwert, weil der Zeichenkontrast verringert und damit die Erkennbarkeit der Zeichen verschlechtert wird. Außerdem muss der Benutzer eine erhöhte Aufmerksamkeit darauf verwenden, die Bildschirminformation trotz störender Reflexionen und Spiegelungen eindeutig aufzunehmen. Je deutlicher solche Spiegelbilder sind, umso belastender wirken sie sich auf den Benutzer aus (Abbildung 28).

Abbildung 28: Störende Spiegelungen und Reflexionen



Bereits bei der Gerätebeschaffung sollte berücksichtigt werden, dass Reflexionsminderungen am besten mit herstellerseitig getroffenen Antireflexionsmaßnahmen erzielt werden können. Optische Oberflächenvergütungen (Aufbringung von so genannten $\lambda/4$ -Schichten) stellen eine sehr wirkungsvolle Maßnahme zur Reflexionsminderung dar, ohne dass Zeichenschärfe und Leuchtdichten beeinträchtigt werden. Da Verschmutzungen und Fingerabdrücke die Wirksamkeit wesentlich verringern, ist eine regelmäßige und sorgfältige Reinigung der Bildschirmoberflächen entsprechend den Empfehlungen der Gerätehersteller erforderlich. Aufgeraute Oberflächen bei CRT- Bildschirmen sind relativ unempfindlich gegen Fingerabdrücke, verringern aber Zeichenschärfe und Kontrast.

Auch die bei LCD-Bildschirmen verwendeten Antireflexionsfolien sind gegen Fingerabdrücke relativ unempfindlich. Im Gegensatz zu CRT-Bildschirmen wird eine Reduzierung des Kontrastes aufgrund der Folie durch eine sehr hohe Helligkeit der Anzeige kompensiert. Auch eine Verringerung der Zeichenschärfe macht sich wegen der dünnen Frontscheibe und des dadurch geringen Abstandes zum Ort der Bildelemente (Pixel) kaum bemerkbar.

Nach DIN EN ISO 9241-7 und DIN EN ISO 13406-2 werden Bildschirme bezüglich ihrer Reflexionseigenschaften, für Positiv- und Negativdarstellung getrennt, in drei Reflexionsklassen eingeteilt, Abbildung 29.

Abbildung 29: Reflexionsklassen für Bildschirme

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

Bildschirme der Reflexionsklasse III sind für Büroanwendungen in normaler Büroumgebung nicht geeignet. Hierfür sollten nur Bildschirme verwendet werden, die in Positivdarstellung Klasse 1 und in Negativdarstellung Klasse 1 oder II angehören.

Da sich für gleiche Bildschirme in Negativdarstellung eine niedrigere Reflexionsklasse ergeben kann als in Positivdarstellung, kann man fünf Bildschirmtypen unterscheiden, siehe Abbildung 30.

Abbildung 30: Bildschirmtypen nach Reflexionseigenschaften

Bildschirm	A		B		C		D		E	
	pos.	neg.								
Reflexionsklasse nach DIN EN ISO 9241-7	I	I	I	II	II	II	II	III	III	III
BG-PRÜFZERT-Zeichen	ja		ja		nein		nein		nein	

In Ergänzung zu diesen Antireflexionsmaßnahmen bewirkt die Darstellung dunkler Zeichen auf hellem Untergrund (Positivdarstellung), dass sich

nicht ganz vermeidbare Reflexionen und Spiegelungen weniger störend auswirken und eine flexiblere Aufstellung innerhalb der Arbeitsumgebung ermöglicht wird (siehe auch Abschnitt 7.4.2).

Zusätzliche Filter verschlechtern häufig die Darstellung auf dem Bildschirm und sollten deshalb nur nach sorgfältiger Abwägung aller Einflussfaktoren Verwendung finden.

Weitere Literatur:

DIN EN SO 9241- "Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Leitsätze für die Arbeitsumgebung"
6

DIN EN SO 9241- "Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Anforderungen an visuelle Anzeigen bezüglich
7 Reflexionen"

DIN EN SO "Ergonomische Anforderungen für Tätigkeiten an optischen Anzeigeeinheiten in Flachbauweise; Ergonomische Anforderungen
13406-2 an Flachbildschirme"

Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

5. Das Bildschirmgerät muss frei und leicht drehbar und neigbar sein.

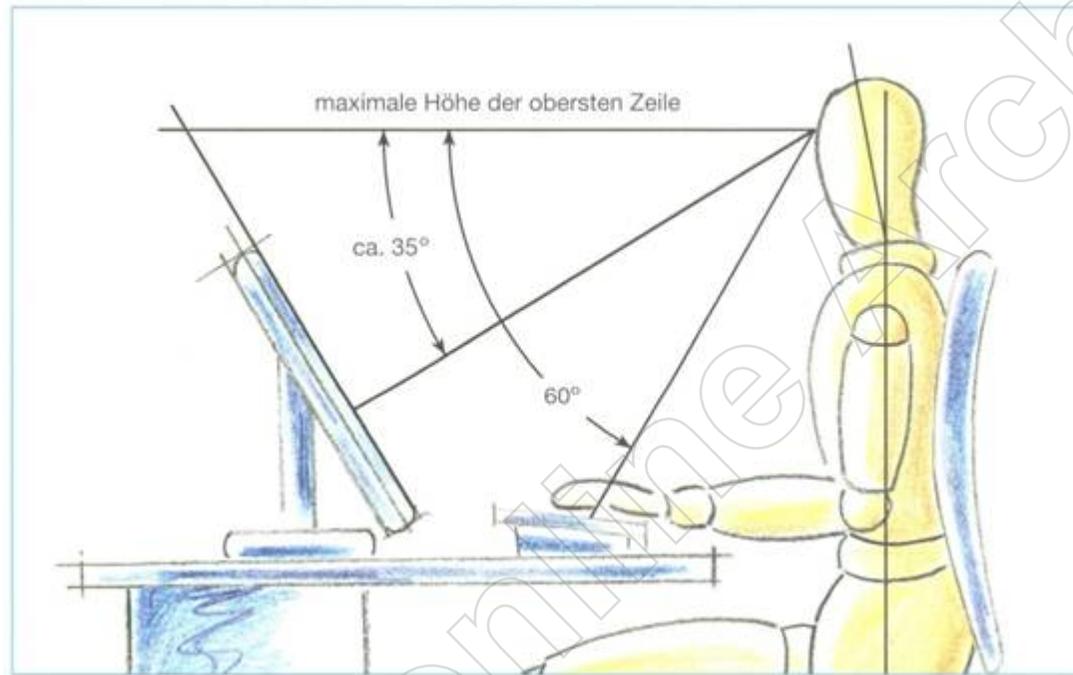
Die freie Anpassung an die Arbeitsanforderungen sowie die individuellen Bedürfnisse des Benutzers erfordern es, dass der Bildschirm flexibel auf der Arbeitsfläche angeordnet werden kann. Eine leichte Drehbarkeit ist gegeben, wenn der Bildschirm vom Benutzer ohne übermäßigen Kraftaufwand gedreht werden kann oder mit einer Dreheinrichtung versehen ist.

Sofern die elektrische Sicherheit nicht auf andere Weise gewährleistet ist, kann u.a. eine Beschädigung der Anschlussleitungen durch eine Begrenzung des Drehwinkels auf höchstens $\pm 180^\circ$ vermieden werden.

Wird die Blicklinie entsprechend Abbildung 31 um ca. 35° aus der Waagerechten abgesenkt, so werden ermüdende und möglicherweise gesundheitsschädliche Körperhaltungen vermieden und optimale Sehbedingungen erreicht. Der Bildschirm sollte dann so nach hinten geneigt sein (max. 35°), dass die Anzeige senkrecht zur Oberfläche des Bildschirms betrachtet werden kann. Dabei sind Beleuchtung und Antireflexionsmaßnahmen aufeinander abzustimmen (siehe auch Abschnitt 7.4.2).

Verstellrichtungen werden den individuellen Bedürfnissen des Benutzers nur gerecht, wenn sich gewählte Einstellungen nicht unbeabsichtigt verändern können und bei jeder möglichen Einstellung die Standsicherheit des Gerätes gewährleistet ist.

Abbildung 31: Vertikales Blickfeld und Anordnung des Bildschirms



7.2.2 Tastatur

Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

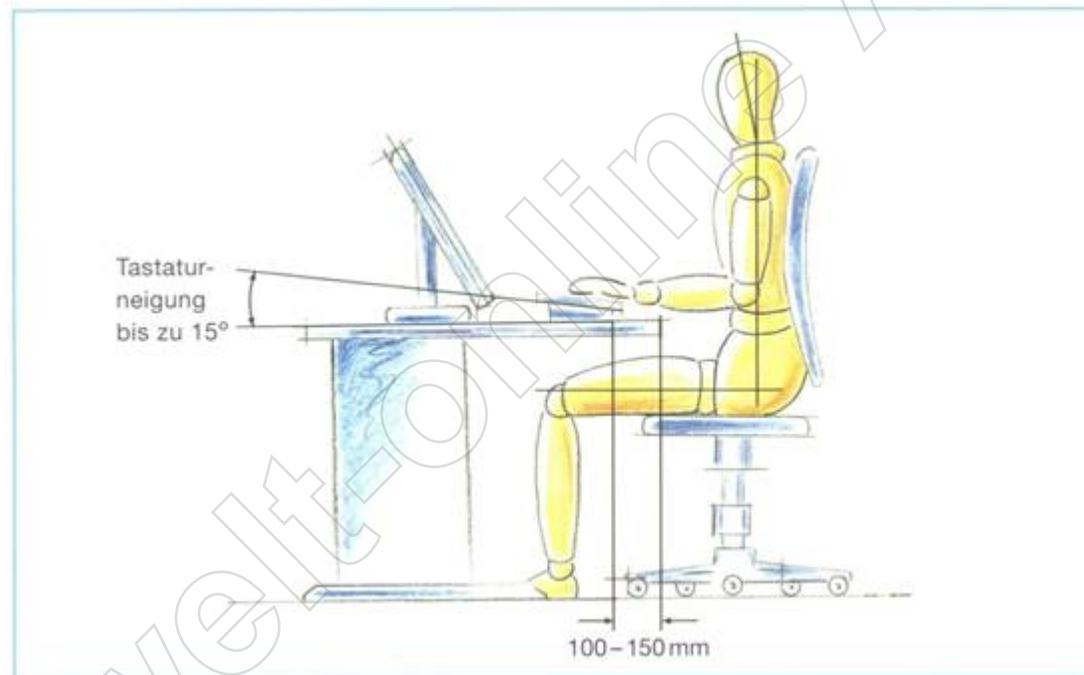
6. *Die Tastatur muss vom Bildschirmgerät getrennt und neigbar sein, damit die Benutzer eine ergonomisch günstige Arbeitshaltung einnehmen können.*
7. *Die Tastatur und die sonstigen Eingabemittel müssen auf der Arbeitsfläche variabel angeordnet werden können. Die Arbeitsfläche vor der Tastatur muss ein Auflegen der Hände ermöglichen.*

Die Tastatur muss also als eine vom Bildschirm getrennte Einheit, den jeweiligen Arbeitsbedürfnissen entsprechend, umgestellt oder verschoben werden können.

Um eine ergonomisch günstige Arbeitshaltung einnehmen zu können, sollte die Tastatur im nicht höhenverstellten Zustand eine Neigung zwischen 5° und 12° und eine Bauhöhe (in der mittleren Tastaturreihe) von höchstens 30 mm haben. Im höhenverstellten Zustand (Tastaturfüße ausgeklappt) darf der Neigungswinkel der Tastatur maximal 15° betragen.

Die geringe Neigung und Bauhöhe der Tastatur ermöglichen es, auf eine zusätzliche Handballenauflage, die bei der Arbeit hinderlich sein kann, zu verzichten. Die Trennung der Tastatur vom Bildschirm macht eine individuelle Zuordnung der einzelnen Arbeitsmittel möglich, bei der die Fläche vor der Tastatur, vorzugsweise in einer Tiefe von 100 mm bis 150 mm, zum Auflegen von Händen und Armen genutzt werden kann (Abbildung 32). Auch für die Maus sowie eventuelle weitere Eingabemittel ist ein ausreichender Platz vorzusehen.

Abbildung 32: Anordnung der Tastatur auf der Arbeitsfläche



Weitere Literatur:

DIN EN ISO 9241-4 "Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Anforderungen an die Tastatur"

Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

8. *Die Tastatur muss eine reflexionsarme Oberfläche haben.*

Es sollten nur Tastaturen mit hellen Tasten und dunkler Beschriftung (Positivdarstellung) eingesetzt werden. Bei Tastaturen mit dunklen Tasten und heller Beschriftung (Negativdarstellung) können bei längerer Benutzung die Tasten, z.B. durch den Fingerschweiß, störend glänzen.

Weitere Literatur:

Punkte 15 und 16 des **Anhanges** der Bildschirmarbeitsverordnung

Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

9. *Form und Anschlag der Tasten müssen eine ergonomische Bedienung der Tastatur ermöglichen. Die Beschriftung der Tasten muss sich vom Untergrund deutlich abheben und bei normaler Arbeitshaltung lesbar sein.*

Eine ergonomische Bedienung der Tastatur ist gegeben, wenn eine sichere Rückmeldung der Tastenbetätigung für den Benutzer sowie ein schnelles Auffinden der jeweiligen Taste und eine gute Fingerführung gewährleistet sind (Abbildung 33).

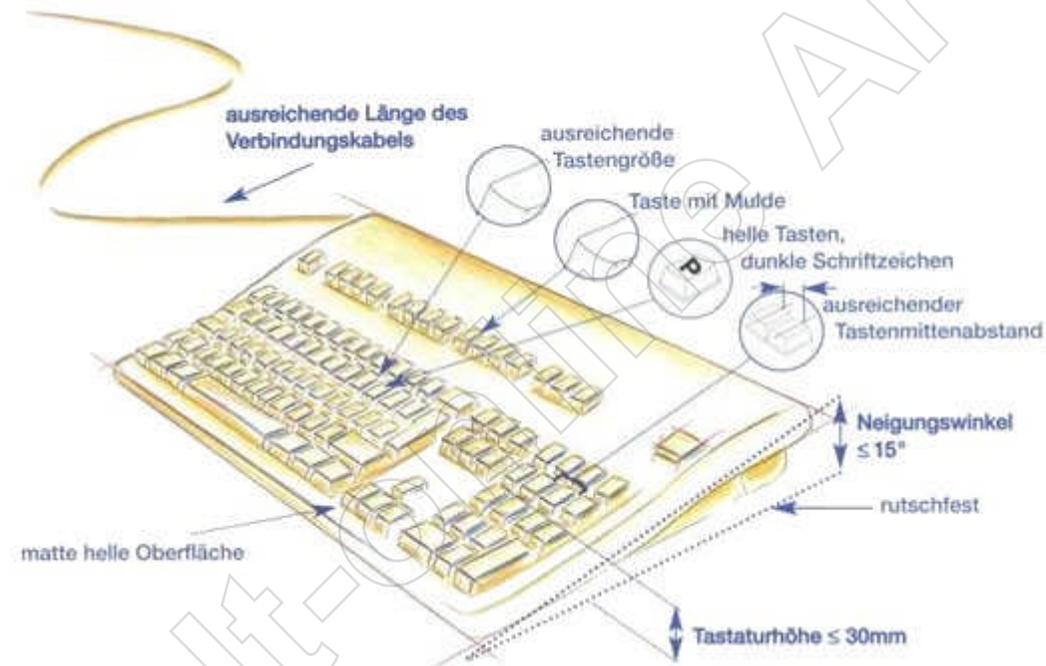
Dies erfordert:

- konkave Tastenflächen mit Kantenlängen oder Durchmessern von 12 mm bis 15 mm und Tastenmittenabstände von 18 mm bis 20 mm,
- bei alphanumerischen Tastaturen eine deutliche Trennung des Buchstabenbereiches vom numerischen Bereich,
- eine einheitliche Anordnung von Zeichentasten des alphanumerischen Bereiches und des numerischen Bereiches sowie der Belegung der Tasten mit Schriftzeichen,
- eine deutliche Abhebung der übrigen Tasten von Funktionstasten und Funktionsblöcken, z.B. durch Farbe, Form, Abstand, Lage,
- eine Begrenzung der Mehrfachbelegungen einzelner Tasten,
- eine sichere Rückmeldung der Tastenbetätigung mit einem Tastenweg von 2 mm bis 4 mm und einem deutlich wahrnehmbaren Druckpunkt sowie einer Tastendruckkraft in der Größenordnung von 0,5 N bis 0,8 N.

Eine deutliche und gut lesbare Tastaturbeschriftung ist gegeben, wenn

- dunkle Schriftzeichen auf hellem Untergrund mit einem Kontrast von mindestens 3 : 1 vorhanden sind,
- die Schrifthöhe der Zeichen mindestens 2,9 mm, besser 3,2 mm beträgt und
- eine ausreichende Abriebfestigkeit der Zeichen unter Berücksichtigung der betrieblichen Einsatzbedingungen gewährleistet ist.

Abbildung 33: Anforderungen an Tastaturen



Weitere Literatur:

DIN Normenreihe 2137 "Büro- und Datentechnik - Tastaturen"

DIN EN ISO 9241-4 "Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Anforderungen an Tastaturen"

7.2.3 Maus

Die Maus sollte so gestaltet sein, dass

- ihre Tasten in normaler Körper- und Handhaltung betätigt werden können, ohne dass die Maus dabei unbeabsichtigt ihre Position ändert,
- sie der Handgröße des Benutzers angepasst ist,
- Schaltelemente leicht und sicher bedient werden können; dazu gehört auch eine entsprechende Rückmeldung und eine Tastendruckkraft in der Größenordnung von 0,5 N bis 0,8 N,
- sie mit jeder Hand bedienbar ist, andernfalls sollten Mäuse für Rechts- und Linkshänder zur Verfügung stehen.

Für die Maus mit Rollkugel muss eine geeignete, rutschfeste Unterlage (z.B. Mousepad) mit geringer Höhe und ausreichender Größe zur Verfügung stehen. Für eine optische Maus muss eine ausreichend große Bewegungsfläche vorhanden sein.

Zusammen mit der entsprechenden Maus-Software (Maustreiber) muss sichergestellt sein, dass die Bewegungsrichtung der Maus und die zugehörige Bewegung des Zeigers auf dem Bildschirm miteinander korrespondieren und der Erwartung des Benutzers entsprechen (z.B. Maus in Richtung Bildschirm - Mauszeiger nach oben).

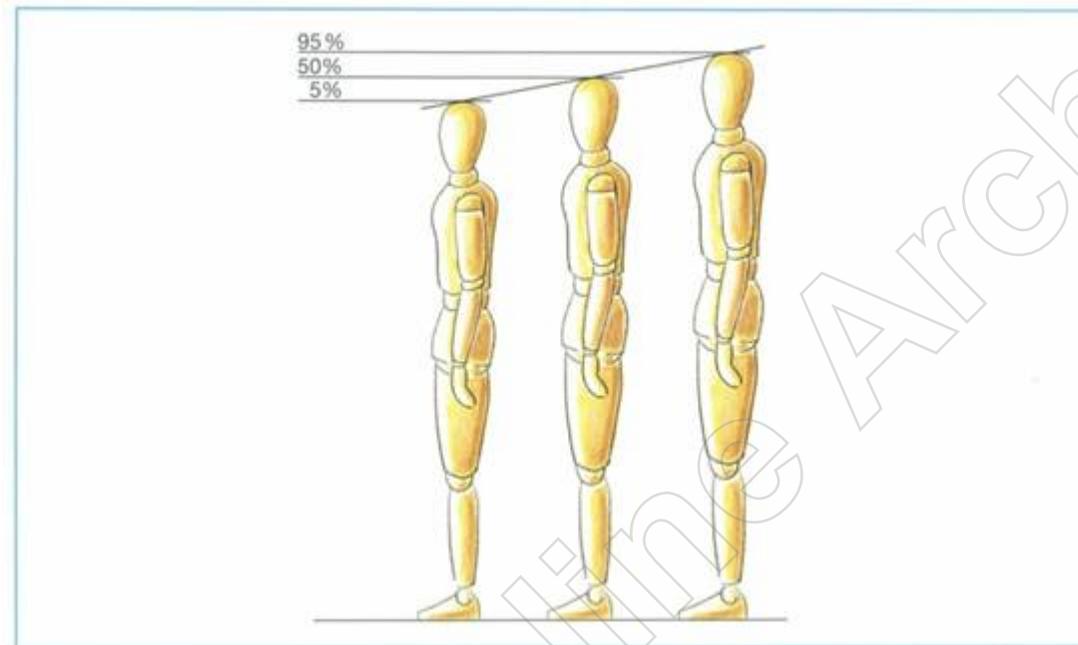
Weitere Literatur:

DIN EN ISO 9241-9 "Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Anforderungen an Eingabemittel, ausgenommen Tastaturen"

7.3 Sonstige Arbeitsmittel

Die Arbeitsmittel müssen so gestaltet sein dass einem möglichst großen Kreis vor Benutzern mit unterschiedlichen Körpermaßen die Erledigung verschiedener Arbeitsaufgaben in ergonomischen Körperhaltungen ermöglicht wird. Bei der Gestaltung von Arbeitsmitteln werden die statistisch abgeleiteten Perzentile der Maße erwachsener Menschen (Altersgruppen 18. bis 65. Lebensjahr) zugrunde gelegt. Dabei gibt ein Perzentilwert an, wie viele Menschen unter oder über dem betreffenden Wert mit ihren Körpermaßen liegen (Abbildung 34).

Abbildung 34: Benutzergruppen



In der Praxis haben sich als zu berücksichtigende Grenzwerte das 5. und das 95. Perzentil bewährt. Das bedeutet, dass in dem jeweiligen Maß die 5 Prozent kleinsten und die 5 % größten Erwachsenen nicht berücksichtigt werden.

In Deutschland sollen deshalb die Arbeitsmittel für Benutzer mit einer Körperhöhe von 1510 mm bis 1910 mm geeignet sein. Benutzer mit Körperhöhen, die außerhalb dieses Bereiches liegen, benötigen individuelle Lösungen für ihre Arbeitsmittel.

Um entsprechende Maße der Arbeitsmittel festlegen zu können, werden Referenz-Körperhaltungen für Sitzen und Stehen angenommen (Abbildungen 35 und 36). Diese Haltungen sind jedoch weder optimal noch auf Dauer anzustreben.

Die Arbeitshöhe sollte sowohl an Sitz- als auch an Steharbeitsplätzen bei locker herabhängenden Oberarmen etwa in Ellenbogenhöhe liegen.

Eine ergonomisch günstige Arbeitshaltung wird erreicht, wenn am Steharbeitsplatz die Arbeitshöhe und am Sitzarbeitsplatz zusätzlich die Sitzhöhe den Körpermaßen des Benutzers angepasst ist.

Eine optimale ergonomische Arbeitsplatzgestaltung setzt voraus, dass bezüglich der Höhen von einem Fixpunkt und zwei Variablen ausgegangen wird.

Abbildung 35: Referenzsitzhaltung und Blickfelder

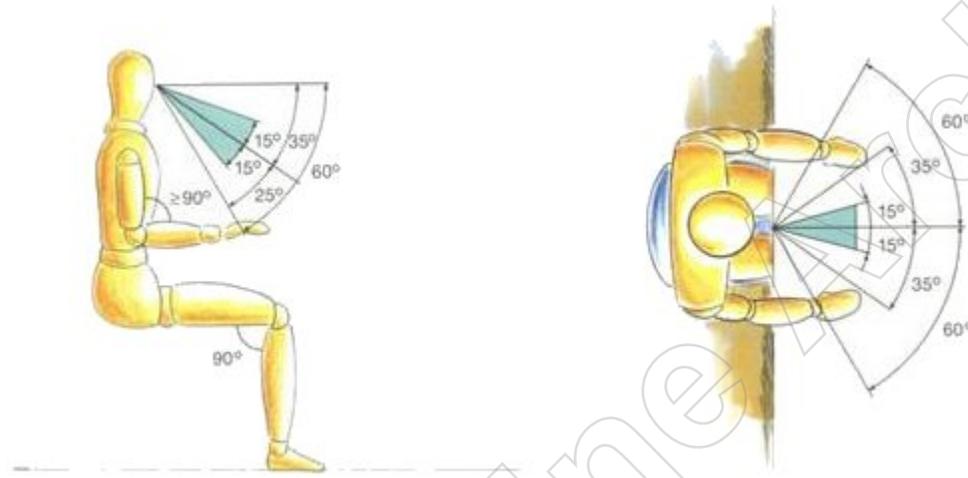
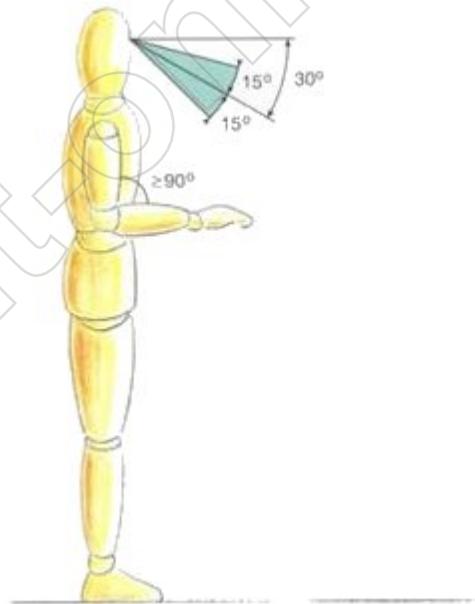


Abbildung 36: Referenzstehhaltung und Blickfelder



Arbeitsplätze, bei denen der Fußboden und die Arbeitsflächenhöhe "fix" sind, ermöglichen keine gute Anpassung an den Benutzer. Eine optimale und damit individuelle Anpassung ergibt sich über den Fixpunkt Fußboden und die Höhenvariablen Sitzfläche und Arbeitsfläche.

Gestaltungsregel

Abbildung 37

Fixpunkt 1	Variable 1	Variable 2
Fußboden	Sitzfläche	Arbeitsfläche
Arbeitsfläche	Fußboden / Fußstütze	Sitzfläche
Sitzfläche	Arbeitsfläche	Fußboden / Fußstütze

Von Bedeutung für ergonomische Sitz- und Stehhaltungen sind außerdem Greifräume, Blickfelder, Sehabstände und Bewegungsabläufe. Um ausreichend Raum für ergonomische Arbeitshaltungen zu gewährleisten, müssen auch die Anordnung und Einstellung der Arbeitsmittel berücksichtigt werden.

Weitere Literatur:

DIN EN ISO 9241-5 "Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten: Anforderungen an Arbeitsplatzgestaltung und Körperhaltung"

DIN 33402-1 "Körpermaße des Menschen; Begriffe, Messverfahren"

DIN 33402-2 "Körpermaße des Menschen; Werte"

Jürgens, H. W.: Erhebung anthropometrischer Maße zur Aktualisierung der DIN 33402 - Teil 2 - Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Forschungsbericht Fb 1884, Bremerhaven 2004

DIN Fachbericht 124 "Gestaltung barrierefreier Produkte" Peters, T.: Büropraxis - Besser arbeiten, mehr leisten, gesund bleiben, Ludwigshafen 1993

7.3.1 Arbeitstisch/ Arbeitsfläche

Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

10. *Der Arbeitstisch bzw. die Arbeitsfläche muss eine ausreichend große und reflexionsarme Oberfläche besitzen und eine flexible Anordnung des Bildschirmgeräts, der Tastatur, des Schriftguts und der sonstigen Arbeitsmittel ermöglichen. Ausreichender Raum für eine ergonomisch günstige Arbeitshaltung muss vorhanden sein. Ein separater Ständer für das Bildschirmgerät kann verwendet werden.*

Der Arbeitstisch oder die Arbeitsfläche sind wesentliche Elemente der sicheren und ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung.

Arbeitsflächen sind Oberflächen von Tisch- oder Arbeitsplatten, auf denen Arbeitsmittel abhängig von Arbeitsaufgabe und Arbeitsablauf flexibel angeordnet werden können.

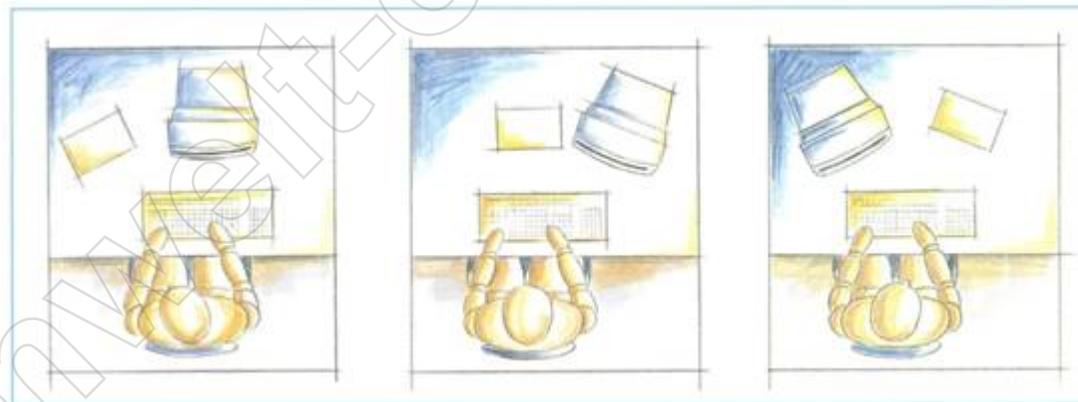
Eine flexible Aufstellung und Zuordnung ist gewährleistet, wenn Bildschirm, Tastatur, sonstige Eingabemittel, zusätzliche Arbeitsmittel und Schriftgut leicht umgestellt und an jeder Stelle der Arbeitsfläche angeordnet werden können, ohne über diese Fläche hinauszuragen.

Anordnung der Arbeitsmittel

Die Zuordnung von Bildschirmen, Eingabemitteln, Arbeitsvorlagen und zusätzlichen Arbeitsmitteln muss entsprechend dem Schwerpunkt der Arbeitsaufgaben erfolgen. Hierbei sind sowohl die visuellen als auch die manuellen Erfordernisse zu berücksichtigen.

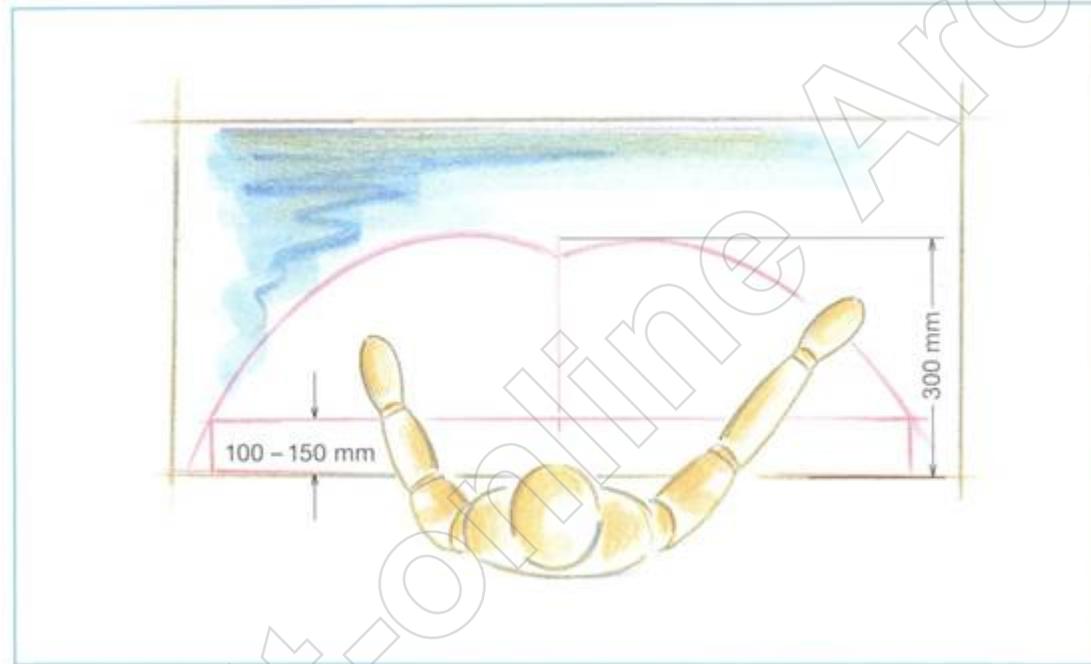
Die Arbeitsmittel sind je nach Grad der Benutzung anzuordnen. Häufig Benötigtes sollte möglichst zentral im Blickfeld und Greifraum angeordnet werden, nur gelegentlich Benötigtes dezentral (Abbildung 38).

Abbildung 38: Beispielhafte Anordnung von Bildschirm, Tastatur und Vorlagenhalter



Auf der Arbeitsfläche erstreckt sich im Bereich der zentralen Sehachse der Greifraum für häufig benutzte Arbeitsmittel bis zu einer Tiefe von 300 mm. Als Auflage für die Handballen vor Eingabemitteln (Tastatur, Maus) ist ein Abstand von 100 mm bis 150 mm von der Vorderkante der Arbeitsfläche vorzusehen (Abbildung 39).

Abbildung 39: Greifraum



Als horizontales Blickfeld gilt der Bereich von bis zu 35° beidseitig der zentralen Sehachse. Als vertikales Blickfeld ist der Bereich von der horizontalen Sehachse bis zu 60° nach unten anzusehen (Abbildung 35).

Um eine entspannte Kopfhaltung zu erzielen und visuelle Belastungen zu vermindern, sollte die Blicklinie⁹ um etwa 35° aus der Waagerechten abgesenkt werden und einen annähernd rechten Winkel mit der Bildschirmoberfläche bilden (Abbildung 35).

Die oberste Zeile auf dem Bildschirm soll keinesfalls oberhalb der horizontalen Sehachse liegen.

Die Sehabstände müssen der jeweiligen Schaufgabe entsprechen und sollen mindestens 500 mm betragen. Dabei sind die Anforderungen für Zeichengröße, -gestalt und Abstände zu erfüllen (siehe Abschnitt 7.2.1). Um belastende Akkommodationsvorgänge zu vermeiden, sind bei Arbeiten, die häufige Blickwechsel zwischen Arbeitsmitteln erfordern, möglichst einheitliche Sehabstände einzuhalten.

Bei Bildschirmen mit größeren Anzeigeflächen (z.B. CRT mit Diagonalen ab 17", LCD mit Diagonalen ab 15") oder beim gleichzeitigen Einsatz von mehreren Bildschirmen können bei entsprechenden Zeichengrößen Sehabstände bis 800 mm erforderlich sein.

Sicherheitstechnische Anforderungen

Der Arbeitstisch muss so gestaltet sein, dass ein Verletzungsrisiko für den Benutzer oder auch für Dritte bei bestimmungsgemäßer Verwendung minimiert wird.

Dieses ist gegeben, wenn die Anforderungen hinsichtlich

- Standsicherheit und Stabilität,
- bewegter Teile,
- elektrischer Energie,
- Oberflächen,
- Benutzerinformation

eingehalten sind.

Die Standsicherheit von Arbeitstischen ist gegeben, wenn sie bei einer Belastung der Arbeitsflächenkante an ungünstigster Stelle mit 750 N nicht kippen. Die möglichen Tisch- bzw. Arbeitsflächeneinstellungen sind dabei zu berücksichtigen, z.B. bei einer verschiebbaren Arbeitsfläche die Rastposition. Das Tischgestell darf zur Gewährleistung der Standsicherheit keine Stolperstellen bilden.

Steharbeitstische bzw. Stehpulte dürfen nicht kippen, wenn sie an ungünstigster Stelle vertikal mit 250 N, aufgebracht in 50 mm Abstand von der Arbeitsflächenkante, belastet werden. Gleichzeitig ist eine horizontale Kraft von 25 N aufzubringen.

Die Stabilität von Arbeitstischen beinhaltet ausreichende Festigkeit, Dauerhaltbarkeit, Steifigkeit und Vermeidung störender Schwingungen.

Festigkeit und Dauerhaltbarkeit sind gegeben, wenn Belastungen, z.B. durch Körpergewicht, bei Benutzung oder durch Verschieben und Transport nicht zu Beschädigungen führen. Dabei müssen Kräfte bis zu 1000 N sicher aufgenommen werden.

Ein Mangel an Steifigkeit kann z.B. durch Anstoßen bei manuellen Schreiarbeiten oder dem Einsatz von Druckern zu störenden Schwingungen führen. Dabei dürfen die horizontalen Auslenkungen in Sitz- und Stehhöhe 5 mm bzw. 8 mm nicht überschreiten. Größere Auslenkungen können zum Teil durch ein gutes Dämpfungsvermögen des Tisches kompensiert werden.

Gefahren durch bewegliche Teile werden vermieden, wenn zugängliche Zwischenräume in jeder Position während der Bewegung entweder 8 mm oder 25 mm sind. Das gilt z.B. beim Betätigen einer verschiebbaren Arbeitsfläche, bei der manuellen Höhenverstellung oder bei einer kraftbetätigten Höhenverstellung auch für angrenzende Arbeitsmittel und bauliche Einrichtungen.

Bei neigbaren Arbeitsflächen soll die Neigung nicht größer als 8° sein.

Um Gefährdungen des Benutzers durch Stolpern über freiliegende elektrische Leitungen und Leitungsschleifen zu vermeiden, sind vertikale und horizontale Installationskanäle erforderlich. Zur elektrischen Installation in Büromöbeln siehe Abschnitt 7.3.6.

Arbeitsflächen müssen für den Gebrauch ausreichend kratz- und abriebfest sowie beständig gegen Zigarettenglut und chemische Einflüsse sein. Reflexionsgrade (Helligkeit) müssen im Bereich von 0,15 bis 0,75 liegen. Bei Glanzgraden (Spiegelung) ist max. seiden-matt oder ein 60°-Reflektometerwert bis 20 zulässig.

Bei Tischen mit besonderen Ausstattungsmerkmalen, wie z.B. verschiebbare Arbeitsfläche, Höhenverstellung, Freiformflächen, müssen geeignete Benutzerinformationen vorliegen.

Ergonomische Gestaltung

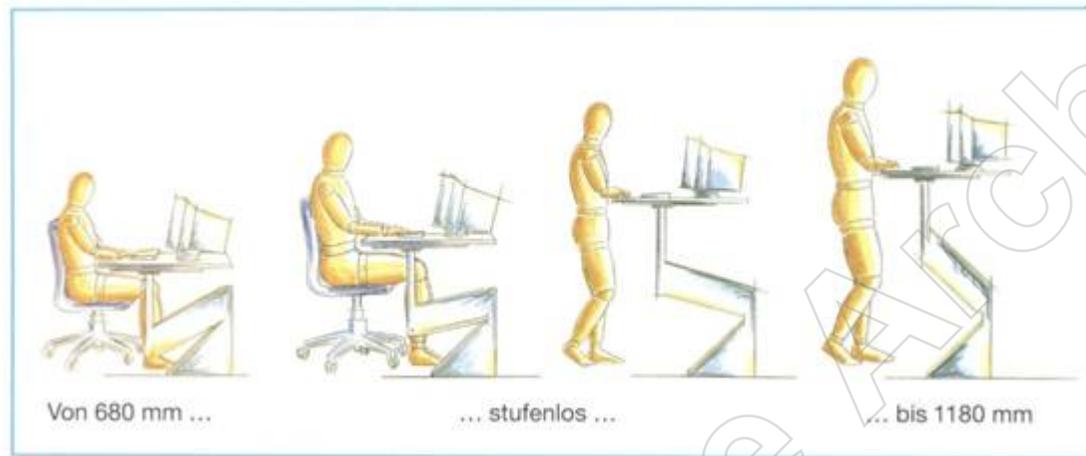
Die folgenden Faktoren haben wesentlicher Einfluss auf die Gestaltung ergonomischer Arbeitstische:

- Höhe,
- Breite und Tiefe,
- Flächenform,
- Bein- und Fußraum.

Höhe

Unter Berücksichtigung der Verstellmöglichkeiten des Arbeitstisches/der -fläche sollte die Arbeitshöhe an die unterschiedlichen Körpermaße des Menschen und die Arbeitsaufgabe sowohl im Sitzen als auch im Stehen angepasst werden können (Abbildung 40). Die Arbeitsflächenhöhe hat einen wesentlichen Einfluss auf die Körperhaltung.

Abbildung 40: Sitz-/Steharbeitstisch



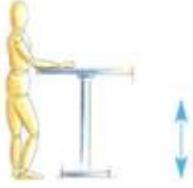
Es können unterschiedliche Tischsysteme eingesetzt werden (Abbildung 41):

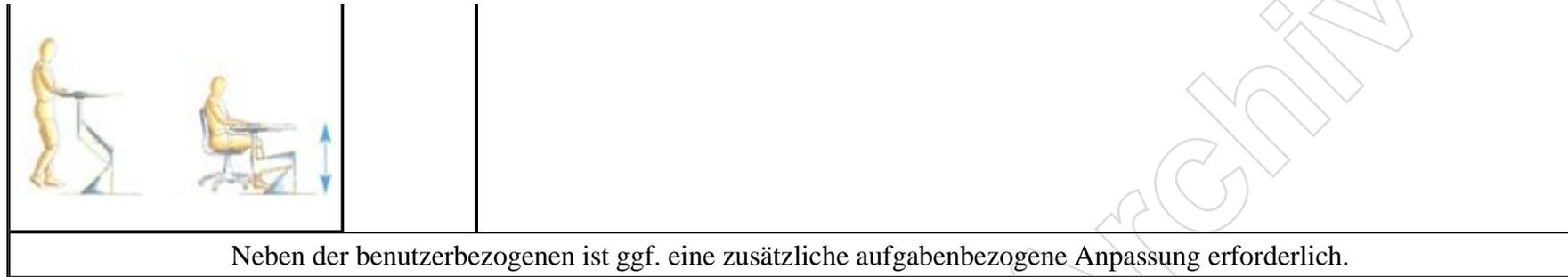
- mit fester Arbeitsflächenhöhe,
- mit einstellbarer Arbeitsflächenhöhe (in Stufen),
- mit verstellbarer Arbeitsflächenhöhe (stufenlos).

Höhenverstellbare Arbeitsflächen, die sich sowohl im Sitzen als auch im Stehen nutzen lassen, wirken sich günstig auf den Bewegungsapparat des Menschen aus, wenn durch die Bereitschaft zur Nutzung der Höhenverstellung die Sitz-Steh-Dynamik gefördert wird.

Abbildung 41: Tischsysteme

Körperhaltung	Höhe	Kriterien
<p>sitzend</p> 	fest	bedingt anpassbar, ausschließlich über Stuhl; individuell nur durch Hilfsmittel, z.B. Fußstützen

	einstellbar	gut anpassbar für einen Benutzer
	verstellbar	gut anpassbar für wechselnde Benutzer
stehend 	fest	nicht anpassbar
	einstellbar	gut anpassbar für einen Benutzer
	verstellbar	gut anpassbar für wechselnde Benutzer
sitzend/stehend	verstellbar	gut anpassbar und bewegungsfördernd für wechselnde Benutzer und Körperhaltungen



Die Höhenverstellung von Arbeitsflächen kann z.B. mittels Seilzug, Kurbeltrieb, Gasfeder, elektromotorischer Antriebe oder auch deren Kombination erfolgen. Der Verstellmechanismus muss sich auch unter Belastung leichtgängig und sicher betätigen lassen.

Unter Berücksichtigung der zum Teil miteinander in Konflikt stehenden Anforderungen der Körpermaße und Körperhaltungen, der mechanischen Konstruktion, der verwendeten Arbeitsmittel und anderer Faktoren sind Mindestanforderungen für Abmessungen und Verstellbereiche festgelegt. Eine ausreichende Bewegungsfreiheit ist gegeben, wenn die Mindestanforderungen eingehalten sind.

Entspannte und ermüdungsfreie Körperhaltungen bei guter Bewegungsfreiheit - ohne Benutzung einer Fußstütze - werden insbesondere für kleine und große Benutzer gefördert, wenn nachstehende Empfehlungen für Abmessungen und Verstellbereiche erreicht werden . (Abbildung 42)

Abbildung 42: Arbeitsflächenmaße

Arbeitsfläche (mm)		Arbeitsflächenhöhe (mm)				
Breite	Tiefe	höhenverstellbar			fest	
		sitzende	stehende	sitzende und stehende	sitzende	stehende
Tätigkeit						
Mindestanforderungen						
1200, 1600	800	680-760	950-1180	680-1180	720 (± 15)	1030-1060
Ergonomische Empfehlungen						
1600	800, 900, 1000	< 620- 820	950-1200	< 620-1200	-	1050 (± 50)
Breiten von 1200 mm können z.B. durch tischhohe Bürocontainer auf das ergonomische Mindestmaß von 1600 mm Breite aufgerüstet werden.						

Die Maße der Arbeitsfläche sollten in Breite und Tiefe ein Vielfaches von 100 mm betragen.

Aus konstruktiven Gründen ist bei Sitz-/Steharbeitsflächen ein Mindesthub von 440 mm beginnend bei 680 mm oder 720 mm zulässig.

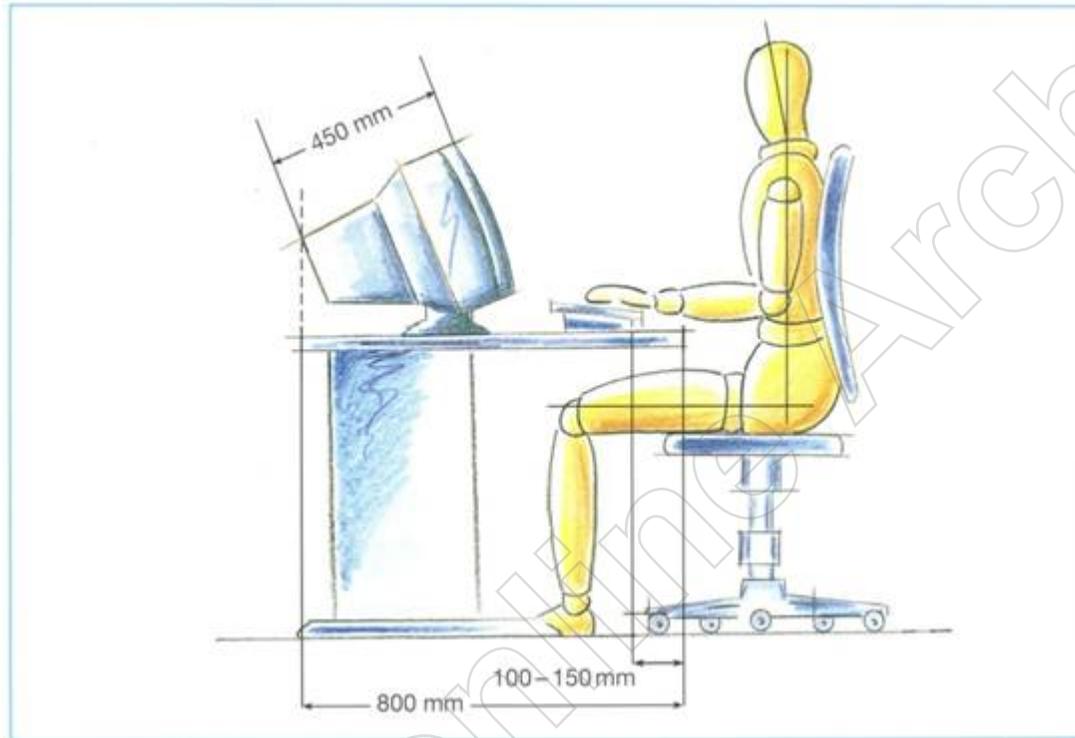
Breite und Tiefe

Die Arbeitsfläche ist Aufstell- und Ablagefläche für Arbeitsmittel (z.B. Bildschirm, Tastatur) und Arbeitsmaterialien (z.B. Schriftgut). Zusätzlich muss sie einen ausreichenden Freiraum zur Auflage für Hände und Arme des Benutzers bieten und ihm Haltungsverwechsel ermöglichen.

Die Tiefe der Arbeitsfläche ist abhängig von den erforderlichen Sehabständen, der Hand-/ Armauflage, den Bautiefen der eingesetzten Geräte sowie dem Bein- und Fußraum.

Eine Mindestdiefe der Arbeitsfläche von 800 mm ist in jedem Fall erforderlich. Sie kann allerdings beim Einsatz von Bildschirmen mit großen Bautiefen zu gering sein (Abbildung 43).

Abbildung 43: Zusammenhang Bildschirmtiefe/Arbeitsflächentiefe



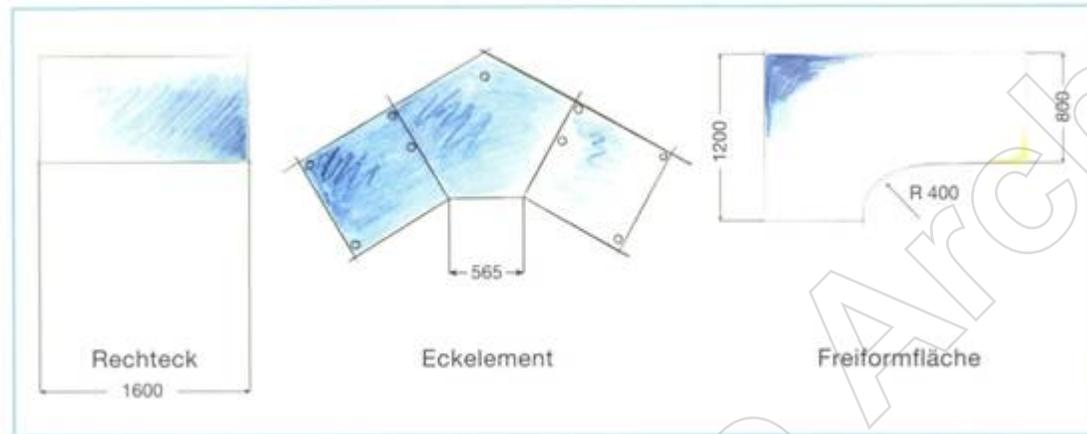
Ausreichend groß ist eine Arbeitsfläche, wenn ihre Maße mindestens 1600 mm * 800 mm (Breite * Tiefe) betragen. Größere Arbeitsflächen sind besonders bei Arbeitsaufgaben und Arbeitsabläufen mit wechselnden Tätigkeiten sowie bei zusätzlichen Arbeitsmitteln erforderlich.

An Arbeitsplätzen, die nur mit einem Bildschirmgerät ausgerüstet sind, an denen Schriftgut nur in geringem Umfang verwendet wird und an denen keine wechselnden Tätigkeiten ausgeübt werden, kann ausnahmsweise die Arbeitsflächenbreite von 1600 mm bis auf 1200 mm verringert werden. Die nutzbare Arbeitsfläche muss mindestens 0,96 m² betragen.

Flächenformen

Unter Beachtung der Mindestabmessungen sowie der erforderlichen Bein- und Fußräume sind Arbeitsflächenkombinationen und vom Rechteck abweichende Flächen (Freiformflächen) möglich (Abbildung 44).

Abbildung 44: Arbeitsflächenformen

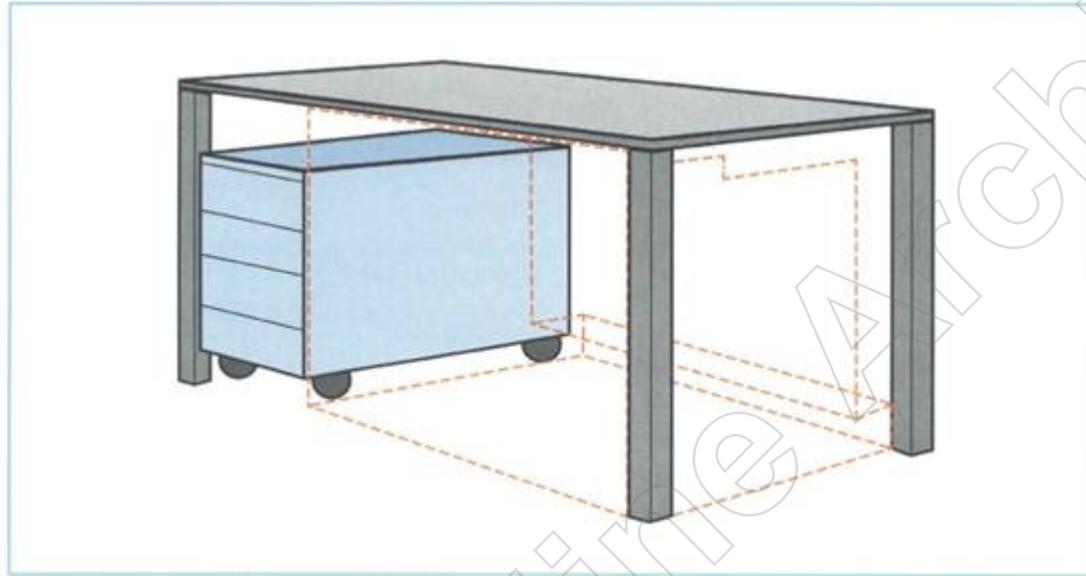


Bei Arbeitsflächenkombinationen darf die Gesamtarbeitsfläche nicht kleiner als $1,28 \text{ m}^2$ sein und an keiner Stelle eine geringere Tiefe als 800 mm aufweisen. Dabei ist mindestens eine ungeteilte Arbeitsfläche von 800 mm Breite vorzusehen. Wird unter der ungeteilten Arbeitsfläche ein Bürocontainer angeordnet, so ist eine Breite von mindestens 1200 mm vorzusehen.

Im Eckbereich von Verkettungen kann die Breite der Arbeitsfläche an der Vorderseite auf bis zu 565 mm verringert werden.

Bei der Auswahl und beim Einsatz von Freiformflächen sind in Abhängigkeit von den vorgesehenen Tätigkeiten die Anordnung der Arbeitsmittel und die einzunehmenden Arbeitspositionen zu berücksichtigen. Um eine ausreichende Bewegungsfreiheit für den Benutzer zu gewährleisten, muss bei geschwungenen Arbeitskanten der konkave Radius mind. 400 mm betragen. Er darf maximal als Viertelkreis ausgeführt werden.

Abbildung 45: Bein- und Fußraum



Bein- und Fußraum

Um dem Benutzer ausreichende Möglichkeiten für Haltungswchsel zu bieten, ist unterhalb der Arbeitsfläche ein entsprechender Bein- und Fußraum in Breite, Tiefe und Höhe erforderlich (Abbildung 45).

Bei einer Arbeitsflächenhöhe von 720 mm ist dies gegeben, wenn der freie Raum die folgenden Abmessungen aufweist:

- Höhe 690 mm, gemessen an der Arbeitskante,
 - 670 mm, gemessen bei 200 mm Tiefe ab Arbeitskante,
 - 120 mm, gemessen bei 600 mm bis 800 mm Tiefe ab Arbeitskante.

Im Fußraum bleiben Materialdicken von Blenden unberücksichtigt.

Die Bein- und Fußraumbreite muss sich bei unterschiedlichen Arbeitsaufgaben an den Bewegungsabläufen des Benutzers orientieren, d.h. sie sollte über die gesamte Arbeitskantenbreite vorhanden sein und nicht durch Stützelemente einschl. ihrer Fußausleger eingeschränkt werden.

Wenn es aus arbeitstechnischen oder konstruktiven Gründen nicht möglich sein sollte, den optimalen Beinraum zu realisieren, darf ausnahmsweise der Beinraum eingeschränkt werden. Folgende Mindestmaße sind einzuhalten:

- Breite 600 mm
- Höhe 650 mm, gemessen an der Arbeitskante,
 - 620 mm, gemessen bei 200 mm Tiefe ab Arbeitskante,
 - 550 mm, gemessen bei 450 mm Tiefe ab Arbeitskante,
 - 120 mm, gemessen bei 600 mm bis 800 mm Tiefe ab Arbeitskante.

Bei höhenein-/verstellbaren sowie neigbaren Arbeitsflächen ist zur Bestimmung des Bein- und Fußraumes die Arbeitsflächenhöhe auf 720 mm einzustellen.

Auch bei Arbeitsflächenkombinationen und Freiformflächen müssen Bein- und Fußräume für die verschiedenen Arbeitspositionen frei bleiben. Stützelemente müssen sichtbar oder so platziert werden, dass ein Verletzungsrisiko minimiert ist. Sie müssen entweder weniger als 100 mm oder mehr als 450 mm von der Arbeitskante zurückgesetzt sein.

An Steharbeitsplätzen ist ein Fußraum von mind. 600 mm Breite, 150 mm Tiefe und 120 mm Höhe als ausreichend anzusehen. Eine Kniefreiheit von 80 mm Tiefe ist erforderlich.

Weitere Literatur:

- DIN EN ISO 9241-5 "Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Anforderungen an Arbeitsplatzgestaltung und Körperhaltung"
- DIN EN 527-1 "Büromöbel; Büro-Arbeitstische; Maße"
- DIN EN 527-2 "Büromöbel; Büro-Arbeitstische; Mechanische Sicherheitsanforderungen"
- DIN EN 527-3 "Büromöbel; Büro-Arbeitstische; Prüfverfahren für die Bestimmung der Standsicherheit und der mechanischen Festigkeit der Konstruktion"
- DIN EN 12527 "Räder und Rollen; Prüfverfahren und -gerate"
- DIN EN 12258 "Räder und Rollen; Möbelrollen; Anforderungen"
- DIN 33402-1 "Körpermaße des Menschen; Begriffe, Messverfahren"
- DIN 33402-2 "Körpermaße des Menschen; Werte"
- DIN 4543-1 "Büro-Arbeitsplätze; Flächen für Aufstellung und Benutzung von Büromöbeln; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung"
- DIN 4554 "Büromöbel (ausgenommen Bürositzmöbel); Anforderungen und Prüfung"

DIN 16550-1 "Büromöbel; Büroarbeitstische für stehende Tätigkeiten; Maße"

DIN-Fachbericht 147 "Anforderungen und Prüfungen von Büromöbeln - Leitfaden für die Sicherheitsanforderungen an Büro-Arbeitstische und Büroschränke in Deutschland"

Windberg, H.-J.; Fleischer, A. G.; Rademacher, U.: Zwangshaltung und Beinraumgestaltung an Büroarbeitsplätzen; Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Forschungsbericht Fb 571, Bremerhaven 1989

Strödter, M.: Ergonomische Untersuchung von Haltungswechseln bei informatorischen Tätigkeiten, Fortschritt-Berichte VDI Reihe 17 Nr. 74, Düsseldorf 1991

7.3.2 Büroarbeitsstuhl

Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

11. *Der Arbeitsstuhl muss ergonomisch und standsicher sein.*

Der Büroarbeitsstuhl soll die natürliche Haltung des Menschen im Sitzen unterstützen und im angemessenen Verhältnis zur Arbeitsaufgabe Bewegungen fördern.

Das aus Sitz und Rückenlehne bestehende Oberteil ist drehbar und höhenverstellbar. Das Untergestell ist mit Rollen ausgestattet.

Wichtige Kriterien für die Auswahl sind:

- individuelle Anpassbarkeit wird ermöglicht,
- wechselnde Sitzhaltungen werden ermöglicht,
- der Körper wird in allen Sitzpositionen gut abgestützt,
- es treten keine Durchblutungsstörungen der Beine auf,
- das Verletzungsrisiko wird minimiert.

Sicherheitstechnische Anforderungen

Büroarbeitsstühle sollen konstruktiv mindestens auf ein Körpergewicht von 110 kg und eine tägliche Nutzungszeit von acht Stunden ausgelegt sein. Stühle, die von schwereren Personen und/oder länger als acht Stunden/Tag benutzt werden, müssen hierfür geeignet sein.

Der Büroarbeitsstuhl muss so gestaltet sein, dass ein Verletzungsrisiko für den Benutzer oder auch für Dritte bei bestimmungsgemäßer Verwendung minimiert ist.

Dieses ist gegeben, wenn die Anforderungen hinsichtlich

- Standsicherheit und Stabilität,
- bewegter Teile,
- unbeabsichtigtem Wegrollen,
- Benutzerinformation

eingehalten sind.

Standsicherheit beim Benutzen ist gegeben, wenn der Stuhl bei Belastung der Sitzflächenvorderkante an der ungünstigsten Stelle, beim Hinauslehnen über die Armlehnen, beim Zurücklehnen und beim Sitzen auf der Vorderkante nicht kippt.

Dieses bedingt im Allgemeinen ein Untergestell mit fünf Abstützpunkten. Ein Mindestabstand von 195 mm zwischen Drehachse des Stuhles und Kippkante - das Standsicherheitsmaß - darf nicht unterschritten werden. Bei der Verwendung von Rollen ist von der für die Standsicherheit ungünstigsten Stellung zweier benachbarter Rollen auszugehen. Um Stolpergefahren zu vermeiden, darf bei Vergrößerung des Standsicherheitsmaßes die größte Ausladung des Untergestells nicht mehr als 365 mm, bei Lenkrollen 415 mm, von der Drehachse des Stuhles betragen. Eine Sicherheit gegen Kippen muss bei größtmöglicher Ausladung der Rückenlehne gegeben sein (Abbildung 46).

Abbildung 46: Büroarbeitsstuhl



Tragende Bauteile müssen die bei bestimmungsgemäßer Verwendung auftretenden Kräfte sicher aufnehmen, d.h. es dürfen keine Brüche oder bleibenden Verformungen entstehen und sich keine Teile unbeabsichtigt lösen. Detaillierte Anforderungen und Prüfungen für Standsicherheit und Stabilität sind in den Produktnormen festgelegt.

Die individuelle Anpassbarkeit des Büroarbeitsstuhles erfordert verschiedene Verstellrichtungen. Die einstellbaren und beweglichen Teile müssen so ausgelegt sein, dass Verletzungen und unbeabsichtigtes Bedienen vermieden werden. Die sicherheitstechnische und ergonomische Gestaltung und Anordnung der Stellteile bedingt, dass sie leicht zugänglich sind, ihre Betätigung in Sitzhaltung möglich ist und ihre Bewegungsrichtung der Stuhlfunktion entspricht.

Selbsttragende Sitzhöhenverstellelemente mit Energiespeicher (Gasfedern) dürfen nur eine stirnseitige Auslösung aufweisen, müssen im tragenden Bereich aus einem Stück gefertigt sein und sind über einen Konus am Sitz zu befestigen. Am Büroarbeitsstuhl muss gut sichtbar folgender Hinweis vorhanden sein:

Achtung! Austausch und Arbeiten im Bereich des Sitzhöhenverstellelementes nur durch eingewiesenes Personal.

Gefahren durch bewegliche Teile, wie z.B. Sitzmechaniken, werden vermieden, wenn zugängliche Zwischenräume in jeder Position während der Bewegung entweder ≤ 8 mm oder ≥ 25 mm sind.

Zur Verhinderung von Gefahren durch unbeabsichtigtes Wegrollen müssen die Rollen beim unbelasteten Stuhl gebremst sein. Um Kippgefahren zu vermeiden, müssen die Rollen beim belasteten Stuhl leichtgängig sein. Der Rollwiderstand hängt vom Fußbodenbelag, den Laufeigenschaften und der Belastung der Rollen ab. Die Rollen sind dem Fußbodenbelag anzupassen, d.h. bei weichem Belag, wie z.B. Teppichboden, sind harte Rollen und bei hartem Belag, wie z.B. Parkett, weiche Rollen einzusetzen. Harte Rollen werden ein-farbig und weiche Rollen zweifarbig ausgeführt. Ein Stuhl darf nur mit gleichartigen Rollen ausgestattet sein.

Jedem Stuhl ist eine Benutzerinformation in deutscher Sprache beizufügen. Diese sollte in einer dauerhaften Aufnahmemöglichkeit am Stuhl untergebracht sein.

Ergonomische Gestaltung

Ergonomisch sind Büroarbeitsstühle gestaltet, wenn die Anforderungen hinsichtlich der

- Höhenverstellung und Federung des Sitzes,
- Gestaltung des Sitzes,
- Gestaltung der Rückenlehne,
- Bewegung von Sitz- und Rückenlehne zueinander,
- Ausführung der Armstützen,
- Rollen

eingehalten sind.

Eine ausreichende Verstellbarkeit des Sitzes in der Höhe ist gegeben, wenn Benutzer mit unterschiedlichen Körpermaßen die Referenz-Sitzhaltung einnehmen können (Abbildung 35). Die Unterschenkellänge einschl. Fuß und Schuhwerk bestimmen dabei die Sitzhöhe.

Zur Vermeidung unzuträglicher Stoßbelastungen der Wirbelsäule muss das Körpergewicht beim Hinsetzen durch eine geeignete Stuhlkonstruktion federnd abgefangen werden. Auch in der untersten Einstellung des Sitzes sollte eine Federung spürbar sein.

Die Sitztiefe ist so auszulegen, dass kleine Benutzer ausreichenden Beckenhalt durch die Rückenlehne finden und große Benutzer ausreichende Auflageflächen für die Oberschenkel haben. Dabei muss der Kniekehlenbereich frei bleiben. Durch die erheblichen Maßunterschiede der Benutzer sind in der Tiefe verstellbare Sitze zu bevorzugen. Einstellbare Sitzneigungswinkel sowohl nach vorn als auch nach hinten ermöglichen dem Nutzer, unterschiedliche Sitzhaltungen einzunehmen.

Die Polsterung des Sitzes ist so zu gestalten, dass es weder zu starken Verformungen noch zu unangenehmen punktuellen Druckeinwirkungen kommt. Der Bereich der Sitzflächenvorderkante sollte als Radius ($40 \text{ mm} \leq R \leq 120 \text{ mm}$) ausgeführt sein. Wärme- und Feuchtigkeitsstauungen im Sitz- und Rückenlehnenbereich werden durch geeignete Polsterung sowie entsprechende Bezugsmaterialien bzw. Oberflächenstrukturen vermieden. Nicht geeignet sind voll verklebte Polsterflächen oder wasserdampfdichte Hinterschäumfolien.

Die Rückenlehne soll die natürliche Form der Wirbelsäule in den verschiedenen Sitzhaltungen unterstützen. Sie kann höhenverstellbar oder fest ausgeführt sein. Dabei sollte die Rückenlehnenoberkante bis in den Bereich der Schulterblätter reichen und die Rückenlehnenwölbung die Wirbelsäule in ihrem unteren und mittleren Bereich abstützen. Rückenlehnen sollten in ihrem oberen Bereich nicht nach vorne gezogen sein, da die Benutzer dann zu einer gekrümmten vorgeneigten Sitzhaltung gezwungen werden. Rückenlehnen, bei denen die Rückenlehnenoberkante 450 mm oder mehr über dem Sitz liegt, müssen nicht in der Höhe verstellbar sein. Sie sollten jedoch mit einer in der Höhe anpassbaren Lordosenstütze ausgestattet sein.

Unter Berücksichtigung der zum Teil miteinander in Konflikt stehenden Anforderungen durch Körpermaße und Körperhaltungen, der mechanischen Konstruktion, der verwendeten Arbeitsmittel und anderer Faktoren sind Mindestanforderungen für Abmessungen und Verstellbereiche festgelegt. Eine ausreichende Bewegungsfreiheit ist gegeben, wenn die Mindestanforderungen eingehalten sind.

Entspannte und ermüdungsfreie Körperhaltungen bei guter Bewegungsfreiheit - ohne Benutzung einer Fußstütze - werden insbesondere für kleine und große Benutzer gefördert, wenn die ergonomischen Empfehlungen für Abmessungen und Verstellbereiche erreicht werden (Abbildung 47).

Abbildung 47: Stuhlmaße

Bezeichnung	Maßbereiche (mm)	
	Mindestanforderungen	Ergonomische Empfehlungen
Sitzhöhe, verstellbar	400 - 510	< 400 - 530
Sitztiefe, verstellbar	400 - 420	370 - 470
Sitzbreite	400	> 450
Rückenlehnen, Höhe des Abstützpunktes	170 - 220	170 - 230
Rückenlehnenoberkante, Höhe	360	> 450 ¹
Rückenlehnen, Breite in Beckenkammhöhe	360	> 400
Rückenlehnenneigung, verstellbar	15 °	> 15 °

¹ Das Mindestmaß von 450 mm kann durch eine Höhenverstellbarkeit der Rückenlehne oder durch deren Bauhöhe erreicht werden.

Armstützen entlasten die Schulter- und Nackenmuskulatur und bieten Hilfe beim Aufstehen und Hinsetzen. Feste Armstützen sollten wegen der unterschiedlichen Körpermaße der Benutzer nach vorne geneigt sein. Ihre Gestaltung darf die Ausübung der Tätigkeit nicht behindern. Eine bessere Anpassung ermöglichen höhen- und breitenverstellbare Armstützen (Abbildung 48).

Abbildung 48: Armauflagenmaße

Bezeichnung	Maßbereiche (mm)	
	Mindestanforderungen	Ergonomische Empfehlungen
Armauflagenhöhe, verstellbar	200 - 250	180 - 290
Armauflagenlänge	200	200
Armauflagenbreite	40	> 50
Armauflagenabstand zur Sitzvorderkante	100	> 150
Armauflagen, lichte Weite einstellbar	460 - 510	< 460 - > 510

Sitz und Rückenlehne sollen durch ihre Formgebung sowohl in der vorgeneigten als auch in der aufrechten und in der zurückgelehnten Sitzhaltung ein entspanntes, dynamisches Sitzen ermöglichen. Die Konstruktion des Stuhles soll häufige Veränderungen der Sitzhaltung ermöglichen, unterstützen und fördern. Technisch kann dies durch unterschiedliche mechanische Komponenten und ggf. deren Kombination erreicht werden (Abbildung 49).

Dynamisches Sitzen setzt im Allgemeinen permanent neigbare Rückenlehnen voraus. Sie sollen auch für die vorgeneigte Sitzhaltung eine feste Abstützung im unteren Bereich der Lendenwirbelsäule sicherstellen. Für die aufrechte und zurückgelehnte Sitzhaltung ist eine dem Körpergewicht ausreichend anpassbare Abstützung der Wirbelsäule erforderlich. So kann die Anlehnkraft unterschiedlich groß und schwerer Benutzer ausgeglichen werden. Für verschiedene Sitzhaltungen sind Arretierungsmöglichkeiten der Rückenlehne erforderlich (Abbildung 50).

Abbildung 49: Stuhlmechaniken

Mechanik	Funktion
----------	----------

 <p>Wipp</p>	<p>Sitz und Rückenlehne fest verbunden. Kippen nur im festen Winkelverhältnis möglich.</p>
 <p>Permanent</p>	<p>Sitz fest und Rückenlehne neigbar.</p>
 <p>Synchron</p>	<p>Sitz und Rückenlehne neigbar. Änderung des Öffnungswinkels körperbezogen.</p>

Abbildung 50: Dynamisches Sitzen



Die Synchronmechanik fördert über die Veränderung des Sitzöffnungswinkels hinaus auch eine Veränderung der Beinhaltung und Fußposition. Eine gute Synchronmechanik wird gekennzeichnet durch das Bewegungsverhältnis von Sitz- und Rückenlehne (1 : 2 bis 1 : 3), individuell einstellbare Lehnerrückstellkraft und die vom Bewegungsablauf abgedeckten Winkelbereiche.

Die Stuhlmechaniken einschl. der Sitzhöhen-, Sitztiefen- und Sitzneigungsverstellungen sowie ihre Kombinationsmöglichkeiten erlauben in jeder Hinsicht individuelle Lösungen. Damit Fehleinstellungen vermieden und die positiven Möglichkeiten richtig genutzt werden, ist eine praxisnahe Einweisung in die Benutzung des Stuhles unerlässlich.

Weitere Literatur:

- DIN EN ISO 9241-5 "Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Anforderungen an Arbeitsplatzgestaltung und Körperhaltung"
- DIN EN 1335-1 "Büromöbel; Büro-Arbeitsstuhl; Maße, Bestimmung der Maße"
- DIN EN 1335-2 "Büromöbel; Büro-Arbeitsstuhl; Sicherheitsanforderungen"
- DIN EN 1335-3 "Büromöbel; Büro-Arbeitsstuhl; Sicherheitsprüfungen"
- DIN EN 13761 "Büromöbel; Besucherstühle"
- DIN EN 12527 "Räder und Rollen; Prüfverfahren und -geräte"
- DIN EN 12529 "Räder und Rollen; Möbelrollen; Rollen für Drehstühle; Anforderungen"
- DIN 33402-1 "Körpermaße des Menschen; Begriffe, Messverfahren"
- DIN 33402-2 "Körpermaße des Menschen; Werte"
- DIN 4550 "Büromöbel; Selbsttragende Sitzhöhenverstellelemente mit Energiespeicher für Drehstühle und Drehsessel; Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung"

Barbirat, D.; Küchmeister, G.; Nagel, K.: Körpermaße des Menschen - Komfortbereich der Gelenkwinkel der Körpergelenke; Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Forschungsbericht Fb 818, Bremerhaven 1998

Wittig, T.: Ergonomische Untersuchung alternativer Büro- und Bildschirmarbeitsplatzkonzepte, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Forschungsbericht Fb 878, Bremerhaven 2000

Heidinger, F.; Jaspert, B., Diebschlag, W.: Ergonomische Bewertungen von Bürodrehstühlen: Ein erweitertes Prüfprogramm, in: Zeitschrift für Arbeitswissenschaften 49 (1995), Nr. 1, S. 33-39

7.3.3 Vorlagenhalter

Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

12. *Der Vorlagenhalter muss stabil und verstellbar sein sowie so angeordnet werden können, dass unbequeme Kopf- und Augenbewegungen soweit wie möglich eingeschränkt werden.*

Wenn Vorlagenhalter erforderlich sind, sollte die Größe der Auflagefläche den üblicherweise verwendeten Vorlagen entsprechen.

Ausreichend stabil sind Vorlagenhalter, wenn sie den im Einzelfall erforderlichen Handhabungen der Vorlage wie Stempeln, Abzeichnen oder Korrigieren gerecht werden und ihre Standsicherheit gewährleistet ist.

Der Vorlagenhalter sollte mit einer Papierklemme und einem Zeilenlineal ausgestattet sein.

Stark ermüdende Körperhaltungen werden vermieden, wenn Vorlagenhalter entsprechend den jeweiligen Arbeitserfordernissen frei aufgestellt werden können und eine Neigungsverstellung zwischen 15° und 75° möglich ist.

Ausführung und Gestaltung von Arbeitsvorlagen sollten eine gute Lesbarkeit gewährleisten. Dies ist erfüllt, wenn:

- ein guter Kontrast zwischen Schrift, Zeichen und Papier besteht,
- die Zeichen scharf sind,
- nur Originale oder gute Duplikate verwendet werden und
- keine glänzenden Papiere oder Folien eingesetzt werden.

7.3.4 Fußstütze

Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

13. *Eine Fußstütze ist auf Wunsch zur Verfügung zu stellen, wenn eine ergonomisch günstige Arbeitshaltung ohne Fußstütze nicht erreicht werden kann.*

Für die Arbeit an nicht höhenverstellbaren Tischen oder für kleine Benutzer an Tischen mit nicht ausreichendem Verstellbereich ist die Sitzflächenhöhe des Arbeitsstuhles nach der vorgegebenen Armhaltung einzustellen. Ergibt sich hierbei, dass die Füße des Benutzers nicht ganzflächig auf dem Fußboden aufstehen, ist der notwendige Ausgleich mit einer höhenverstellbaren Fußstütze herzustellen.

Eine ausreichende Verstellbarkeit beinhaltet, dass Höhe und Neigung der Fußstellfläche unabhängig voneinander verstellt werden können. Die Mindestmaße der Fußstellfläche betragen 450 mm * 350 mm (Breite * Tiefe). Um ein dynamisches Sitzen zu unterstützen, sind größere

Fußstellflächen notwendig. Für Arbeitsplätze mit mehreren Arbeitszonen sind Fußstützen in entsprechender Anzahl erforderlich. Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit einer Fußstütze ist eine rutschhemmende Ausführung ihrer Aufstellflächen und der Stellfläche für die Füße.

An Sitzarbeitsplätzen mit Arbeitsmitteln, die eine Steuerung über Fußschalter erfordern, sollten Fußstützen eingesetzt werden, die für die Aufnahme der Fußschalter geeignet sind. Dies setzt voraus, dass die Fußschalter unverrückbar, möglichst flächenbündig sowie funktionsgerecht in die Fußstütze eingepasst werden können.

Weitere Literatur:

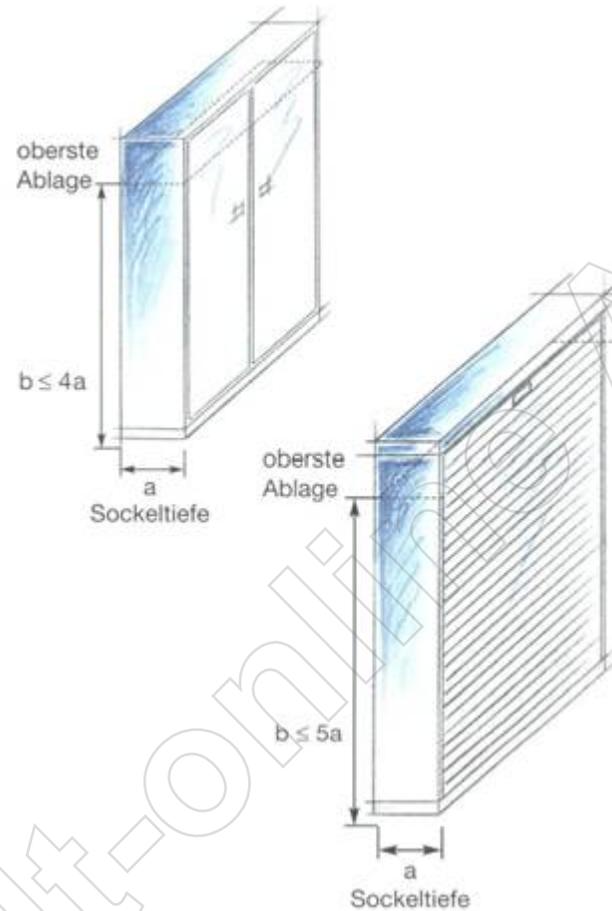
DIN 4556 "Büromöbel: Fußstützen für den Büroarbeitsplatz; Anforderungen, Maße"

Windberg, H.-J.; Fleischer, A. G.; Rademacher, U.: Zwangshaltung und Beinraumgestaltung an Büroarbeitsplätzen; Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Forschungsbericht Fb 571, Bremerhaven 1989

7.3.5 Bürocontainer, Schränke, Raumgliederungselemente

Bürocontainer, Schränke und Raumgliederungselemente müssen so aufgestellt sein, dass sie bei bestimmungsgemäßer Verwendung die Last der einzulagernden Gegenstände sicher aufnehmen können. Ihre Stand- und Tragsicherheit sowie die sichere Benutzung müssen gewährleistet sein (Abbildung 51).

Abbildung 51: Verhältnis der Sockeltiefe zur Höhe der obersten Ablage



Als standsicher gelten bei lotrechter Aufstellung im Allgemeinen:

- Bürocontainer, Schränke und Raumgliederungselemente mit entsprechendem Eigengewicht,
- Bürocontainer und Schränke mit Ausziehsperren und ggf. Zusatzgewichten,
- Schränke mit Flügeltüren, wenn die Höhe der obersten Ablage über der Standfläche nicht mehr als das Vierfache der Sockel-/ Gestelltiefe beträgt,

- Schränke mit Schiebe- oder Rolltüren sowie Regale, wenn die Höhe der obersten Ablage über der Standfläche nicht mehr als das Fünffache der Sockel-/Gestelltiefe beträgt,
- Raumgliederungselemente, die horizontalen Kräften, z.B. durch Anlehnen, widerstehen.

Bei Möbeln mit ausziehbaren Elementen muss die Standsicherheit im ungünstigsten Fall gewährleistet sein, d.h. nur alle gleichzeitig herausziehbaren Elemente sind belastet. Bauelemente (z.B. Fachböden, Auszüge, Schubladen) von Bürocontainern, Schränken und Raumgliederungselementen müssen so ausgeführt oder gesichert sein, dass sie durch unbeabsichtigtes Lösen weder heraus- noch herabfallen können.

Gefahren durch bewegliche Teile werden vermieden, wenn zugängliche Zwischenräume in jeder Position während der Bewegung entweder ≤ 8 mm oder ≥ 25 mm sind. Ausgenommen hiervon sind Türen, Klappen und Ausziehelemente einschließlich ihrer Scharniere und Führungsschienen. Die Sicherheitsabstände gelten auch für die Abstände zwischen Griffen und anderen Teilen.

Senkrecht laufende Rollläden dürfen sich nicht durch ihr Eigengewicht aus einer Position oberhalb 200 mm der Schließposition selbsttätig nach unten bewegen.

Wird bei Schränken die Ablagehöhe von 1,80 m überschritten, sind geeignete Aufstiege zur Verfügung zu stellen und zu benutzen.

Weitere Literatur:

Unfallverhütungsvorschrift "Leitern und Tritte" (BGV D36)

BG-Regel "Lagereinrichtungen und -geräte" (BGR 234)

DIN EN 14073-2 "Büromöbel; Registraturmöbel; Sicherheitstechnische Anforderungen"

DIN EN 14073-3 "Büromöbel; Registraturmöbel; Prüfverfahren zur Bestimmung der Standsicherheit und der Festigkeit der Konstruktion"

DIN EN 14074 "Büromöbel; Büro- Arbeitstische und Registraturmöbel; Prüfverfahren für die Bestimmung der Festigkeit und der Dauerhaftigkeit beweglicher Teile"

DIN EN 12527 "Räder und Rollen; Prüfverfahren und -geräte"

DIN EN 12528 "Räder und Rollen; Möbelrollen; Anforderungen"

DIN EN 14183 "Tritte"

DIN-Fachbericht 147 "Anforderungen und Prüfungen von Büromöbeln - Leitfaden für die Sicherheitsanforderungen an Büro-Arbeitstische und Büroschränke in Deutschland"

7.3.6 Elektrische Installation in Büromöbeln

Möbel, wie z.B. Arbeitstische und deren Kombinationen, Raumgliederungselemente, Schränke und Schrankwände, Besucher-, Besprechungs- und Konferenztische, müssen so hergestellt sein, dass sie bei bestimmungsgemäßer Verwendung der elektrischen Installation und im Fehlerfall das Risiko von Personenschäden minimieren.

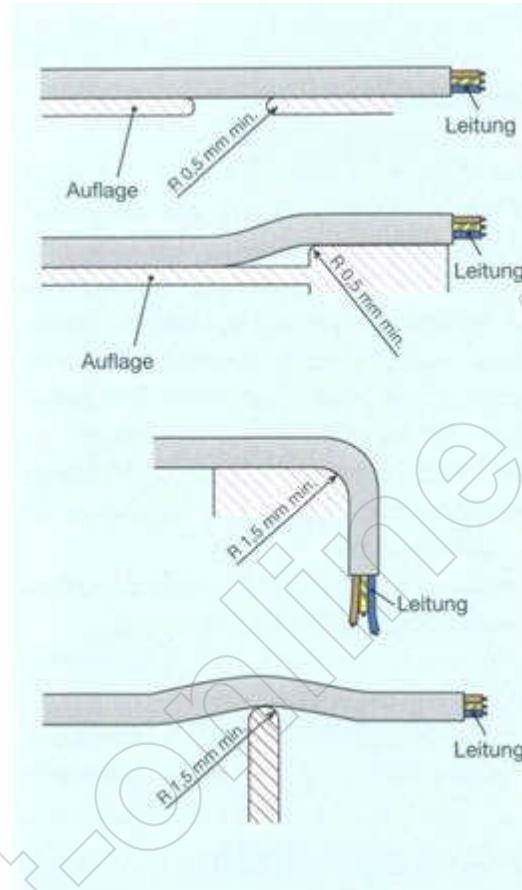
Die Möbel sind mit verwendungsfertigen Bauteilen und Arbeitsmitteln, die den Regeln der Elektrotechnik entsprechen und zum Einbau in Möbel geeignet sind, auszurüsten.

Die Netzanschlussleitung sowie die internen Leitungen müssen flexibel und dreiadrig (Schutzleiter) sein. Der Mindestquerschnitt der Leiter beträgt $1,5 \text{ mm}^2$. Die Leitungen müssen eine doppelte Isolierung besitzen.

Alle Leitungen, die zugeführt werden oder bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Möbels bewegt werden können, müssen Zugentlastungen besitzen.

Leitungen in Möbeln müssen so geführt sein, dass sie nicht gequetscht und nicht durch scharfe Kanten, Ecken oder bewegliche Teile beschädigt werden können (Abbildung 52).

Abbildung 52: Leitungsführung



Möbel sollen durchgehende Installationskanäle aufweisen. Unterbrechungen des Installationskanales innerhalb des Möbels dürfen max. 150 mm und zwischen zwei Teilen verketteter Möbel max. 300 mm betragen. Die Unterbringung von Leitungen in einem ausreichend großen Stauraum ist möglich, wenn keine mechanischen Beschädigungen oder unzuträgliche Erwärmungen zu erwarten sind.

Durch die Gestaltung und Positionierung der Installationskanäle sowie durch die Leitungsführung müssen Stolper- und Sturzgefahren vermieden werden.

Steckdosen müssen zuverlässig befestigt sein und so platziert werden, dass die Stecker leicht gesteckt und gezogen werden können.

Sind einzelne Teile von Möbeln (z.B. Verkettungen, Schränke) elektrisch fest verbunden, so müssen sie auch mechanisch miteinander verbunden sein.

Weitere Literatur:

Unfallverhütungsvorschrift "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel" (BGV A3)

DIN, Verband Büro-, Sitz- und Objektmöbel e. V - BSO, Fachausschuss Verwaltung - FAVW: Leitlinie für die elektrische Installation in Büromöbeln

DIN EN 60335-1 "Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke; Allgemeine Anforderungen"

DIN EN 60950-1 "Einrichtungen der Informationstechnik - Sicherheit - Allgemeine Anforderungen"
(VDE 0805-1)

DIN 57100-724 (VDE "Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Elektrische Anlagen in Möbeln und ähnlichen
0100-724) Einrichtungsgegenständen, z.B. Gardinenleisten, Dekorationsverkleidung"

DIN VDE 0604 "Elektroinstallationskanäle für Wand und Decke"

7.3.7 Büromaschinen und Bürogeräte

Büromaschinen und Bürogeräte müssen so beschaffen sein, dass bei ihrem Betrieb Gesundheitsschädigungen vermieden werden. Dies gilt für mechanische Gefahrstellen und Einwirkungen von elektrischem Strom, gefährlichen Stoffen, Strahlung und Lärm.

Mechanische Gefahrstellen, wie Quetsch-, Scher-, Schneid- oder Einzugstellen, müssen durch geeignete Schutzeinrichtungen gesichert sein. Dies können Verkleidungen oder Verdeckungen sowie mechanische oder elektrische Sicherheitseinrichtungen (z.B. Verriegelungen) sein. Durch die Bauart von Büromaschinen und Bürogeräten muss gewährleistet sein, dass sie in jedem Betriebszustand ausreichend standsicher sind. Schutzeinrichtungen dürfen nur mit Werkzeug oder Schlüssel aus ihrer Schutzstellung gebracht werden können, sofern sie nicht zwangsläufig mit dem Antrieb verriegelt sind.

Elektrische Büromaschinen und Bürogeräte müssen so beschaffen sein, dass ausreichend Schutz gegen das Berühren spannungsführender Teile besteht. Sie dürfen, sofern sie nicht fest installiert oder schutzisoliert sind, nur an Steckdosen mit Schutzkontakt angeschlossen sein. Bei der Aufstellung ist darauf zu achten, dass Anschlussstecker, die zum allpoligen Abschalten gezogen werden müssen, leicht erreichbar sind. Verlängerungsleitungen müssen einen Schutzleiter haben, der vorschriftsmäßig angeschlossen sein muss; das Gleiche gilt für Anschlussleitungen. Anschlussleitungen schutzisolierter Maschinen oder schutzisolierter Geräte dürfen keinen Schutzleiter enthalten.

Durch die Abmessungen von Büromaschinen und -geräten und die Anordnung ihrer Stellteile (Bedienungselemente) muss gewährleistet sein, dass gesundheitsschädliche und stark ermüdende Körperhaltungen vermieden werden.

Der von Büromaschinen und Bürogeräten verursachte Schallpegel soll kleiner als 70 dB(A) sein (siehe auch Abschnitt 7.4.3).

Weitere Literatur:

Unfallverhütungsvorschrift "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel" (BGV A3)

DIN EN 294 "Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den oberen Gliedmaßen"

DIN EN 349 "Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen"

DIN EN 60204-1 "Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Allgemeine Anforderungen"

DIN EN 60950 "Einrichtungen der Informationstechnik - Sicherheit - Allgemeine Anforderungen"

7.3.8 Drucker

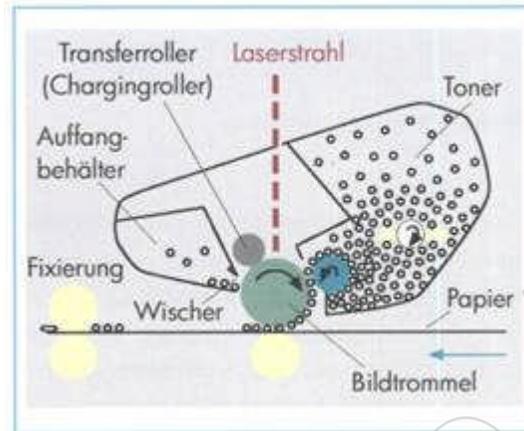
Am Bildschirmarbeitsplatz werden überwiegend Laser- oder Tintenstrahldrucker eingesetzt (Abbildung 54). Diese Geräte können direkt am Arbeitsplatz oder zentral als sogenannte Abteilungsdrucker eingesetzt werden. Wird ein Drucker als Abteilungsdrucker von mehreren Personen benutzt, sollte er in einem separaten Raum betrieben werden. Dies ist weniger störend und der Gang zum Drucker außerdem aus ergonomischen Gründen eine wünschenswerte Unterbrechung der sitzenden Tätigkeit.

Laserdrucker

Laserdrucker arbeiten nach dem vom Kopierer her bekannten Prinzip der elektrostatischen Aufladung (Abbildung 53). Ein Laserstrahl verändert die elektrostatischen Eigenschaften auf der Druckertrummel, so dass ein latentes Abbild der Druckseite entsteht. An diesen Stellen haftet das zugeführte Tonerpulver, bevor es auf das Papier übertragen und dort thermisch fixiert wird. Damit dieser Prozess gelingt, besteht das Tonerpulver aus drei Komponenten:

- *Harzpartikeln*, um den Toner auf dem Papier aufschmelzen (fixieren) zu können,
- *Farbpigmenten*, um den gewünschten Farbeindruck zu erzielen und
- *magnetisierbaren Metalloxiden*, um die elektrostatischen Ladungsvorgänge zu realisieren.

Abbildung 53: Prinzip des Laserdruckers



Laserdrucker benötigen nach dem Einschalten eine kurze Anwärmzeit der Fixiereinheit, bevor die erste Seite gedruckt wird. Über einen eingebauten Lüfter wird die Prozesswärme abgeführt.

Die Vorteile des Laserdruckers sind: schnelle, qualitativ hochwertige Ausdrücke zu geringen Seitenkosten.

Neben den monochromen Laserdruckern, die ausschließlich mit schwarzem Tonerpulver betrieben werden, kommen zunehmend Farb-Laserdrucker zum Einsatz.

Betrieb und Wartung

Moderne Laserdrucker setzen während des Druckvorgangs keine relevanten Mengen Tonerstaub frei. Dies wurde in verschiedenen Studien nachgewiesen. Auch der verfahrensbedingte Ausstoß von sogenannten flüchtigen Kohlenwasserstoffen ist so gering, dass ein Nachweis in normal belüfteten Büroräumen kaum gelingt. Besondere Arbeitsschutzmaßnahmen sind deshalb beim Betrieb von Laserdruckern nicht nötig.

Mit dem Nachfüllen von Toner oder dem Auswechseln der Tonerkartuschen sollten nur Mitarbeiter betraut werden, die hierzu eine gesonderte Einweisung erhalten haben. Aus Unkenntnis werden sonst leicht feine Abdichtungen beschädigt oder Tonerpulver verschüttet. Wenn durch Defekte oder unsachgemäßen Umgang Tonerpulver verschüttet wird, sollte es umgehend mit einem feuchten Tuch aufgenommen und nicht aufgewirbelt werden. Verschmutzte Kleidung oder Hände sollten mit kaltem Wasser gereinigt werden, um den Toner nicht zu verschmieren.

Um einen störungsfreien und emissionsarmen Betrieb der Geräte zu gewährleisten, ist die regelmäßige Wartung von großer Bedeutung. Die Wartungsintervalle richten sich nach Arbeitsweise und Beanspruchung des Druckers und können nur vom Hersteller vorgegeben werden.

Tintenstrahl-Drucker

Im Tintenstrahl-Drucker werden sehr kleine Tintentröpfchen mit hoher Geschwindigkeit durch eine Düse zielgenau auf das Papier geschleudert. Hierbei fährt ein Druckkopf zeilenweise vor dem zu bedruckenden Papier entlang. Die Tinte befindet sich in einer Patrone auf dem beweglichen Druckkopf. Beim Tintenstrahl-Druck haben sich zwei verschiedene Techniken durchgesetzt; das thermische und das piezoelektrische Verfahren.

Beim thermischen Tintenstrahl-Druck wird die Tinte im Druckkopf erhitzt. Die entstehende Dampfblase produziert einen Überdruck, der einen Tintentropfen durch eine der Düsen auf das Papier schießt. Es können so mehrere Millionen Tintentropfen pro Sekunde auf das Papier gebracht werden.

Andere Tinten-Drucker arbeiten nach dem piezoelektrischen Verfahren. Durch Anlegen eines elektrischen Impulses dehnt sich ein Piezo-Kristall in der Druckdüse aus und erzeugt eine Druckwelle, die den Tintentropfen aus der Düse auf das Papier schießt. Durch Steuern der elektrischen Spannung, die an den Piezo-Kristall gelegt wird, lässt sich die abgegebene Tintenmenge sehr fein dosieren.

Die Hauptbestandteile der Tinten sind Wasser, wasserlösliche Stoffe, Farbpigmente und Lösungsmittel in geringen Mengenanteilen. Tintendruckern benötigen keinen Lüfter und haben keine Anwärmszeit, so dass der Ausdruck sofort starten kann. Geräusche werden nur durch die Walzen- und Papiereinzugsbewegung verursacht.

Tintenstrahl-Drucker sind sehr günstig in der Anschaffung und eignen sich sehr gut für farbige Darstellungen, insbesondere Fotos und Grafiken. Die Betriebskosten liegen aber deutlich über den Seitenpreisen von Laserdruckern. Mit allen Druckern können neben Papier auch Etiketten und Folien bedruckt werden.

Laser- und Tintenstrahl-Drucker werden auch als so genannte Kombi- oder All-in-one- Geräte hergestellt. Sie vereinen Drucker, Scanner, Fax und Kopierer in einem Gerät und sind speziell für sehr kleine Büros oder Telearbeitsplätze geeignet.

Weitere Literatur:

BG-Information "Laserdrucker sicher betreiben" (SP. 2.3) (BGI 820)

BGI 5018 "Gesundheit im Büro - Fragen und Antworten"

Abbildung 54: Druckerauswahl

	Laserdrucker	Tintenstrahl-Drucker	Farblaserdrucker
Übliche Bürokorrespondenz	x		x

Farbige Präsentationen		x	
Geringes Druckvolumen		x	
Farbige Briefköpfe und Formulare			x

7.4 Arbeitsumgebung

7.4.1 Platzbedarf

Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

14. *Am Bildschirmarbeitsplatz muss ausreichender Raum für wechselnde Arbeitshaltungen und -bewegungen vorhanden sein.*

Ausreichend große Arbeitsflächen sind die Grundvoraussetzung für einen Bildschirmarbeitsplatz.

Ausreichend groß ist eine Arbeitsfläche, wenn ihre Maße mindestens 1600 mm * 800 mm (Breite * Tiefe) betragen. Siehe hierzu auch Abschnitt 7.3.1 dieser Informationen.

Zur Aufstellung der Arbeitsmittel und Ausstattungsgegenstände sind entsprechende Stellflächen erforderlich, unabhängig davon, ob die Arbeitsmittel und Ausstattungsgegenstände aufgestellt oder aufgehängt sind. An jedem Arbeitsplatz muss die freie unverstellte

Bewegungsfläche mindestens 1,50 m² betragen. Sie soll an keiner Stelle weniger als 1,00 m tief sein. Hieraus ergibt sich eine Benutzerfläche von 1000 mm Tiefe. Diese Benutzerfläche benötigen die Beschäftigten am Arbeitsplatz, um unterschiedliche Körperhaltungen einnehmen und dynamisch sitzen zu können.

Ausreichende Funktionsflächen sind für bau-technische Einrichtungen (z.B. Fenster und Türen), bewegliche Teile an Arbeitsmitteln und Möbel vorzusehen, um diese ungehindert öffnen zu können. Quetsch-, Scher- und Stoßstellen dürfen nicht entstehen, Sicherheitsabstände vor Möbelauszügen sind erforderlich.

Die Breite der Verkehrswege innerhalb der Büroräume ist abhängig von der Zahl der Benutzer und darf die nachstehenden Maße nicht unterschreiten:

- bis 5 Benutzer 800 mm
- bis 20 Benutzer 930 mm

- bis 100 Benutzer 1250 mm
- bis 250 Benutzer 1750 mm
- bis 400 Benutzer 2250 mm

Bei der Ermittlung der Zahl der Benutzer sind Besucher, Kunden usw. einzubeziehen.

Verbindungsgänge zum persönlich zugewiesenen Arbeitsplatz können bis auf eine Breite von 0,60 m verringert werden. Wege, die nur der Bedienung und Überwachung dienen, z.B. um Fenster und Heizkörper zu betätigen, sollen mindestens 0,50 m breit sein. Die Mindestbreite der Verkehrswege darf nicht durch bewegliche Bauteile von Arbeitsmitteln eingeschränkt werden.

Bei der Planung von Arbeitsplätzen im Sinne dieser Informationen kann davon ausgegangen werden, dass die Fläche je Arbeitsplatz einschließlich allgemein üblicher Möblierung und anteiliger Verkehrsflächen im Mittel nicht weniger als 8 m² bis 10 m² betragen wird. In Großraumbüros ist angesichts des höheren Verkehrsflächenbedarfs und der größeren Störwirkungen im Mittel von nicht weniger als 12 m² bis 15 m² auszugehen.

Aus Gründen der Funktionsfähigkeit ergibt sich für Großraumbüros eine Fläche von mindestens 400 m².

Aufgrund von Sondervorschriften, insbesondere auch im Hinblick auf behindertengerechte Gestaltung, können größere Flächen und Verkehrswegbreiten erforderlich werden. Die Fußböden der Arbeitsplätze und Verkehrswege müssen eben und rutschhemmend sein, sie dürfen keine Stolperstellen aufweisen. Als Stolperstellen gelten Höhenunterschiede von mehr als 4 mm.

Weitere Literatur:

Unfallverhütungsvorschrift "Grundsätze der Prävention" (BGV A1)

Arbeitsstätten-Richtlinie (ASR) 17/1,2 "Verkehrswege"

Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV)

DIN 4543-1 "Büroarbeitsplätze; Flächen für Aufstellung und Benutzung von Büromöbeln; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung"

DIN 18024-2 "Barrierefreies Bauen - Öffentlich zugängliche Gebäude und Arbeitsstätten, Planungsgrundlagen"

7.4.2 Beleuchtung

Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

15. *Die Beleuchtung muss der Art der Sehaufgabe entsprechen und an das Sehvermögen der Benutzer angepasst sein; dabei ist ein angemessener Kontrast zwischen Bildschirm und Arbeitsumgebung zu gewährleisten. Durch die Gestaltung des Bildschirmarbeitsplatzes sowie Auslegung und Anordnung der Beleuchtung sind störende Blendwirkungen, Reflexionen oder Spiegelungen auf dem Bildschirm und den sonstigen Arbeitsmitteln zu vermeiden.*
16. *Bildschirmarbeitsplätze sind so einzurichten, dass leuchtende oder beleuchtete Flächen keine Blendung verursachen und Reflexionen auf dem Bildschirm so weit wie möglich vermieden werden. Die Fenster müssen mit einer geeigneten verstellbaren Lichtschutzvorrichtung ausgestattet sein, durch die sich die Stärke des Tageslichteinfalls auf den Bildschirmarbeitsplatz vermindern lässt.*

Die Qualität der Beleuchtung wirkt sich auf das visuelle Leistungsvermögen des Menschen aus. Sie ist entscheidend dafür, wie genau und wie schnell Details, Farben und Formen erkannt werden. Außerdem beeinflusst die Beleuchtung Aktivitätsniveau und Wohlbefinden der Versicherten. Durch schlechte Beleuchtung kann es zu visuellen Überbeanspruchungen kommen, die sich durch Kopfschmerzen, tränende und brennende Augen sowie Flimmern vor den Augen bemerkbar machen können.

Bildschirm- und Büroarbeitsplätze sind ausreichend mit Tageslicht zu versorgen. Büroräume sollen daher über genügend große, möglichst unverbaute Fensterflächen verfügen. Die Fenster sollten so beschaffen und Arbeitsplätze so angeordnet sein, dass die Versicherten möglichst über eine ungehinderte und unverfälschte Sichtverbindung nach außen verfügen.

Eine Reihe von Merkmalen, die sich gegenseitig beeinflussen, bestimmt die Qualität der Beleuchtung. Um unter Berücksichtigung des Sehvermögens der Beschäftigten angemessene Lichtverhältnisse für die Sehaufgaben am Bildschirmarbeitsplatz zu erzielen, müssen die folgenden lichttechnischen Güte Merkmale beachtet werden:

- Beleuchtungsniveau
- Leuchtdichteverteilung
- Begrenzung der Direktblendung
- Begrenzung der Reflexblendung auf
- dem Bildschirm und auf sonstigen Arbeitsmitteln
- Lichtrichtung und Schattigkeit
- Lichtfarbe und Farbwiedergabe
- Flimmerfreiheit

Die Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen kann als

- raumbezogene Beleuchtung,
- arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung oder
- teilflächenbezogene Beleuchtung ausgeführt sein.

Je nach Charakteristik der Lichtverteilung der eingesetzten Leuchten unterscheidet man

- Direktbeleuchtung,
- Indirektbeleuchtung
und
- Direkt-/Indirektbeleuchtung.

Neben der Einhaltung der lichttechnischen Gütemerkmale sind bei der Auswahl des Beleuchtungskonzepts und der Beleuchtungsart die folgenden Aspekte wichtig:

- Nutzung von Tageslicht,
- Einfallrichtung und Stärke des Tageslichtes,
- Arbeitsabläufe und -organisation,
- Anordnung der Arbeitsplätze im Raum,
- Flexibilität bei der Anordnung der Arbeitsplätze,
- Güte des Bildschirms hinsichtlich der Antireflexionsmaßnahme und die Art der Darstellung,
- Verschiedenheit der Seh Aufgaben sowie des Sehvermögens der Beschäftigten,
- Raumcharakteristik, z.B. die geometrischen Abmessungen des Raumes.

Da die lichttechnischen Gütemerkmale, insbesondere ein ausreichendes Beleuchtungsniveau - auch an tageslichtorientierten Arbeitsplätzen in unmittelbarer Fensternähe -, nicht während der gesamten Arbeitszeit und zu jeder Jahreszeit durch Tageslicht gewährleistet sind, ist es erforderlich, dass sie auch allein durch die künstliche Beleuchtung erfüllt werden.

Beleuchtungsniveau

Ein ausreichendes Beleuchtungsniveau erfordert im Arbeitsbereich "Bildschirm- und Büroarbeit" eine horizontale Beleuchtungsstärke von mindestens 500 Lux. Dieser Wert gilt auch für den Arbeitsbereich "Besprechung". Im Umgebungsbereich ist eine horizontale Beleuchtungsstärke von mindestens 300 Lux notwendig.

Eine teilflächenbezogene Beleuchtung ist zu empfehlen, wenn es erforderlich ist, die Beleuchtung innerhalb des Arbeitsbereiches an unterschiedliche Tätigkeiten und Sehaufgaben anzupassen (Abbildungen 55a bis 55c). Bei der teilflächenbezogenen Beleuchtung wird eine horizontale Beleuchtungsstärke von mindestens 750 Lux auf einer Teilfläche von mindestens 600 mm * 600 mm im Arbeitsbereich, z.B. durch eine Arbeitsplatzleuchte, erzeugt.

Abbildung 55a: Horizontale Bewertungsfläche für die raumbezogene Beleuchtung

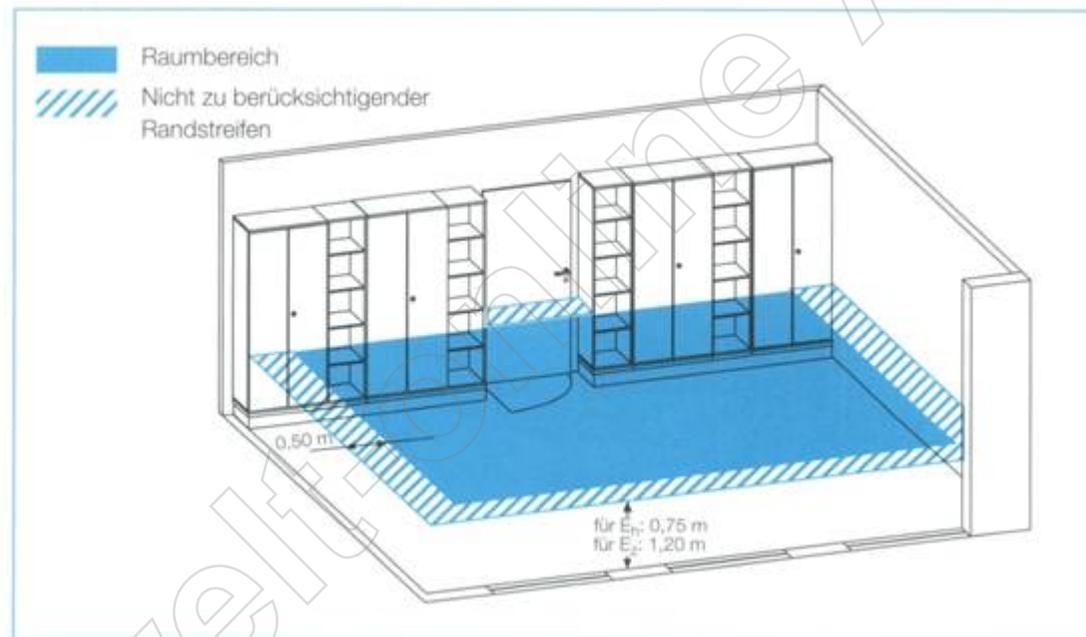


Abbildung 55b: Horizontale Bewertungsflächen für die arbeitsbereichsbezogene und die teilflächenbezogene Beleuchtung

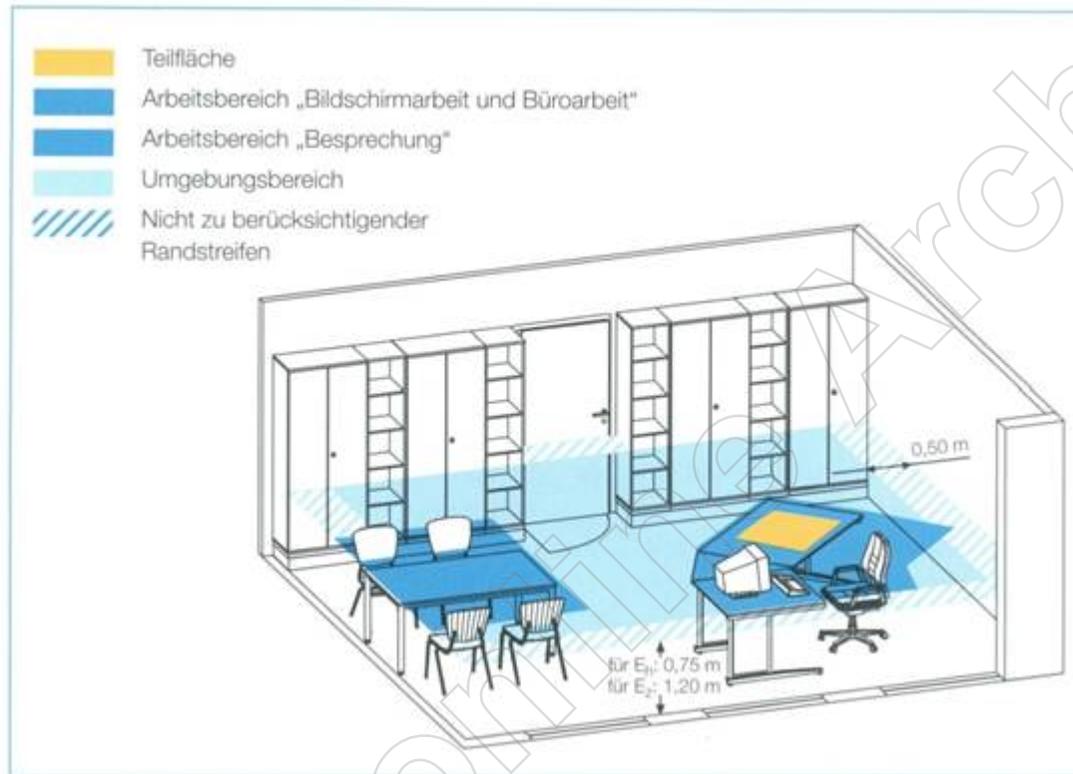
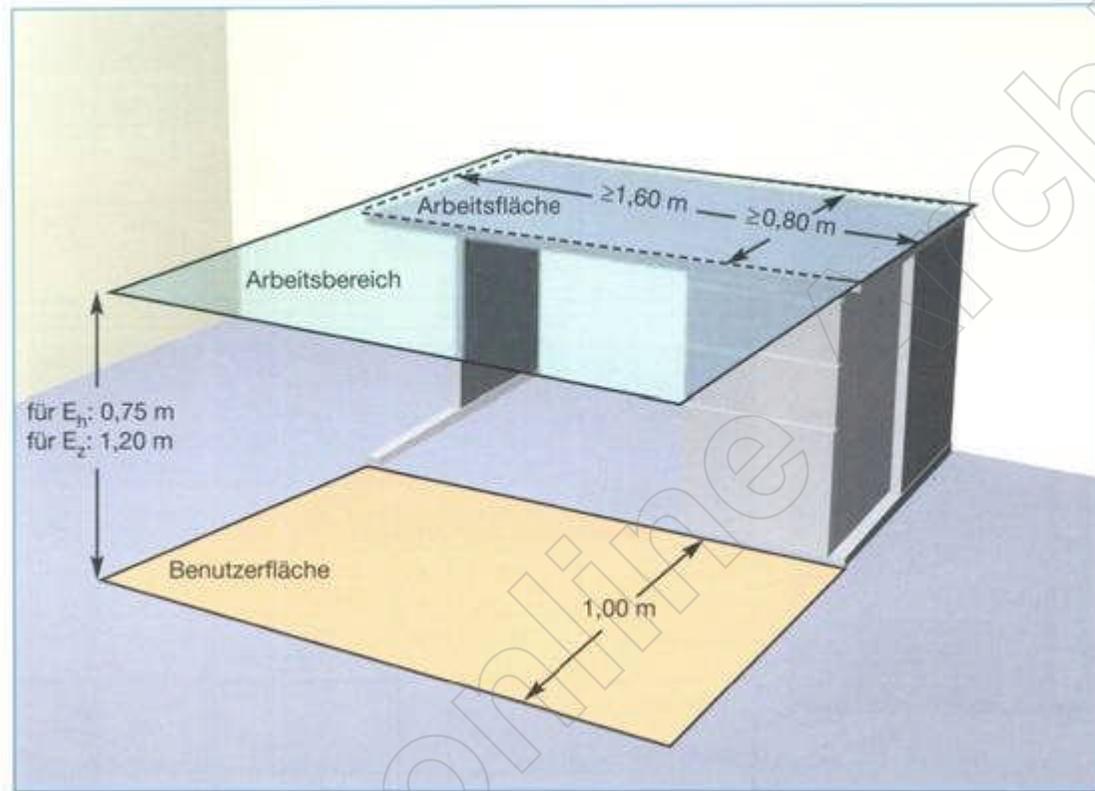


Abbildung 55c: Vertikale Bewertungsflächen



Der Arbeitsbereich "Bildschirm- und Büroarbeit" setzt sich aus den projizierten Flächen der Arbeitsfläche und der Benutzerfläche nach DIN 4543-1 des Bildschirmarbeitsplatzes in 0,75 m Höhe über dem Boden zusammen (siehe auch Abbildung 56).

Abbildung 56: Arbeitsbereich "Bildschirm- und Büroarbeit"



Das Beleuchtungsniveau wird neben den horizontalen Beleuchtungsstärken auch von den zylindrischen und vertikalen Beleuchtungsstärken sowie deren Gleichmäßigkeit und ihrer Verteilung auf der jeweiligen Bewertungsfläche bestimmt (Abbildung 57).

Abbildung 57: Ermittlung der horizontalen, zylindrischen und vertikalen Beleuchtungsstärke (schematische Darstellung)

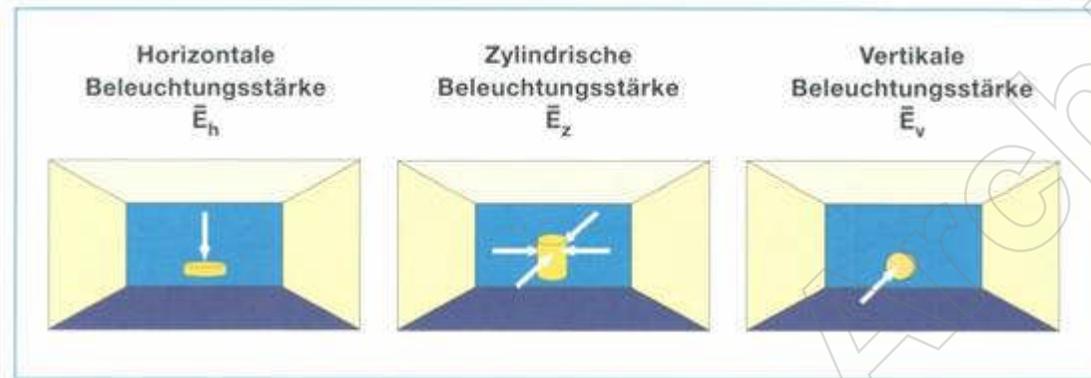
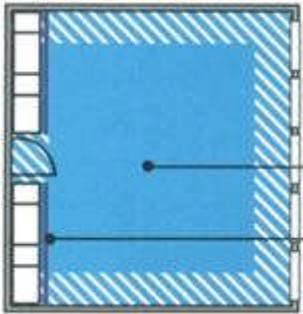
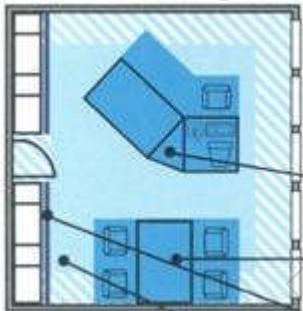


Abbildung 58: Wartungswerte der Beleuchtungsstärke

Raumbezogene Beleuchtung	Arbeitsbereich/ Umgebungsbereich	Mittlere horizontale Beleuchtungsstärke		Mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke		Mittlere vertikale, Beleuchtungsstärke auf Schrank- und Regalflächen	
		\bar{E}_h [lx]	g_1	\bar{E}_z [lx]	g_1	\bar{E}_v [lx]	g_1
	Raum	500	0,60	175 $\bar{E}_z \geq 0,33 \bar{E}_h$	0,50	-	-
	Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen	-	-	-	-	175	0,50
	Bildschirm- und Büroarbeit	500	0,60	175 $\bar{E}_z \geq 0,33 \bar{E}_h$	0,50	-	-
	Besprechung	500	0,60	175 $\bar{E}_z \geq 0,33 E_h$	0,50	-	-
	Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen	-	-	-	-	175	0,50
	Umgebungsbereich	300	0,60	100 $\bar{E}_z \geq 0,33 \bar{E}_h$	0,50	-	-

<p>Teilflächenbezogene Beleuchtung</p>	Teilfläche mindestens 600 mm * 600 mm	750	0,70	-	-	-	-
	Bildschirm- und Büroarbeit inklusive Teilfläche	500	$E_{\min} \geq 300 \text{ lx}$	150 $\bar{E}_z \geq 0,33 E_h$	0,50	-	-
	Besprechung	500	0,60	175 $\bar{E}_z \geq 0,33 \bar{E}_h$	0,50	-	-
	Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen	-	-	-	-	175	0,50
	Umgebungsbereich	300	0,50	100 $\bar{E}_z \geq 0,33 \bar{E}_h$	0,50	-	-

\bar{E} mittlere Beleuchtungsstärke

\bar{E}_z mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke

E_{\min} - minimale Beleuchtungsstärke

\bar{E}_v mittlere vertikale Beleuchtungsstärke

\bar{E}_h mittlere horizontale Beleuchtungsstärke g_1 Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärken $g_1 = E_{\min} / \bar{E}$

Die in Abbildung 58 aufgeführten mittleren Beleuchtungsstärken sind Wartungswerte. Werden diese Werte erreicht, muss die Beleuchtungsanlage gewartet werden. Die Beleuchtungsstärke geht im Verlaufe des Betriebes einer Beleuchtungsanlage aufgrund der Alterung bzw. Verschmutzung von Lampen, Leuchten und des Raumes zurück. Daher muss bei der Planung der Beleuchtungsanlage von einem höheren mittleren Beleuchtungsstärkewert (Planungswert) ausgegangen werden. Dieser Wert ergibt sich aus dem Wartungsfaktor, den der Lichtplaner unter Berücksichtigung des Alterungs- bzw. Verschmutzungsverhaltens von Lampen, Leuchten und des Raumes festzulegen hat. Bei Fehlen von Daten für die spezifische Planung der Beleuchtungsanlage, aber auch für eine überschlägige Projektierung, sollte z.B. für ein dreijähriges Wartungsintervall von einem Wartungsfaktor von 0,67 bei einer sauberen Raumatmosphäre ausgegangen werden (Abbildung 59).

Abbildung 59: Empfohlene Wartungs- und Planungsfaktoren für ein 3-jähriges Wartungsintervall

Anwendungsbeispiel	Wartungsfaktor w	Planungsfaktor p
Saubere Raumatmosphäre	0,67	1,50 *
Starke Verschmutzung, z.B. durch Rauchen	0,50	2,00

Berechnungsbeispiele für den Planungswert der mittleren Beleuchtungsstärke

w

- Wartungsfaktor

p

- Planungsfaktor

\bar{E}_w

- Wertungswert der mittleren Beleuchtungsstärke

\bar{E}_p

- Planungswert der mittleren Beleuchtungsstärke

$$\bar{E}_p = p * \bar{E}_w$$

$$p = 1 / w$$

Bei einem Wertungswert der mittleren horizontalen Beleuchtungsstärke von z.B. $\bar{E}_w = 500$ Lux, ergibt sich für eine saubere Raumluft ein Planungswert der mittleren horizontalen Beleuchtungsstärke von 750 Lux.

$$\bar{E}_p = 1,50 * 500 \text{ Lux} = 750 \text{ Lux}$$

* angenähert

Leuchtdichteverteilung

Die Leuchtdichte ist die lichttechnische Kenngröße für die Helligkeit.

Neben der Beleuchtungsstärke beeinflusst die Farbgebung den Helligkeitseindruck eines Raumes oder einzelner Flächen.

Zur Erreichung einwandfreier Sehbedingungen ist ein ausgewogenes Leuchtdichteverhältnis im Gesichtsfeld erforderlich. Dies liegt vor, wenn z.B. ein Verhältnis der Leuchtdichten

- zwischen Arbeitsfeld (z.B. Papier) und näherem Umfeld (z.B. Arbeitstisch) von 3 : 1 sowie
- zwischen ausgedehnten Flächen der Arbeitsumgebung (z.B. Wände) und dem Arbeitsfeld (z.B. Bildschirm) von 10 : 1

erreicht wird.

Zu geringe Leuchtdichteunterschiede sind zu vermeiden, da sie einen monotonen Raumeindruck bewirken.

Eine ausreichende Aufhellung der Raumbegrenzungsflächen wird erreicht, wenn durch entsprechende Farbgestaltung die Reflexionsgrade

- der Decke im Bereich von 0,7 bis 0,9,
- der Wände im Bereich von 0,5 bis 0,8,
- des Bodens im Bereich von 0,2 bis 0,4 liegen.

Für Arbeitsflächen, Einrichtungen und Geräte werden Reflexionsgrade im Bereich von 0,2 bis 0,7 sowie Glanzgrade von matt bis seidenmatt (60°-Reflektometerwert ≤ 20) empfohlen.

Begrenzung der Direktblendung

Störende Direktblendung kann durch helle Flächen, z.B. von Leuchten, Fenstern oder beleuchteten Flächen im Raum, im Gesichtsfeld auftreten und muss begrenzt werden.

Die Bewertung der psychologischen Blendung durch Leuchten erfolgt durch das UGR-(Unified Glare Rating) Verfahren nach DIN EN 12464-1. In Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen darf der UGR -Wert nicht größer als 19 sein, unabhängig vom Beleuchtungsniveau.

Begrenzung der Reflexblendung

Auch Reflexionen (Spiegelungen) können zu störenden Blendungen führen. Diese so genannte Reflexblendung entsteht durch Spiegelungen hoher Leuchtdichten auf glänzenden Flächen, z.B. auf dem Bildschirm.

Reflexionen auf dem Bildschirm, hervorgerufen durch Fenster, Leuchten oder andere Flächen mit hohen Leuchtdichten, können durch Kontrastminderung die Qualität der Bildschirmanzeige verschlechtern (Abbildung 61). Um dies zu vermeiden, dürfen in Abhängigkeit von der Reflexionsklasse (bisherige Bezeichnung: Güteklasse der Entspiegelung) und der Darstellungsart (Positiv- oder Negativdarstellung) die Leuchtdichten von Leuchten (ab einem Ausstrahlungswinkel $\gamma = 65^\circ$) und Flächen, die sich auf der Bildschirmanzeige spiegeln, die in Abbildung 60 angegebenen Grenzwerte der mittleren Leuchtdichte nicht überschreiten.

Abbildung 60: Zulässige Leuchtdichtewerte von Leuchten und Flächen, die sich auf dem Bildschirm spiegeln

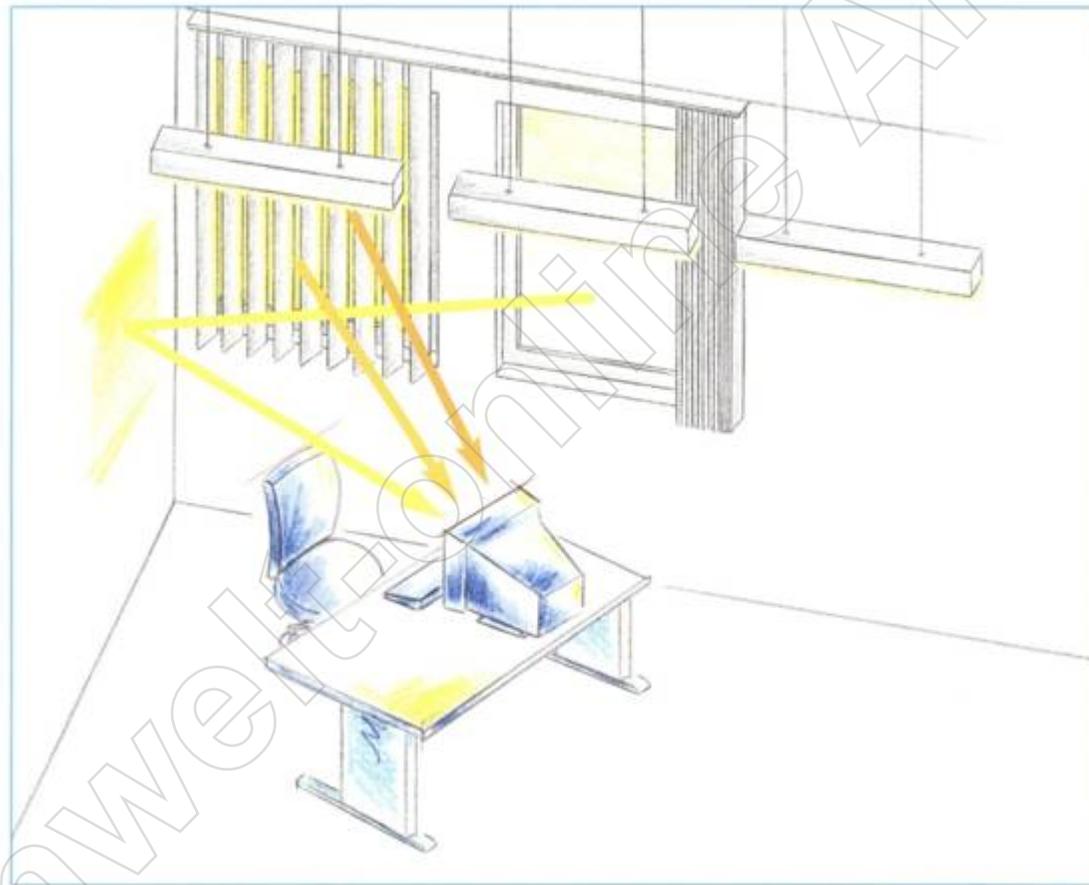
Bildschirme	Mittlere Leuchtdichten von Leuchten und Flächen, die sich auf dem Bildschirm spiegeln
Bildschirme mit Positivdarstellung der Reflexionsklasse I und II	$\leq 1000 \text{ cd/m}^2$
Bildschirme mit Negativdarstellung der Reflexionsklasse I, d.h. mit hochwertiger Entspiegelung	

Bildschirme mit Negativdarstellung der Reflexionsklasse II

$\leq 200 \text{ cd/m}^2$

Bildschirme der Reflexionsklasse III sind für Büroanwendungen nicht geeignet. (Weitere Hinweise zur Entspiegelung von Bildschirmen siehe Abschnitt 7.2.1).

Abbildung 61: Helle Flächen von z.B. Fenstern, Leuchten oder andere Flächen mit hohen Leuchtdichten, die sich im Bildschirm spiegeln



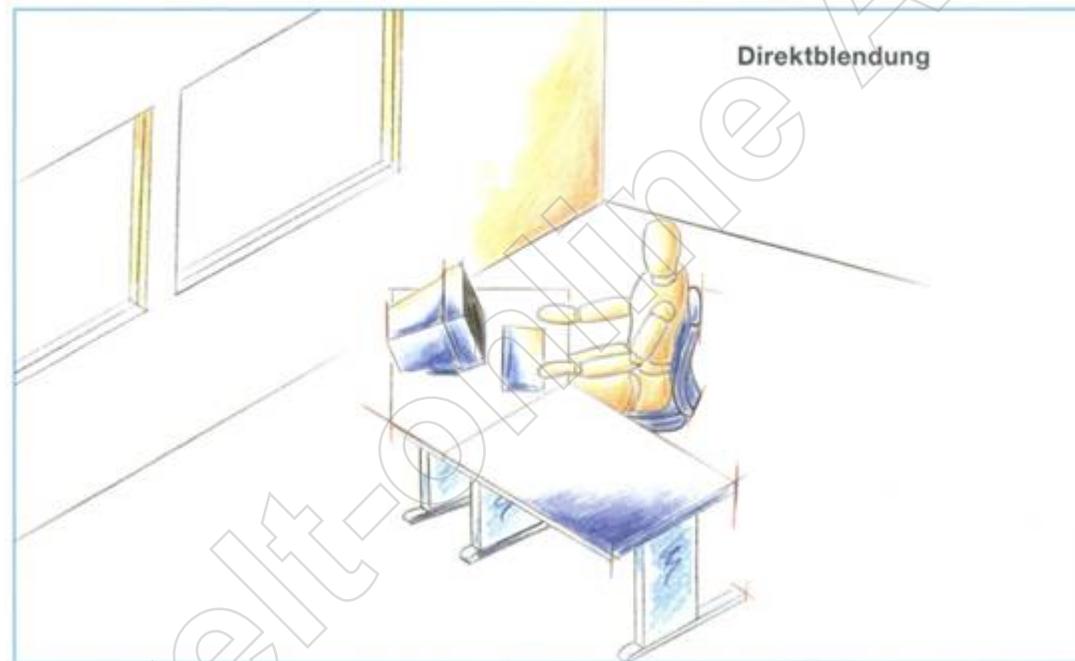
Reflexblendung auf den anderen Arbeitsmitteln wird vermieden, wenn die empfohlenen Glanzgrade eingehalten werden. Darüber hinaus sollte darauf geachtet werden, dass Papierdokumente und Prospekthüllen matt sind.

Außerdem können die Beleuchtungsart und eine entsprechende Anordnung der Leuchten dazu beitragen, Reflexblendung zu vermeiden.

Begrenzung der Blendung durch Tageslicht

Um eine Blendung durch Tageslicht weitgehend zu vermeiden, sollen die Arbeitsplätze möglichst mit einer zur Hauptfensterfront parallelen Blickrichtung und nicht direkt an den Fenstern angeordnet sein. Eine Aufstellung von Bildschirmen vor den Fenstern kann durch große Leuchtdichteunterschiede zwischen Bildschirm und Arbeitsumgebung zur Direktblendung führen (Abbildung 62).

Abbildung 62: Direktblendung durch zu große Helligkeitsunterschiede im Blickfeld, z.B. durch Fenster



Nahe gelegene Fenster im Rücken der Benutzer können sich im Bildschirm spiegeln und zu Reflexblendung führen (Abbildung 63). Weiterhin müssen sowohl zur Begrenzung der Direkt- als auch der Reflexblendung am Bildschirm durch Tageslicht sowie zur Begrenzung zu hoher Beleuchtungsstärken am Bildschirm durch Tageslicht geeignete, verstellbare Licht- bzw. Sonnenschutzvorrichtungen an den Fenstern angebracht sein (Abbildung 64).

Abbildung 63: Reflexblendung durch Reflexionen heller Fensterflächen auf dem Bildschirm



Leuchtdichten von Fensterflächen mit und ohne Sonnenschutzvorrichtungen, die sich im Bildschirm spiegeln, dürfen die in Abbildung 60 angegebenen Leuchtdichtegrenzwerte nicht überschreiten.

Lichtrichtung und Schattigkeit

Am Arbeitsplatz ist eine ausgewogene Schattigkeit anzustreben. Die Beleuchtung soll nicht zu schattenarm sein, da sonst die räumliche Wahrnehmung beeinträchtigt wird. Andererseits ist auch stark gerichtetes Licht, das scharfe sowie lange Schatten bewirkt, zu vermeiden.

Lichtfarbe und Farbwiedergabe

Für die Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen sollen Lampen der Lichtfarben Warm-weiß oder Neutralweiß eingesetzt werden. Um eine gute Farbwiedergabe zu erreichen, ist darauf zu achten, dass die Lampen mindestens den Farbwiedergabeindex $R_a = 80$ aufweisen.

Flimmerfreiheit

Bei künstlicher Beleuchtung können störende Flimmererscheinungen auftreten, die zu Sehstörungen und Ermüdungen führen. Dies wird durch den Einsatz von elektronischen Vorschaltgeräten verhindert.

Abbildung 64: Anordnung der Bildschirmarbeitsplätze sowie Sonnenschutzvorrichtungen zur Begrenzung der Blendung durch Tageslicht



Weitere Literatur:

BGI 827 "Sonnenschutz im Büro"

BGI 856 "Beleuchtung im Büro"

Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV)

Arbeitsstätten-Richtlinie (ASR) 7/1 "Sichtverbindung nach außen"

- DIN EN 12464-1 "Licht und Beleuchtung; Teil 1 Beleuchtung von Arbeitsstätten; Arbeitsstätten in Innenräumen"
DIN 5034-1 "Tageslicht in Innenräumen; Teil 1 Allgemeine Anforderungen"
DIN 5035-7 "Beleuchtung mit künstlichem Licht; Teil 1 Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen"
DIN 5035-8 "Beleuchtung mit künstlichem Licht; Arbeitsplatzleuchten, Anforderungen, Empfehlungen und Prüfung"

Die Überprüfung der Reflexions- und Glanzgrade kann überschlägig mit Hilfe von Reflexionsgradtafeln und Glanzgradtafeln erfolgen.

Bezugsquellen:

Reflexionsgradtafel:

ecomед Verlagsgesellschaft AG & Co. KG nach DIN 53778
Justus-von-Liebig-Straße 1
D-86899 Landsberg
Telefon: 0 81 91 / 125-0
Telefax: 0 81 91/ 125-526
E-Mail: vertrieb@ecomед.de

Glanzgradtafel:

Institut für Lackprüfung
Andreas Keiner GmbH
Felsweg 16
D-35435 Wettenberg
Telefon: 0641/86-188
Telefax: 06 41/ 86-387
E-Mail: info@institut-lackpruefung.de

7.4.3 Lärm

Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

17. *Bei der Gestaltung des Bildschirmarbeitsplatzes ist dem Lärm, der durch die zum Bildschirmarbeitsplatz gehörenden Arbeitsmittel verursacht wird, Rechnung zu tragen, insbesondere um eine Beeinträchtigung der Konzentration und der Sprachverständlichkeit zu vermeiden.*

Der Beurteilungspegel an Büroarbeitsplätzen soll unter Berücksichtigung der von außen einwirkenden Geräusche möglichst niedrig sein. In abhängig von der Tätigkeit soll der Beurteilungspegel höchstens 55 dB(A) bzw. 70 dB(A) betragen.

Der Beurteilungspegel von höchstens 55 dB(A) ist bei überwiegend geistigen Tätigkeiten einzuhalten. Diese Tätigkeiten sind durch z.B. folgende Anforderungen gekennzeichnet:

- hohe Komplexität mit entsprechenden Schwierigkeiten
- schöpferisches Denken

- Entscheidungsfindung
- Problemlösungen
- einwandfreie Sprachverständlichkeit

Beispiele aus der Praxis hierzu sind:

- wissenschaftliche Tätigkeiten
- Entscheidungen unter Zeitdruck
- weitreichende Entscheidungen
- Sprachverständlichkeit über unterschiedliche Entfernungen

Tätigkeiten, für die der Grenzwert von 70 dB (A) gilt, sind durch z.B. folgende Anforderungen gekennzeichnet:

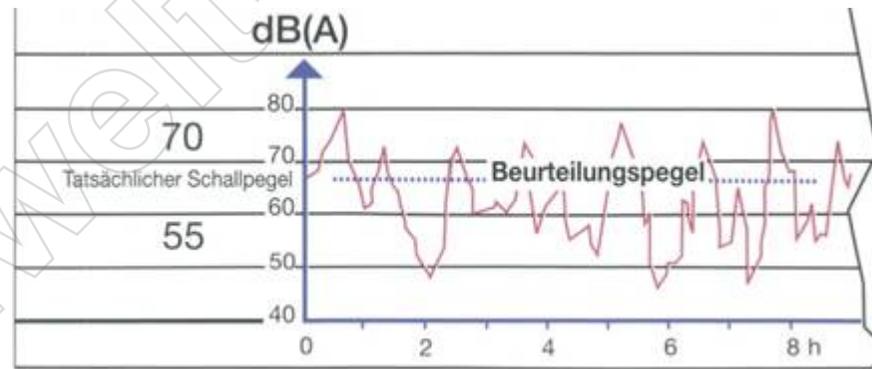
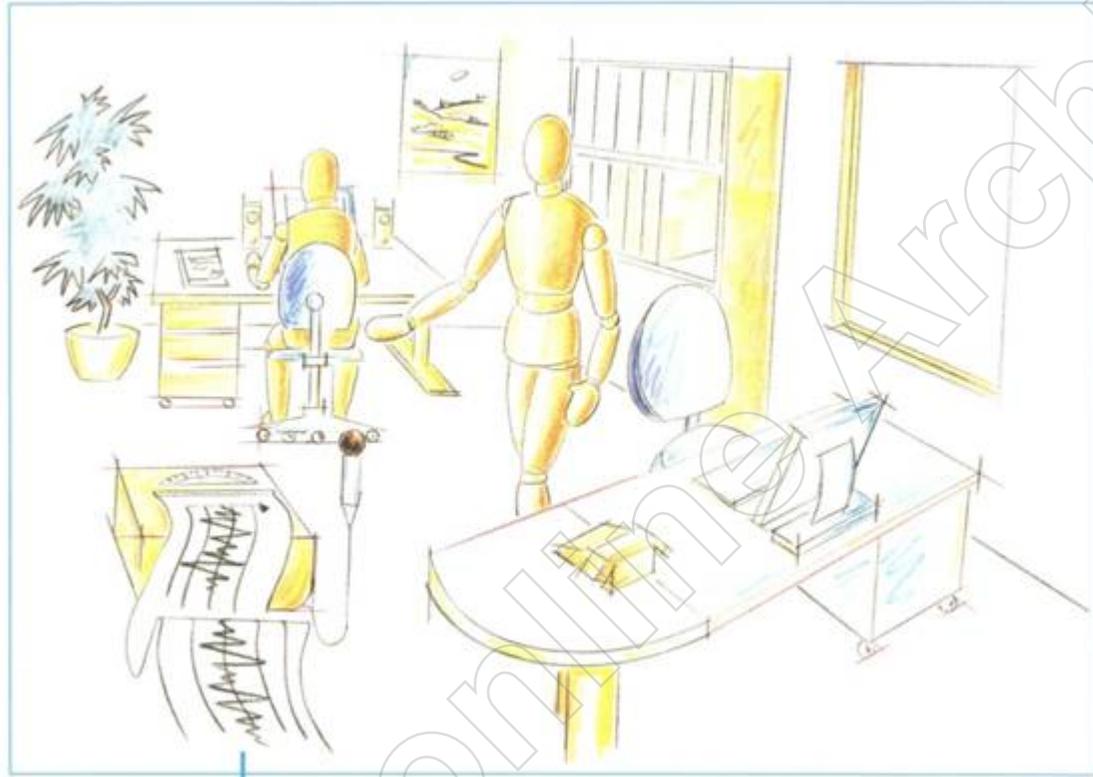
- mittlere Komplexität
- zeitliche Beschränkung
- ähnlich wiederkehrende Aufgaben bzw. Arbeitsinhalte
- befriedigende Sprachverständlichkeit

Beispiele aus der Praxis hierzu sind:

- Disponieren
- Daten- und Texterfassung
- einfache Prüf- und Kontrolltätigkeiten

Die Emissionswerte der eingesetzten Geräte sollen deshalb kleiner als der am Arbeitsplatz zulässige Beurteilungspegel sein (Abbildung 65).

Abbildung 65: Lärmmessung im Büro und Messergebnis (Beurteilungspegel)



Beurteilungspegel am Arbeitsplatz:

- Bei überwiegend geistigen Tätigkeiten ≤ 55 dB(A)
- Bei allen anderen Bürotätigkeiten ≤ 70 dB(A)

Auch Geräusche weit unterhalb dieser Grenzwerte können unangenehm und lästig wirken und dadurch besonders Konzentration, Entscheidungszeiten und Sprachverständigung beeinträchtigen.

Konzentration und Sprachverständigung können insbesondere beeinträchtigt werden durch

- den Informationsgehalt von Geräuschen,
- die Höhe des Schalldruckpegels,
- die Zusammensetzung des Frequenzspektrums und
- die zeitliche Verteilung des Lärms.

Geeignete Maßnahmen zur Lärminderung am Arbeitsplatz sind z.B.:

- Einsatz lärmarmer Arbeitsmittel
- räumliche Trennung von Arbeitsplätzen und Lärmquellen
- schallschluckende Ausführung von Fußboden, Decke, Wänden und Stellwänden
- schalldämpfende Ausführung von Rufstellflächen und Unterlagen
- Verwendung von Schallschutzhauben für Bürogeräte

Weitere Literatur:

Unfallverhütungsvorschrift "Lärm" (BGV B3)

DIN 5018 "Gesundheit im Büro - Fragen und Antworten"

Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV)

DIN EN ISO 7779	"Akustik; Geräuschmessung an Geräten der Informations- und Telekommunikationstechnik"
DIN EN ISO 11690-1	"Akustik; Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen maschinenbestückter Arbeitsstätten; Allgemeine Grundlagen"
VDI 2058 Blatt 3	"Beurteilung von Lärm am Arbeitsplatz unter Berücksichtigung unterschiedlicher Tätigkeiten"
VDI 2569	"Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro"

7.4.4 Raumklima

Ein behagliches Raumklima herrscht vor, wenn Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftbewegung und Wärmestrahlung im Raum als optimal empfunden werden. Dieses Behaglichkeitsempfinden kann individuell differieren und ist vor allem abhängig von Aktivitätsgrad, Bekleidung, Aufenthaltsdauer im Raum und unterliegt tages- und jahreszeitlichen Schwankungen sowie dem persönlichen Empfinden.

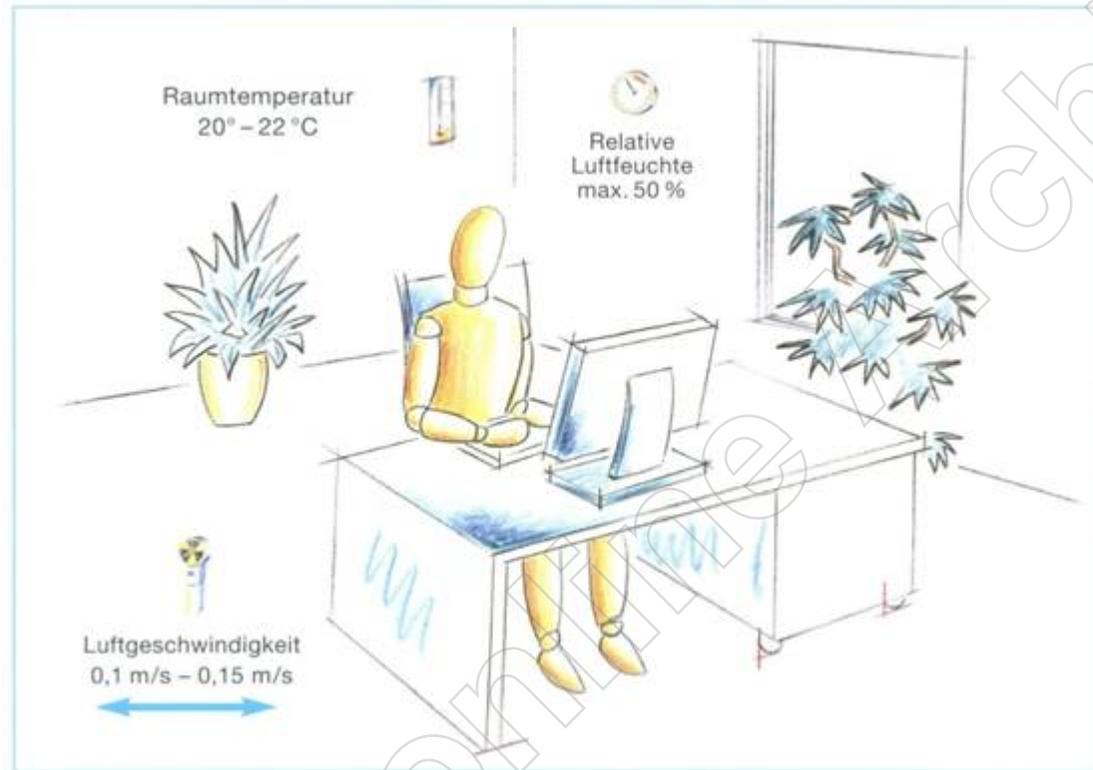
Büroräume sollten vorrangig frei über Fenster gelüftet werden. Untersuchungen zeigen, dass bei freier Fensterlüftung weniger Beschwerden auftreten als bei klimatisierten Büroräumen. Werden bereits raumlufttechnische Anlagen eingesetzt, müssen sie regelmäßig gereinigt, gewartet und ggf. instand gesetzt werden, um gesundheitliche Gefährdungen auszuschließen.

Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

18. *Die Arbeitsmittel dürfen nicht zu einer erhöhten Wärmebelastung am Bildschirmarbeitsplatz führen, die unzutraglich ist. Es ist für eine ausreichende Luftfeuchtigkeit zu sorgen.*

Werden die nachfolgend angegebenen Bereiche der Klimafaktoren eingehalten, wird das Raumklima von einem Großteil der Beschäftigten als behaglich empfunden (Abbildung 66). Wird davon abgewichen, können die Beschäftigten sich in ihrem Wohlbefinden gestört fühlen und ihr Konzentrationsvermögen und ihre Leistungsfähigkeit beeinträchtigt sein.

Abbildung 66: Behaglichkeitsbereich



Die Wärmezufuhr in einem Raum wird nicht nur durch Heizung und Sonneneinstrahlung, sondern auch durch Anzahl und Tätigkeiten (Energieumsatz) der Personen sowie Art und Anzahl der Arbeitsmittel bestimmt. Energiesparende Arbeitsmittel verringern diese Wärmezufuhr.

Die Lufttemperatur in Büroräumen muss mindestens 20 °C betragen. Lufttemperaturen bis 22 °C werden empfohlen. Die Lufttemperatur soll 26 °C nicht überschreiten. Bei darüber liegender Außentemperatur darf in Ausnahmefällen die Lufttemperatur höher sein.

Die Lufttemperatur wird in der Mitte eines Raumes in einer Höhe von 0,75 m über dem Fußboden gemessen.

Um zu hoher Aufheizung der Räume durch Sonneneinstrahlung entgegenzuwirken, sind an Fenstern, Oberlichtern oder Glaswänden wirksame Schutzvorrichtungen gegen direkte Sonneneinstrahlung vorzusehen.

Die Luftgeschwindigkeit im Raum soll bei sitzender Tätigkeit und einer Raumtemperatur von 20 °C bis 22 °C einen Wert von 0,1 m/s bis 0,15 m/s am Arbeitsplatz nicht überschreiten. Bei höheren Raumtemperaturen können höhere Luftgeschwindigkeiten als angenehm empfunden werden.

Die relative Luftfeuchte in Büroräumen mit einer Fensterlüftung ergibt sich durch den Luftaustausch. Eine zusätzliche Befeuchtung der Raumluft ist nicht notwendig und sollte nur dann erfolgen, wenn dies für Produktionsprozesse (z.B. in Druckereien) notwendig ist. Vorhandene raumluftechnische Anlagen mit Luftbefeuchtern sollten so ausgelegt sein, dass die relative Luftfeuchte höchstens 50 % beträgt. Eine zu hohe Luftfeuchte ist deshalb problematisch, da sie die Bildung von Schimmelpilzen unterstützt, die wiederum Ursache für verschiedene Gesundheitsstörungen sein können.

Weitere Literatur:

BGI 827 "Sonnenschutz im Büro"

Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV)

Arbeitsstätten-Richtlinien (ASR), insbesondere ASR 5 "Lüftung" und ASR 6 "Raumtemperaturen"

VDI 6022 Blatt 1 "Hygiene; Anforderungen an raumluftechnische Anlagen und Geräte"

7.4.5 Strahlung

Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

19. *Die Strahlung muss - mit Ausnahme des sichtbaren Teils des elektromagnetischen Spektrums - so niedrig gehalten werden, dass sie für Sicherheit und Gesundheit der Benutzer des Bildschirmgerätes unerheblich ist.*

Die Begriffe Strahlung und Feld werden häufig gleichbedeutend verwendet, wobei man meist im niedrigeren Frequenzbereich von Feldern, im höheren Frequenzbereich von Strahlung spricht.

Die elektromagnetische Strahlung wird in ionisierende und nichtionisierende Strahlung unterschieden.

Bildschirmgeräte

Bei der Arbeit an Bildschirmgeräten kann als ionisierende Strahlung nur die Röntgenstrahlung vorkommen, die ausschließlich bei Kathodenstrahlröhren entsteht und im Glas der Röhre nahezu vollständig absorbiert wird. Die verbleibende Reststrahlung liegt weit unterhalb der natürlichen Umgebungsstrahlung und ist somit für die Sicherheit und Gesundheit unerheblich. Trotzdem unterliegen Kathodenstrahlröhren, wie alle Geräte, die Röntgenstrahlen erzeugen, der Röntgenverordnung und müssen entsprechend gekennzeichnet sein.

Zur nichtionisierenden Strahlung zählen statische Felder, niederfrequente und hochfrequente Felder, Infrarot-Strahlung, sichtbares Licht und Ultraviolett-Strahlung. Im Hinblick auf Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit an Bildschirmgeräten sind vorwiegend nur statische, niederfrequente und hochfrequente Felder zu betrachten.

Das elektrostatische Feld am Arbeitsplatz entsteht sowohl durch die Aufladung des Bildschirmgerätes als auch durch die Aufladung des Benutzers. Maßgeblich für die Stärke des Feldes sind die Leitfähigkeit der Geräteoberfläche, die Beschleunigungsspannung bei CRT- Bildschirmen, die Bewegungen und die Kleidung des Benutzers, die Materialeigenschaften der Einrichtungen und die relative Luftfeuchte im Raum. Die Auswirkungen der elektrostatischen Felder von Bildschirmgeräten auf die Gesundheit sind unerheblich, insbesondere, wenn eine ausreichende Luftfeuchte vorhanden ist.

Abbildung 67: Repräsentative Werte magnetischer Flussdichten von Haushaltsgeräten (50 Hz) in unterschiedlichen Abständen

Gebrauchsabstände sind hervorgehoben. Statt der magnetischen Feldstärke in A/m wird häufig die unten angegebene magnetische Flussdichte in Tesla (T) angegeben. 100 µT (1 µT = 0,000001 Tesla) entsprechen etwa 80 A/M (für Luft und organische Gewebe beträgt der Umrechnungsfaktor 1,256).

Gerät	Magnetische Flussdichte (µT) im Abstand von		
	3 cm	30 cm	1 m
Haarföhn	6 - 2000	0,01 - 7	0,01 - 0,3
Trockenrasierer (Schwinganker)	15 - 1500	0,08 - 9	0,01 - 0,3
Dosenöffner	1000 - 2000	3,50 - 30	0,07 - 1
Bohrmaschine	400 - 800	2 - 3,5	0,08 - 0,2
Staubsauger	200 - 800	2 - 20	0,13 - 2
Mixer	60 - 700	0,60 - 10	0,02 - 0,25
Gasentladungslampe (Leuchtstoff)	40 - 400	0,50 - 2	0,02 - 0,25
Mikrowellengerät	73 - 200	4 - 8	0,25 - 0,6
Lötkolben	105	0,3	< 0,01
Radio (tragbar)	16 - 56	1	< 0,01
Küchenherd	1 - 50	0,15 - 0,5	0,01 - 0,04

Waschmaschine	0,8-50	0,15 - 3	0,01 - 0,15
Bügeleisen	8 - 30	0,12 - 0,30	0,01 - 0,03
Geschirrspüler	3,5 - 20	0,60 - 3	0,07 - 0,3
Tauchsieder (1 kW)	12	0,1	< 0,01
Toaster	7 - 18	0,06 - 0,7	< 0,01
CRT -Bildschirm	5,6 - 10	0,45 - 1,0	0,01 - 0,03
LCD-Bildschirm		< 0,04	
Wäschetrockner	0,3 - 8	0,08 - 0,3	0,02 - 0,06
Wasserkochtopf (1 kW)	5,4	0,08	< 0,01
Computer	0,5 - 3,0	< 0,01	
Kühlschrank	0,5 - 1,7	0,01 - 0,25	< 0,01
Uhr (Netzbetrieb)	300	2,25	< 0,01
Diaprojektor	240	4,5	0,15
Heizofen	0 - 180	0,15 - 5	0,01 - 0,25
Kleintrafo	135 - 150	0,60 - 1,05	0,24
Fernsehgerät	2,5 - 50	0,04 - 2	0,01 - 0,15
Videorecorder	1,5	< 0,1	< 0,01

Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz

Grenzwert für allgemeine Arbeitsplätze (50 Hz): 424 μ T (Mikrotesla)

Bereits nach weniger als einer halben Armlänge, nämlich in 30 cm Abstand von den meisten Geräten, wird der Grenzwert von 424 μ T deutlich unterschritten. Für kürzere Zeiten und lokal begrenzt sind bis zu 2500 μ T akzeptabel. Es gibt große Unterschiede der Emissionen bei verschiedenen Geräteherstellern.

Niederfrequente elektromagnetische Felder entstehen bei Bildschirmgeräten, z.B. durch die Stromversorgung sowie durch die Ansteuerung der

Bildelemente. Die von der Stromversorgung hervorgerufenen Felder entsprechen den sonst im Haushalt oder Büro auftretenden Feldern. Erst bei wesentlich höheren Feldstärken niederfrequenter Felder können biologische Effekte auftreten (Abbildungen 67 und 68).

Die bei der Ansteuerung der Bildelemente entstehenden niederfrequenten Felder sind im Allgemeinen schwächer als die durch die Stromversorgung hervorgerufenen. Nach dem derzeitigen Stand von Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene liegen keine gesicherten Erkenntnisse darüber vor, dass Felder dieser Größenordnungen negative Auswirkungen auf die Gesundheit haben können.

Hochfrequente elektromagnetische Felder entstehen vorwiegend in den verschiedenen Schaltkreisen und Leitungen des Bildschirmgerätes. Aufgrund ihrer geringen Feldstärken haben sie keine Auswirkungen auf die Gesundheit.

Bei Einhaltung der Anforderungen nach dem Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (EMVG) treten auch keine gegenseitigen Störungen benachbarter Geräte, wie Störungen der Darstellung auf dem Bildschirm, auf.

Bildschirmgeräte emittieren außer Licht auch Infrarot-Strahlung und Ultraviolett-Strahlung. Im Vergleich zur künstlichen und natürlichen Beleuchtung am Arbeitsplatz machen diese Strahlungen nur einen unerheblichen Bruchteil aus und sind deshalb zu vernachlässigen. Dabei ist die Strahlungsintensität bei LCD-Bildschirmen noch kleiner als die bei CRT-Bildschirmen.

Abbildung 68: Elektrische Feldstärken in Gebäuden

50 Hz, gemessen in 30 cm Abstand vom Gerät

Gerät	elektrische Feldstärke (V / m)
Boiler	260
Stereoempfänger	180
Bügeleisen	120
Kühlschrank	120
Handmixer	100
Toaster	80
Haarföhn	80
Verdampfer	80
CRT-Bildschirm	60
LCD-Bildschirm (30cm)	7

Kaffeemaschine	60
Staubsauger	50
Uhr (elektrisch)	30
Von außen in das Haus wirkende Felder bei Gebäudeüberspannung	20
Elektrischer Kochherd	8
Glühlampe	5
Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz Grenzwert für allgemeine Arbeitsplätze (50 Hz): 6666 V/m	

Funk-Netzverbindungen

Bei der drahtlosen Kommunikation zwischen Geräten bzw. der drahtlosen Netzwerkanbindung kommen zahlreiche Standards zur Anwendung. Die einzelnen Funkstandards verwenden funktechnisch zugeordnete Frequenzbänder und unterscheiden sich z.B. hinsichtlich ihrer Kanalzahl, Übertragungsrate und Sendeleistung. In der Regel handelt es sich hierbei um die Standards Bluetooth (im Nahbereich) und WLAN (Wireless Local Area Net) im Bereich weiträumiger PC-Netze.

Bluetooth ermöglicht die kabellose und mobile Verbindung verschiedener Geräte zur Telekommunikation und Datenverarbeitung (z.B. PC, Laptop und Palmtop, Organizer, Drucker, Scanner). Bluetooth zielt dabei vorrangig auf die Kopplung von Peripheriegeräten und PCs im Bürobereich und verfügt über drei Leistungsklassen: 1 mW für Anwendungen im engeren Nahbereich bis ca. 10 cm, 2,5 mW im Bereich des Büroarbeitsplatzes bis ca. 10 m sowie 100 mW für Entfernungen bis ca. 100 m. Der Schwerpunkt der Anwendungen von Bluetooth liegt aufgrund seines Zielbereichs auf den beiden niedrigeren Leistungsklassen. Bluetooth arbeitet in einem Frequenzband bei ca. 2,4 GHz (Gigahertz, 1 GHz = 10^9 Hertz [Hz]).

Zur Überbrückung größerer Entfernungen und insbesondere auch für die Bildung weiträumiger PC-Netzwerke über Funk kommt WLAN zur Anwendung. Hier liegen die drei Leistungsklassen je nach Frequenzbereich bei 100 mW, 200 mW und 1 W. **WLAN** nutzt zwei verschiedene Frequenzbänder bei 2,4 GHz und bei 5 GHz.

Funk-Netzverbindungen strahlen hochfrequente elektromagnetische Felder ab. Die insgesamt abgestrahlte Leistung liegt mit maximal 1 W im Bereich der Werte, wie sie z.B. durch Mobilfunkgeräte (Handys) erreicht werden können. Die maximale Sendeleistung liegt je nach Netzgüte im D-Netz bei 2 W und im E-Netz bei 1 W. Im Bürobereich werden vorwiegend WLAN -Systeme mit den geringeren Leistungen von 100 mW oder 200 mW eingesetzt, die in etwa den durchschnittlichen Sendeleistungen von Mobiltelefonen und der maximalen Sendeleistung von schnurlosen DECT-Telefonen entsprechen.

Für die bei den Funkanwendungen Bluetooth und WLAN benutzten Frequenzbereiche legt die Unfallverhütungsvorschrift "Elektromagnetische Felder" (BGV B11) Grenzwerte für die Exposition des Menschen durch hochfrequente elektromagnetische Felder fest. Ziel dieser Grenzwerte ist es, die Gesundheit des Menschen vor möglichen Schäden durch hochfrequente elektromagnetische Strahlung zu schützen. Überschreitungen dieser Grenzwerte wurden bei Bluetooth- und WLAN-Anwendungen bisher nicht festgestellt. Auch gesundheitliche Schäden, die durch die elektromagnetischen Felder bei der Datenübertragung per Funk hervorgerufen werden können, sind bisher nicht bekannt.

Untersuchungen haben ergeben, dass die Exposition durch hochfrequente elektromagnetische Felder bei WLAN-Funk-Netzverbindungen etwa in der gleichen Größenordnung liegt wie bei anderen Hochfrequenzanwendungen, wie Mobilfunkbasisstationen, Fernseh- und Rundfunksendern.

Bei Untersuchungen an einem WLAN -System mit einer Frequenz von 2,46 GHz und einer Sendeleistung von 100 mW zeigte sich in einem Abstand von 50 cm von der Antenne eine elektrische Feldstärke von 6 V/m. Dies entspricht etwa einem Zehntel des Grenzwertes nach der BGV B11. Je nach räumlichen Gegebenheiten kann man davon ausgehen, dass diese Werte mit zunehmender Nähe zu dem betreffenden Gerät mehr oder weniger stark ansteigen.

Im Sinne der Minimierung der Strahlenexposition sollte darauf geachtet werden, dass bei dauerhaftem Aufenthalt an einem Arbeitsplatz, der mit einem WLAN -Funksystem höherer Leistung ausgestattet ist, ein Abstand von einigen zehn Zentimetern von der Funkantenne eingehalten wird. Es ist davon auszugehen, dass dieser Abstand u.a. aufgrund der anzustrebenden ergonomisch günstigen Arbeitshaltung bei Tätigkeiten an Bildschirmarbeitsplätzen in der Regel gegeben ist oder sogar deutlich überschritten wird.

Eine Expositionsminimierung sollte bei WLAN-Anwendungen generell durch günstige Anbringung (möglichst große Abstände zu den Arbeitsplätzen) und entsprechende Ausrichtung der Antennen angestrebt werden.

Die Stärke der elektromagnetischen Felder, die von Bluetooth-Anwendungen mit 1 mW oder 2,5 mW ausgeht, ist trotz der anzunehmenden geringeren Entfernung zwischen Anwender und Bluetooth-Geräten (wie z.B. bei Funktastatur oder Funkmaus) zu vernachlässigen.

Zusammenfassend bestehen auch nach einer Einschätzung des Bundesamtes für Strahlenschutz unter Berücksichtigung des derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstandes keine Gesundheitsgefahren durch die Anwendung hochfrequenter elektromagnetischer Felder bei Funk-Netzverbindungen.

Weitere Literatur:

Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (EMVG)

Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen (Röntgenverordnung - RöV) (CHV 14)

Unfallverhütungsvorschrift "Elektromagnetische Felder" (BGV B11)

BG-Regel "Elektromagnetische Felder" (BGR B11)

DIN VDE 0848-1 "Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern; Definitionen, Mess- und Berechnungsverfahren"

DIN VDE 0870-1 "Elektromagnetische Beeinflussung (EMF); Begriffe"

Scheidt-Illig, R.; Schiele, R.: Elektromagnetische Felder - "Elektrosmog" - eine Übersicht; Arbeitsmed., Sozialmed., Umweltmed., 41, 9, 2006

Strahlung und Strahlenschutz, Bundesamt für Strahlenschutz, 2004

TCO '03 "Displays; CRT-Displays; Version 2.0"

TCO '03 "Displays; Flat-Panel-Displays; Version 2.0"

7.5 Zusammenwirken Mensch - Arbeitsmittel (Software-Ergonomie)

Die Darstellung auf dem Bildschirm wird sowohl durch die Software als auch durch die Hardware beeinflusst. Grundvoraussetzung für eine gute Darstellung ist deshalb die Erfüllung der Anforderungen des Abschnittes 7.2.1, insbesondere in Verbindung mit der eingesetzten Software. Dabei kann die eingesetzte Software nur dann sinnvoll beurteilt werden, wenn die zu bearbeitenden Aufgaben klar umrissen sind und feststeht, welche Nutzer mit welchen Fähigkeiten damit arbeiten sollen. Dies wird durch den so genannten Nutzungskontext beschrieben, der die Benutzer, die Aufgaben, die Arbeitsmittel (Hardware, Software und Materialien) sowie die physikalische und soziale Umgebung umfasst.

Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

20. *Die Grundsätze der Ergonomie sind insbesondere auf die Verarbeitung von Informationen durch den Menschen anzuwenden.*
21. *Bei Entwicklung, Auswahl, Erwerb und Änderung von Software sowie bei der Gestaltung der Tätigkeit an Bildschirmgeräten hat der Arbeitgeber den folgenden Grundsätzen, insbesondere im Hinblick auf die Benutzerfreundlichkeit, Rechnung zu tragen.*

Die Software muss gebrauchstauglich sein, d.h. sie sollte gewährleisten, dass Benutzer ihre Arbeitsaufgabe effektiv¹⁰, effizient¹¹ und zufriedenstellend erledigen können.

Dies setzt voraus, dass die Grundsätze der Dialoggestaltung, wie

- Aufgabenangemessenheit,
- Selbstbeschreibungsfähigkeit,
- Steuerbarkeit,
- Fehlertoleranz,

- Erwartungskonformität,
- Individualisierbarkeit,
- Lernförderlichkeit

beachtet und realisiert werden.

Bei der Darstellung von Informationen sollten die Erkenntnisse bezüglich

- Organisation von Informationen,
- Verwendung grafischer Objekte
- Gebrauch von Kodierverfahren

berücksichtigt werden.

Eine optimale Nutzung der Software wird noch nicht allein durch die Gebrauchstauglichkeit erreicht; hinzukommen muss die Bereitschaft des Nutzers, mit der Software die Aufgaben motiviert und in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess zu bearbeiten. Dies ist nur in einem hochwertigen Nutzungskontext mit angemessenen ergonomischen Bedingungen sowie aktivierenden sozialen Beziehungen und Strukturen möglich.

Das bedeutet unter anderem, dass die Software die sozialen Beziehungen im Unternehmen nicht belasten darf - beispielsweise durch einen schnellen Wechsel der Versionen, der dazu führt, dass Mitarbeiter mit unterschiedlichen nicht kompatiblen Versionen arbeiten. Dies kann zu Konflikten sowie Problemen in der Zusammenarbeit führen und das Betriebsklima belasten. Eine gebrauchstaugliche Software hat schließlich auch nur dann einen hohen Nutzen, wenn Führungskräfte und soziale Beziehungen im Unternehmen einen motivierten Umgang mit der Software fördern (zum Beispiel durch Beteiligung der Mitarbeiter an der Gestaltung der Arbeitsprozesse, umfassende Informationen oder die Möglichkeiten Verbesserungsprozesse einleiten zu können).

Erst wenn die Software optimal in einem solchen hochwertigen Nutzungskontext verwendet wird, kann von Nutzungsqualität gesprochen werden.

Der Begriff der Nutzungsqualität der Software beschreibt also die Gebrauchstauglichkeit der Software in einem hochwertigen Nutzungskontext. In dieser erweiterten Perspektive rückt neben dem gesunden, sicheren und angemessenen Umgang mit der Software zusätzlich die Qualität der sozialen Beziehungen und Strukturen (z.B. Art der Zusammenarbeit, Kommunikationswege, Führungsstil) sowie der kontinuierliche Verbesserungsprozess ins Blickfeld.

Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

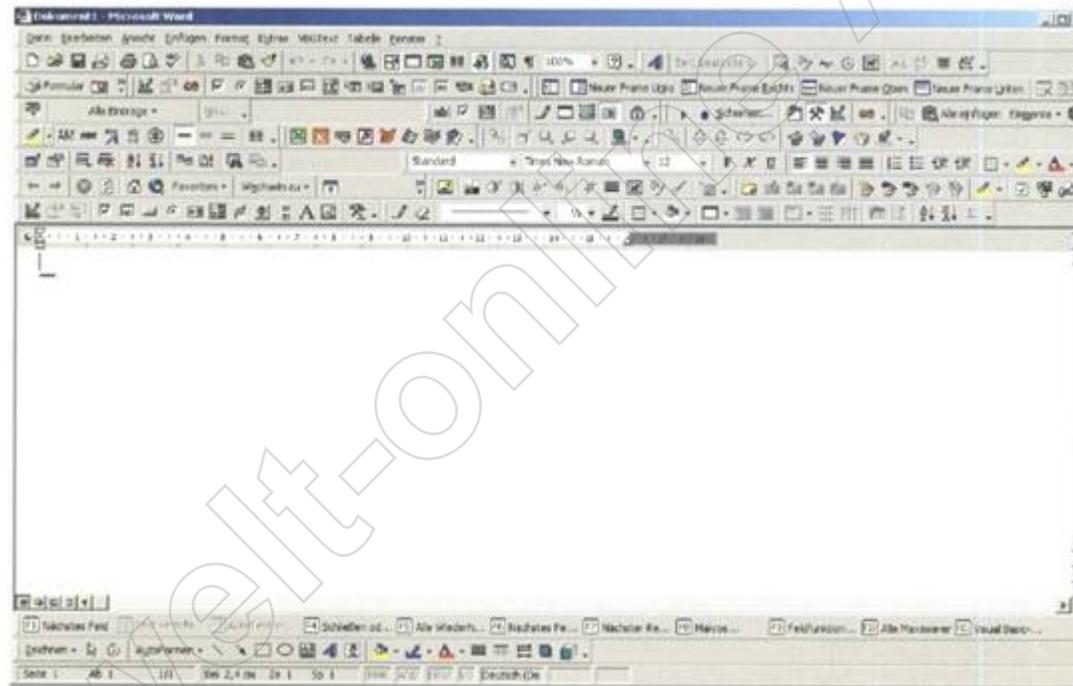
- 21.1 Die Software muss an die auszuführende Aufgabe angepasst sein.

Diese Anforderung wird unter dem Begriff "Aufgabenangemessenheit" behandelt.

Aufgabenangemessenheit

Ein Dialog ist aufgabenangemessen, wenn er den Benutzer unterstützt, seine Arbeitsaufgabe effizient zu erledigen (d.h. ohne unnötige Beanspruchungen) (Abbildung 69).

Abbildung 69: Aufgabenangemessenheit (Negativbeispiel)



Auf der Basis der auszuführenden Tätigkeiten ist ein Anforderungsprofil an die Software zu erstellen. Sofern sich Arbeitsschritte aus der Eigenschaft des Systems ergeben, nicht jedoch aus den Aufgaben der Benutzer, sollen sie im Allgemeinen vom System selbst ausgeführt werden. Die Software soll keine Veränderung der Arbeitsabläufe erfordern, die im Gegensatz zur tätigkeitsbedingten zeitlichen Reihenfolge stehen. Dies schließt nicht aus, dass bei organisatorischen Änderungen die Arbeitsabläufe geprüft und gegebenenfalls verbessert werden.

Die verwendeten Begriffe und Symbole müssen den arbeitsspezifischen Regelungen entsprechen sowie widerspruchsfrei, eindeutig und möglichst abkürzungsfrei sein. Dies gilt beispielsweise für Funktionsbeschreibungen, Bildschirmmasken, Hilfetexte, sonstige Darstellungen auf dem Bildschirm sowie Benutzerhandbücher.

Praktische Anforderungen:

- Unnötige Arbeitsschritte vermeiden (z.B. nach der Eingabe einer Postleitzahl sollte der zugehörige Ort angeboten werden und nicht zusätzlich eingegeben werden müssen).
- Automatische Cursorpositionierung zum nächsten Bearbeitungsfeld.

Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

- *21.2 Die Systeme müssen den Benutzern Angaben über die jeweiligen Dialogabläufe unmittelbar oder auf Verlangen machen.*

Diese Anforderung wird unter dem Begriff "Selbstbeschreibungsfähigkeit" behandelt (Abbildung 70).

Selbstbeschreibungsfähigkeit

Ein Dialog ist selbstbeschreibungsfähig, wenn jeder einzelne Dialogschritt durch Rückmeldung des Dialogsystems unmittelbar verständlich ist oder dem Benutzer auf Anfrage erklärt wird. Nach jeder Handlung der Benutzer sollte das Dialogsystem eine Rückmeldung in aufgabenangemessener Form geben.

Um den Benutzern die Dialogschritte verständlich zu machen, sollten bei der Gestaltung von Rückmeldungen und Erläuterungen folgende Gesichtspunkte beachtet werden:

- Anpassung an die Kenntnisse der Benutzer,
- Verwendung einheitlicher und eindeutiger Begriffe, Zeichen, Symbole und Signale,
- Bezugnahme auf die aktuelle Anwendungssituation,
- Anzeige von Zustandsänderungen des Dialogsystems,
- Informationen über erforderliche Benutzeraktionen.

Abbildung 70: Selbstbeschreibungsfähigkeit: Auswahlmöglichkeiten für die Schriftart. Die aktuell ausgewählte Schriftart wird durch ✓ gekennzeichnet



Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

- 21.3 Die Systeme müssen den Benutzern die Beeinflussung der jeweiligen Dialogabläufe ermöglichen sowie eventuelle Fehler bei der Handhabung beschreiben und deren Beseitigung mit begrenztem Arbeitsaufwand erlauben.

Diese Anforderungen werden unter den Begriffen "Steuerbarkeit" und "Fehlertoleranz" behandelt (Abbildungen 71 und 72).

Steuerbarkeit

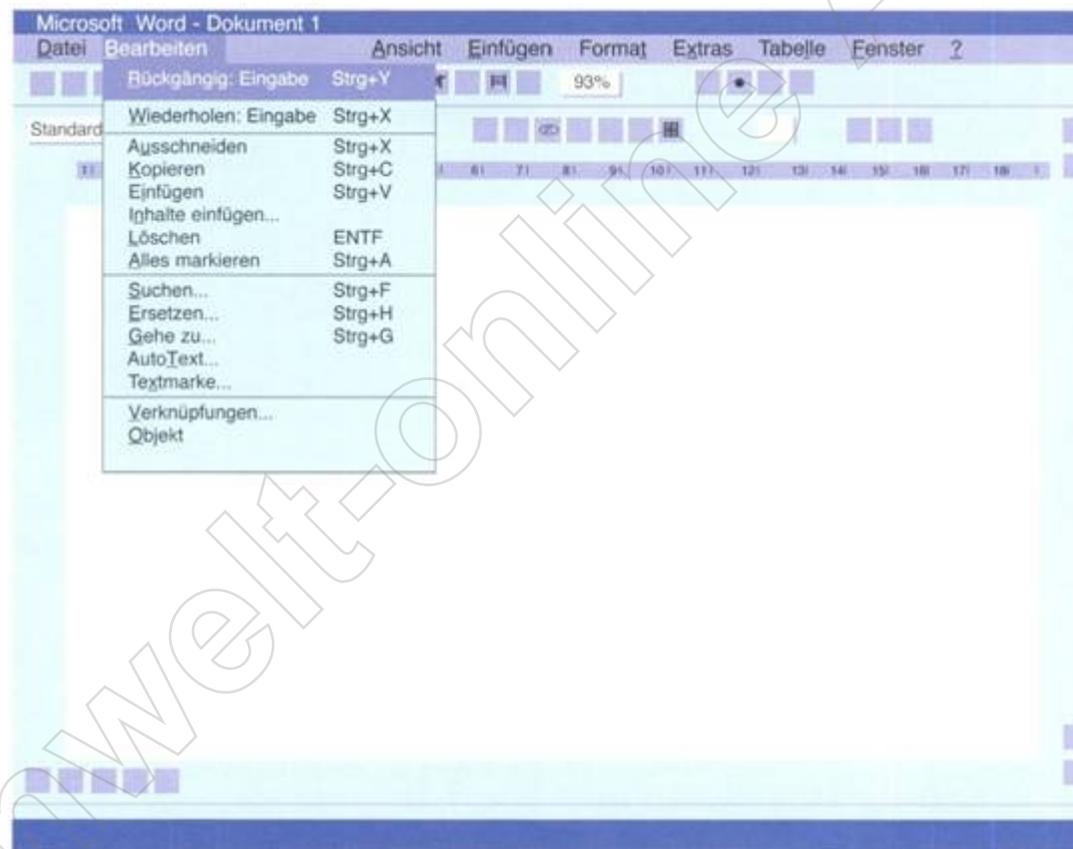
Ein Dialog ist steuerbar, wenn der Benutzer in der Lage ist, den Dialogablauf zu starten sowie seine Richtung und Geschwindigkeit zu beeinflussen, bis das Ziel erreicht ist.

Ein Dialogsystem ist steuerbar, wenn es

- die Benutzer nicht in einen bestimmten Arbeitsrhythmus zwingt,

- den Benutzern ermöglicht, in für sie leicht überschaubaren Dialogschritten vorzugehen und gegebenenfalls eine Zusammenfassung von einzelnen Dialogschritten vorzunehmen,
- den Benutzern die Rücknahme mindestens des letzten Dialogschrittes erlaubt, sofern der ursprüngliche Anwendungszustand wiederherstellbar ist und die Arbeitsaufgaben dies zulassen,
- den Benutzern erlaubt, den Dialog unterbrechen oder beenden zu können, soweit dies bei den vorgegebenen Arbeitsaufgaben möglich ist. Hierbei sollen die Benutzer entscheiden können, ob der Dialog an der Unterbrechungsstelle fortgeführt wird,

Abbildung 71: Steuerbarkeit: Rücknahme von Dialogschritten

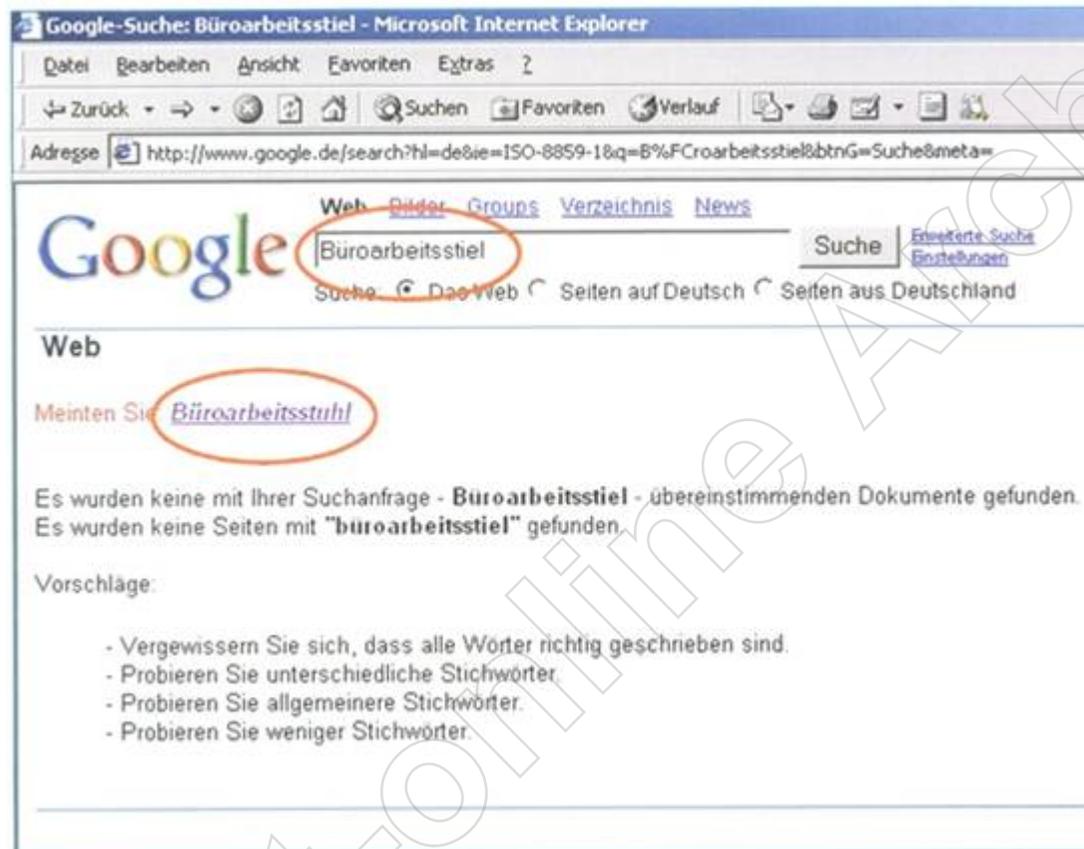


- den Benutzern ermöglicht, zwischen Anwendungen zu wechseln, deren Benutzung zur Erfüllung der Arbeitsaufgabe erforderlich ist, sowie Daten (z.B. Zeichen, Grafikelemente) zwischen diesen Anwendungen auf eine einfache Art und Weise auszutauschen,
- die Benutzer in die Lage versetzt, sich in internen vernetzten Systemen sicher bewegen zu können.

Die zur Realisierung der Steuerbarkeit zu treffenden Maßnahmen dürfen nicht die aufgabenbedingte Funktionserfüllung am Arbeitsplatz beeinträchtigen.

Wenn die Realisierung dieser Anforderung anderweitige ergonomische Nachteile für den Benutzer nach sich zieht (z.B. übermäßig verlängerte Antwortzeiten bei nicht ausreichender Systemleistung), ist dem wichtigeren Kriterium der Vorzug zu geben. Jedoch müssen Systeme, die die Rücknahme von Dialogschritten teilweise erlauben, eine Warnung vor jedem nicht rücknehmbaren Schritt geben.

Abbildung 72: Fehlertoleranz



Fehlertoleranz

Ein Dialog ist fehlertolerant, wenn das beabsichtigte Arbeitsergebn trotz erkennbar fehlerhafter Eingaben entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand durch den Benutzer erreicht werden kann (Abbildung 72).

Dialoge sind fehlertolerant, wenn u.a.

- das Dialogsystem sicherstellt, dass Eingaben der Benutzer nicht zu undefinierten Zuständen oder einem Systemzusammenbruch führen,
- Fehlermeldungen verständlich, sachlich, konstruktiv und einheitlich strukturiert formuliert sind und entsprechend angezeigt werden,

- eine Fehlermeldung in angemessener Weise Informationen über Auftreten und Art des Fehlers enthält sowie Korrekturmöglichkeiten aufzeigt,
- das Prüfen, Verändern sowie Kontrollieren von Eingaben vor deren Ausführung möglich ist und Befehle mit großer Tragweite einer zusätzlichen Bestätigung bedürfen,
- die Benutzer bei automatischer Fehlerkorrektur des Dialogsystems über Korrekturmöglichkeiten sowie deren Ausführung informiert werden und Gelegenheit erhalten, diese zu beeinflussen,
- die Benutzer die Möglichkeit erhalten, Fehlerkorrekturen gegebenenfalls aufzuschieben.

Anhang der Bildschirmarbeitsverordnung

- *21.4 Die Software muss entsprechend den Kenntnissen und Erfahrungen der Benutzer im Hinblick auf die auszuführende Aufgabe angepasst werden können.*

Diese Anforderung wird hauptsächlich unter den Begriffen "Erwartungskonformität" und "Individualisierbarkeit" behandelt (Abbildung 73).

Erwartungskonformität

Ein Dialog ist erwartungskonform, wenn er konsistent ist und den Merkmalen des Benutzers entspricht, z.B. den Kenntnissen aus dem Arbeitsgebiet, der Ausbildung und der Erfahrung des Benutzers sowie den allgemein anerkannten Konventionen.

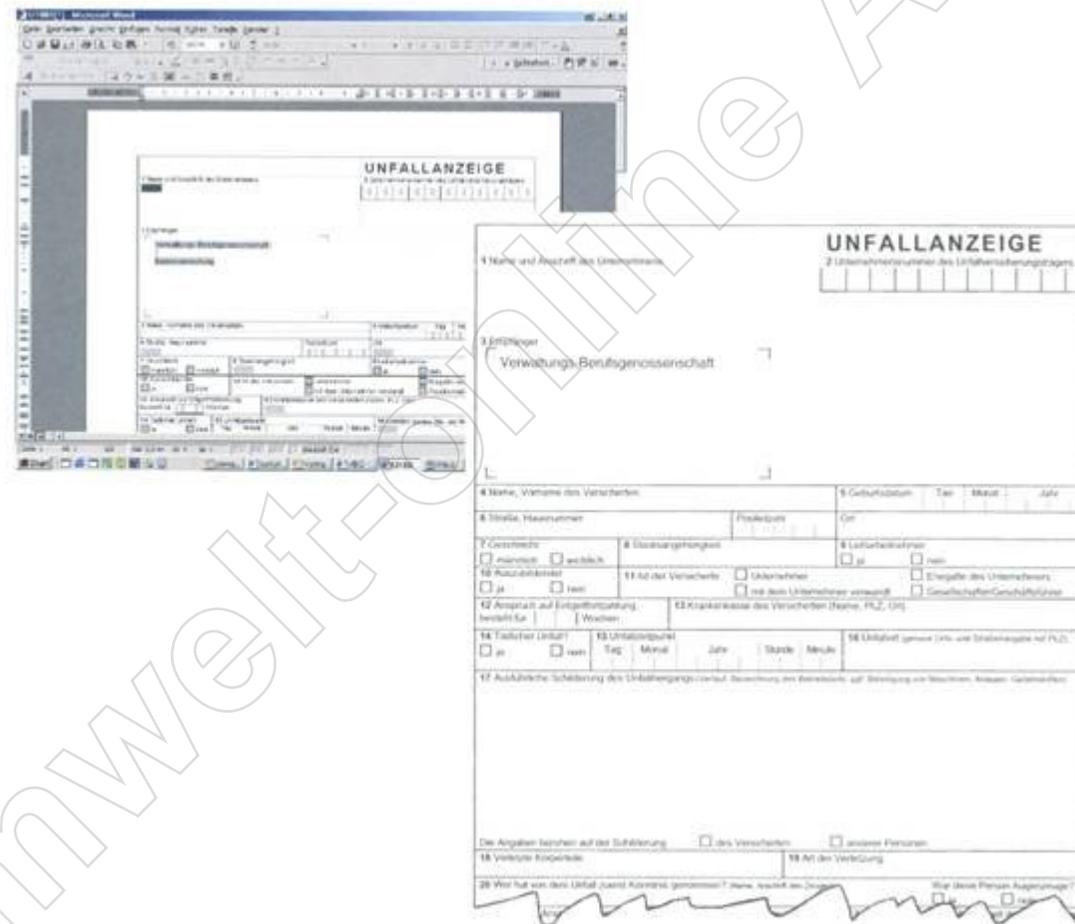
Dialoge sind erwartungskonform, wenn

- Dialogverhalten und Erscheinungsbild der an einem Arbeitsplatz eingesetzten Dialogsysteme möglichst einheitlich sind,
- das Dialogsystem den Wortschatz verwendet, der den Benutzern bei der Erledigung ihrer Arbeitsaufgaben vertraut ist,
- Möglichkeiten zur Änderung des Dialogzustandes einheitlich und ständig zur Verfügung stehen, um innerhalb eines Arbeitsablaufes genau definierte und in ihrer Wirkung gleiche Zustände zu erreichen,
- die Benutzer bei ähnlichen Arbeitsaufgaben allgemein anwendbare Verfahren zu deren Erledigung entwickeln und diese mit möglichst einheitlichen Dialogschritten und möglichst einheitlicher Wirkung bearbeiten können,
- Aktionen der Benutzer eine unmittelbare Rückmeldung bewirken,
- die Antwortzeiten der Aufgabenstellung entsprechen und allgemein akzeptabel sind,

- die Benutzer in die Lage versetzt werden, bei erforderlichen Aktionen gegebenenfalls zwischen Tastatur und anderen Eingabemitteln (z.B. Maus, Touchpad, Scanner) frei wählen zu können,
- Leuchtdichte- und Farbkodierungen möglichst konsistent verwendet werden.

Die Einheitlichkeit des Dialogverhaltens bezieht sich insbesondere auf solche Eigenschaften von Dialogsystemen, die unabhängig von speziellen Anwendungen sind.

Abbildung 73: Erwartungskonformität WYSIWYG (What you see is what you get) - die Bildschirmanzeige entspricht dem Ausdruck



Individualisierbarkeit

Dialoge sind individualisierbar, wenn das Dialogsystem Anpassungen an die Erfordernisse der Aufgabe, individuelle Vorlieben des Benutzers und Benutzerfähigkeiten zulässt.

Dialoge sind individualisierbar, wenn u.a.

- die Benutzer zwischen alternativen Formen der Darstellung nach individuellen Präferenzen oder nach der Komplexität der zu verarbeitenden Informationen wählen können,
- das Dialogsystem an die Sprache, Fähigkeiten und Fertigkeiten von Benutzern angepasst werden kann. Das bezieht z.B. auch Einschränkungen in der Mobilität, dem Seh- und Hörvermögen ein, die entsprechende Einrichtungen, wie Braillezeilen, spezielle Eingabemittel oder besondere akustische Systeme erfordern.
- die Benutzer den Detaillierungsgrad von Ausgaben, wie Fehlermeldungen, Hilfeinformationen, entsprechend ihrem Kenntnisstand verändern können,
- für die Benutzer die Möglichkeit besteht, eigene Funktionen hinzuzufügen und Folgen von Funktionen zusammenzufassen,
- die Benutzer in die Lage versetzt werden, bei erforderlichen Aktionen gegebenenfalls zwischen Tastatur und anderen Eingabemitteln (z.B. Maus, Touchpad, Scanner) frei wählen zu können,
- die Benutzer die Geschwindigkeit von Ein- und Ausgabefunktionen beeinflussen können,
- den Benutzern mehrere Dialogtechniken zur Verfügung stehen.

Um den Benutzern eine Aufgabenerledigung mit vertretbarem Aufwand zu ermöglichen, ist es außerdem unerlässlich, sie beim Erlernen der eingesetzten Software zu unterstützen und ihnen übersichtliche und gut lesbare Bildschirminhalte (Masken) zur Verfügung zu stellen. Diese Anforderungen werden unter den Begriffen "Lernförderlichkeit", "Organisation der Information", "Grafische Objekte" und "Kodiervverfahren" behandelt.

Lernförderlichkeit

Ein Dialog ist lernförderlich, wenn er den Benutzer beim Erlernen des Dialogsystems unterstützt und anleitet.

Dialoge sind lernförderlich, wenn u.a.

- den Benutzern Konzepte und Regeln der Software so erläutert werden, dass sie sich deren Zweck, Aufbau, Möglichkeiten und Besonderheiten einprägen können,

- Lernstrategien, wie verständnisorientiertes Lernen, Lernen durch Handeln, und Lernen am Beispiel, den Lernprozess der Benutzer unterstützen, damit sie ihre Arbeitsaufgaben selbstständig erledigen können.

Organisation der Information, grafische Objekte, Kodierverfahren

Eine einfache, schnelle und sichere visuelle Erfassung sowie gedankliche Verarbeitung wird unterstützt durch:

- inhaltliche Gruppierung sowie Positionierung und Formatierung von text- und grafikorientierten Darstellungen (Organisation von Informationen),
- Anwendung grafischer Objekte (z.B. Icons, Zeiger, Positionsmarken),
- Gebrauch alphanumerischer Codes, grafische Kodierung, Kodierung mittels Farbe, Kodierung mittels anderer visueller Verfahren (z.B. Blinken, Helligkeitskodierung).

Durch sinnvolle Anwendung der aufgezeigten Kriterien wird eine Verbesserung der Lesbarkeit, Verständlichkeit, Widerspruchsfreiheit, Unterscheidbarkeit, Wahrnehmbarkeit, Prägnanz und Klarheit erreicht (Abbildung 74).

Insgesamt ist jedoch auf einen sinnvollen Einsatz der dargestellten Werkzeuge zu achten. So sollten beispielsweise nicht mehr als die notwendigen Icons in einem Arbeitsbereich angeboten werden, die Farbgebung sollte auf maximal sechs Farben begrenzt sein und Effekte, wie Blinken oder Popups, sollten nur in speziellen Aufgabenstellungen möglichst sparsam eingesetzt werden.

Weitere Literatur:

BG-Information "Nutzungsqualität von Software" (BGI 852-1)

BG-Information "Management und Software" (BGI 852-2)

BG-Information "Softwarekauf und Pflichtenheft" (BGI 852-3)

BG-Information "Einrichten von Software" (BGI 852-4)

DIN EN ISO 9241-110 "Ergonomie der Mensch-System-Interaktion; Grundsätze der Dialoggestaltung"

DIN EN ISO 9241 Teile 11 - 17 "Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten"

Abbildung 74: Anordnung und Kodierung: Maskengestaltung

PKW-Daten	Funktion: Ausk. Bearbeiter Buck
Hersteller: Motofit AG	Fahrzeugtyp: Super XT 5.0
Modell: A2yk	Ausstattung: Sport Wagon Quadrofoglio
Lackierung: Liparirot	Polster: Nardi-Leder
Glas: Getönt	Hubraum: 1980 ccm
Leistung: 137 kW	Höchstgeschwindigkeit 205 km/h
Tankinhalt: 65 l	Durchschn.verbr.: 9,8 l
Länge: 486 cm	
Baujahr: Preis:	Preis: Preis:
2004 29.500,00 Euro	Komfort: 32.786,00 Euro deLuxe: 36.400,00 Euro
Folgemaske: Maske 19 Folgefunktion: Ausk.	

PKW-Daten Maske 18	Funktion: Ausk. Bearbeiter Buck
Hersteller: Motofit AG	Hubraum: 1980 ccm
Fahrzeugtyp: Super XT 5.0	Leistung: 137 kW
Modell: A2yk	Höchstgeschw.: 205 km/h
Ausstattung: Sport Wagon Q	Tankinhalt: 65 l
Lackierung: Liparirot	Verbrauch: 9,8 l (Euronorm)
Polster: Nardi-Leder	Länge: 486 cm
Glas: Getönt	
Baujahr: 2004	
Preis: Progression	29.500,00 Euro
Preis: Distinctive	32.786,00 Euro
Preis: Quadrofoglio	36.400,00 Euro
Folgemaske: Maske 19 Folgefunktion: Ausk.	

8 Unterweisung, Unterrichtung

Arbeitsschutzgesetz

§ 12 Unterweisung

(1) Der Arbeitgeber hat die Beschäftigten über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit während ihrer Arbeitszeit ausreichend und angemessen zu unterweisen. Die Unterweisung umfasst Anweisungen und Erläuterungen, die eigens auf den Arbeitsplatz oder den Aufgabenbereich der Beschäftigten ausgerichtet sind. Die Unterweisung muss bei der Einstellung, bei Veränderungen im Aufgabenbereich, der Einführung neuer Arbeitsmittel oder einer neuen Technologie vor Aufnahme der Tätigkeit der Beschäftigten erfolgen. Die Unterweisung muss an die Gefährdungsentwicklung angepasst sein und erforderlichenfalls regelmäßig wiederholt werden.

(2) Bei einer Arbeitnehmerüberlassung trifft die Pflicht zur Unterweisung nach Absatz 1 den Entleiher. Er hat die Unterweisung unter Berücksichtigung der Qualifikation und der Erfahrung der Personen, die ihm zur Arbeitsleistung überlassen werden, vorzunehmen. Die sonstigen Arbeitsschutzpflichten des Verleihers bleiben unberührt.

Die Beschäftigten an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen sollen sicher und ohne gesundheitliche Beeinträchtigung an ihren Arbeitsplätzen arbeiten können. Ein Arbeitsplatz gilt erst dann als ergonomisch eingerichtet, wenn der Beschäftigte am Bildschirmarbeitsplatz im Umgang mit seinen Arbeitsmitteln unterwiesen ist und diese sinnvoll nutzen kann.

Um den Arbeitsplatz mit allen erforderlichen Arbeitsmitteln richtig und effizient nutzen zu können, müssen die Beschäftigten über den richtigen Umgang mit den Arbeitsmitteln informiert und unterwiesen werden. Hierzu gehört neben der Anleitung zur ergonomisch korrekten Einstellung des Arbeitsstuhles und der Anordnung der Arbeitsmittel (Bildschirm, Tastatur, Fußstütze etc.) auch eine Unterweisung zum Umgang mit der eingesetzten Software. Die Unterweisung ist in regelmäßigen Zeitabständen, bei wesentlichen Änderungen am Arbeitsplatz sowie bei Beschwerden, die auf die Tätigkeit am Bildschirmarbeitsplatz zurückgeführt werden können, zu wiederholen.

Verantwortlich für die Unterweisung im Betrieb ist der Unternehmer.

Weitere Literatur:

Abschnitt 7.1 dieses Leitfadens: Grundsätzliche Anforderungen an die Gestaltung von Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen; Verfügbarkeit geeigneter Benutzerinformationen

BG-Information "Sicherheit durch Unterweisung" (BGI 527)

VBG- Information (Faltblatt) "Gesund arbeiten am PC"

9 Mitwirkung

Arbeitsschutzgesetz

§ 15 Pflichten der Beschäftigten

(1) Die Beschäftigten sind verpflichtet, nach ihren Möglichkeiten sowie gemäß der Unterweisung und Weisung des Arbeitgebers für ihre Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit Sorge zu tragen. Entsprechend Satz 1 haben die Beschäftigten auch für die Sicherheit und Gesundheit der Personen zu sorgen, die von ihren Handlungen oder Unterlassungen bei der Arbeit betroffen sind.

(2) Im Rahmen des Absatzes 1 haben die Beschäftigten insbesondere Maschinen, Geräte, Werkzeuge, Arbeitsstoffe, Transportmittel und sonstige Arbeitsmittel sowie Schutzvorrichtungen und die ihnen zur Verfügung gestellte persönliche Schutzausrüstung bestimmungsgemäß zu verwenden.

Die Beschäftigten haben gegebenenfalls gemeinsam mit dem Betriebsarzt und der Fachkraft für Arbeitssicherheit den Unternehmer darin zu unterstützen, die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit zu gewährleisten und seine Pflichten entsprechend den berufsgenossenschaftlichen Vorschriften zu erfüllen.

Die Beschäftigten sollen bei der Umsetzung der Bestimmungen des Arbeitsschutzes mitwirken und insbesondere die Arbeitsmittel ergonomisch benutzen. Mitwirkung bedeutet auch, an der Untersuchung der Augen und des Sehvermögens nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen "Bildschirmarbeitsplätze" (G 37) teilzunehmen.

-
- ¹ Der Anwendungsbereich der Bildschirmarbeitsverordnung ist umfassend und schließt grundsätzlich alle Arten von Tätigkeiten mit Bildschirmgeräten ein.
 - ² Datenverarbeitungsanlagen, die hauptsächlich für die Benutzung durch die Öffentlichkeit bestimmt sind (z.B. Geldautomaten), sind vom Geltungsbereich der Verordnung ausgenommen, weil hier die kurzzeitige Benutzung im Vordergrund steht.
 - ³ Bei Bildschirmgeräten für den ortsveränderlichen Gebrauch handelt es sich um Notebooks.
 - ⁴ Schreibmaschinen klassischer Bauart mit einem Display (maximal eine Anzeigezeile) sind von der Anwendung ausgenommen, weil die Zeichenanzeige auf dem Display nur von untergeordneter Bedeutung für die Tätigkeit ist.
 - ⁵ Bei LCD-Bildschirmen kann dieser Wert unterschritten werden, wenn die Blicklinie stark von der Senkrechten auf die Bildschirmoberfläche abweicht.
 - ⁶ Adaption ist die Anpassung des Auges an die Helligkeit (Leuchtdichte) im Gesichtsfeld
 - ⁷ Eine Bogenminute entspricht einem Winkel von 1/60 Grad
 - ⁸ Konvergenz ist die deckungsgleiche Überlagerung mehrerer Farben (in der Regel Rot, Grün, Blau) innerhalb eines Bildelementes. Eine vollständige Konvergenz kann bei Farbbildschirmen aus technischen Gründen zurzeit nicht erreicht werden. Daraus resultieren Konvergenzfehler, die sich dann störend auswirken, wenn Bildelemente mit farbigen Rändern bei normaler Sehentfernung deutlich wahrgenommen werden.

⁹ Blicklinie = gedachte Verbindungslinie zwischen Auge und Objekt

¹⁰ Effektivität - die Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der ein Benutzer sein Ziel erreicht.

¹¹ Effizienz - das Verhältnis von Genauigkeit und Vollständigkeit zum Aufwand, mit der ein Benutzer ein bestimmtes Ziel erreicht.

ENDE

Umwelt-online Archiv