

**215-410**

## **DGUV Information 215-410**



### **Bildschirm- und Büroarbeitsplätze** Leitfaden für die Gestaltung

**komm**mitmensch ist die bundesweite Kampagne der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland. Sie will Unternehmen und Bildungseinrichtungen dabei unterstützen eine Präventionskultur zu entwickeln, in der Sicherheit und Gesundheit Grundlage allen Handelns sind. Weitere Informationen unter [www.kommmitmensch.de](http://www.kommmitmensch.de)

---

## Impressum

### Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40  
10117 Berlin  
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)  
Fax: 030 13001-9876  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

Sachgebiet Büro des Fachbereichs Verwaltung der DGUV

In Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Arbeitsschutz  
und Arbeitsmedizin (BAuA).



Bundesanstalt für Arbeitsschutz  
und Arbeitsmedizin

Ausgabe: Juli 2019

DGUV Information 215-410  
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungs-  
träger oder unter [www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen)

### Bildnachweis

Titelbild: ©contrastwerkstatt – stock.adobe.com; Abb. 3: © poko42/Fotolia;  
restliche Abbildungen: © Klaus Jaworski

# **Bildschirm- und Büroarbeitsplätze**

Leitfaden für die Gestaltung

# Inhaltsverzeichnis

|   | Seite     |
|---|-----------|
| Vorbemerkung .....  | 5         |
| <b>1 Anwendungsbereich .....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>2 Begriffbestimmungen und Erläuterungen .....</b>                                  | <b>8</b>  |
| <b>3 Grundpflichten des Arbeitgebers .....</b>  | <b>11</b> |
| <b>4 Gefährdungsbeurteilung .....</b>   | <b>12</b> |
| 4.1 Mögliche Gefährdungen .....   | 12        |
| 4.2 Beurteilung .....   | 17        |
| <b>5 Unterweisung und Mitwirkung der Beschäftigten .....</b>                          | <b>20</b> |
| 5.1 Unterweisung .....  | 20        |
| 5.2 Mitwirkung .....  | 21        |
| <b>6 Arbeitsorganisation .....</b>  | <b>22</b> |
| <b>7 Vorsorge bei Tätigkeiten an Bildschirmgeräten .....</b>                          | <b>25</b> |
| <b>8 Anforderungen an die Gestaltung von Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen .....</b> | <b>27</b> |
| 8.1 Allgemeine Anforderungen an Bildschirmarbeitsplätze .....                         | 27        |
| 8.2 Bildschirm, Tastatur und sonstige Eingabemittel .....                             | 30        |
| 8.2.1 Bildschirm .....  | 30        |
| 8.2.2 Tastatur .....  | 46        |
| 8.2.3 Maus .....  | 49        |
| 8.3 Sonstige Arbeitsmittel .....  | 50        |
| 8.3.1 Arbeitstisch/Arbeitsfläche .....  | 51        |
| 8.3.2 Büroarbeitsstuhl .....  | 60        |
| 8.3.3 Vorlagenhalter und Fußstütze .....  | 64        |
| 8.3.4 Schränke, Bürocontainer, Raumgliederungselemente .....                          | 65        |
| 8.3.5 Elektrische Installation in Büromöbeln .....                                    | 66        |
| 8.3.6 Büromaschinen und Bürogeräte .....  | 67        |
| 8.4 Arbeitsumgebung .....   | 69        |
| 8.4.1 Platzbedarf .....   | 69        |
| 8.4.2 Beleuchtung .....   | 71        |
| 8.4.3 Lärm .....  | 76        |
| 8.4.4 Raumklima .....   | 79        |
| 8.4.5 Strahlung .....   | 80        |
| 8.5 Zusammenwirken Mensch – Arbeitsmittel (Softwareergonomie) .....                   | 84        |
| <b>9 Telearbeitsplätze und mobiles Arbeiten .....</b>                                 | <b>90</b> |

# Vorbemerkung

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

DGUV Informationen sind Zusammenstellungen von Inhalten aus

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

Dieser Leitfaden konkretisiert die sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen, ergonomischen und arbeitspsychologischen Anforderungen für die Gestaltung und den Betrieb von Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen. Die Gestaltungskriterien können auch auf weitere Arbeitsplätze angewendet werden.

Die Unternehmen können bei Beachtung der hier wiedergegebenen Informationen davon ausgehen, dass die Anforderungen und Schutzziele der Arbeitsstättenverordnung in Bezug auf Bildschirmarbeit eingehalten beziehungsweise erreicht und damit arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren und Unfälle vermieden werden. Die hier beschriebenen Lösungen schließen andere mindestens ebenso sichere Lösungen nicht aus.

Anforderungen weiterer gesetzlicher Vorgaben (Arbeitsstättenregeln, Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge) werden hier berücksichtigt. Allerdings sind gegebenenfalls noch aktuellere und weitergehende gesetzliche Vorgaben oder Regelungen als hier dargestellt zu beachten.

Der Leitfaden umfasst auch die aktuellen arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA).

Maßnahmen zur Verbesserung des Arbeitsschutzes sind im Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz) geregelt. Dieses Gesetz ist die nationale Umsetzung der Richtlinie des Rates vom 12. Juni 1989 über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesse-

rung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit (89/391/EWG). Auf der Basis von § 18 des Arbeitsschutzgesetzes ist die novellierte Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung) am 3. Dezember 2016 in Kraft getreten.

Da die bisherige Bildschirmarbeitsverordnung in die novellierte Arbeitsstättenverordnung integriert wurde, trat die Bildschirmarbeitsverordnung am 3. Dezember 2016 außer Kraft. Damit setzt die Arbeitsstättenverordnung zusammen mit der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) 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 Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung) zu beachten (Abbildung 1).

Die Grundlage zur Anwendung des staatlichen Arbeitsschutzrechts in DGUV Vorschriften bildet die DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“. Dabei nimmt die DGUV Vorschrift 1 über § 2 „Grundpflichten des Unternehmers“ die Arbeitsstättenverordnung direkt in Bezug (siehe Abschnitt 3).

Diese Informationsschrift beschäftigt sich mit der Konkretisierung der Arbeitsstättenverordnung in Bezug auf Bildschirmarbeit in Büros.

Jeder Bildschirm- und Büroarbeitsplatz muss – unabhängig von der Dauer und Intensität der Nutzung – die sicherheitstechnischen und ergonomischen Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung erfüllen.

Dieser Leitfaden enthält Handlungsanleitungen, die beschreiben, wie die allgemein gehaltenen Schutzziele der Arbeitsstättenverordnung in Bezug auf Bildschirmarbeit umgesetzt werden können.

Die im Text und in den Literaturangaben zitierten Normen gelten in der jeweils aktuellen Fassung (inklusive Änderungen, Berichtigungen und Beiblätter).

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

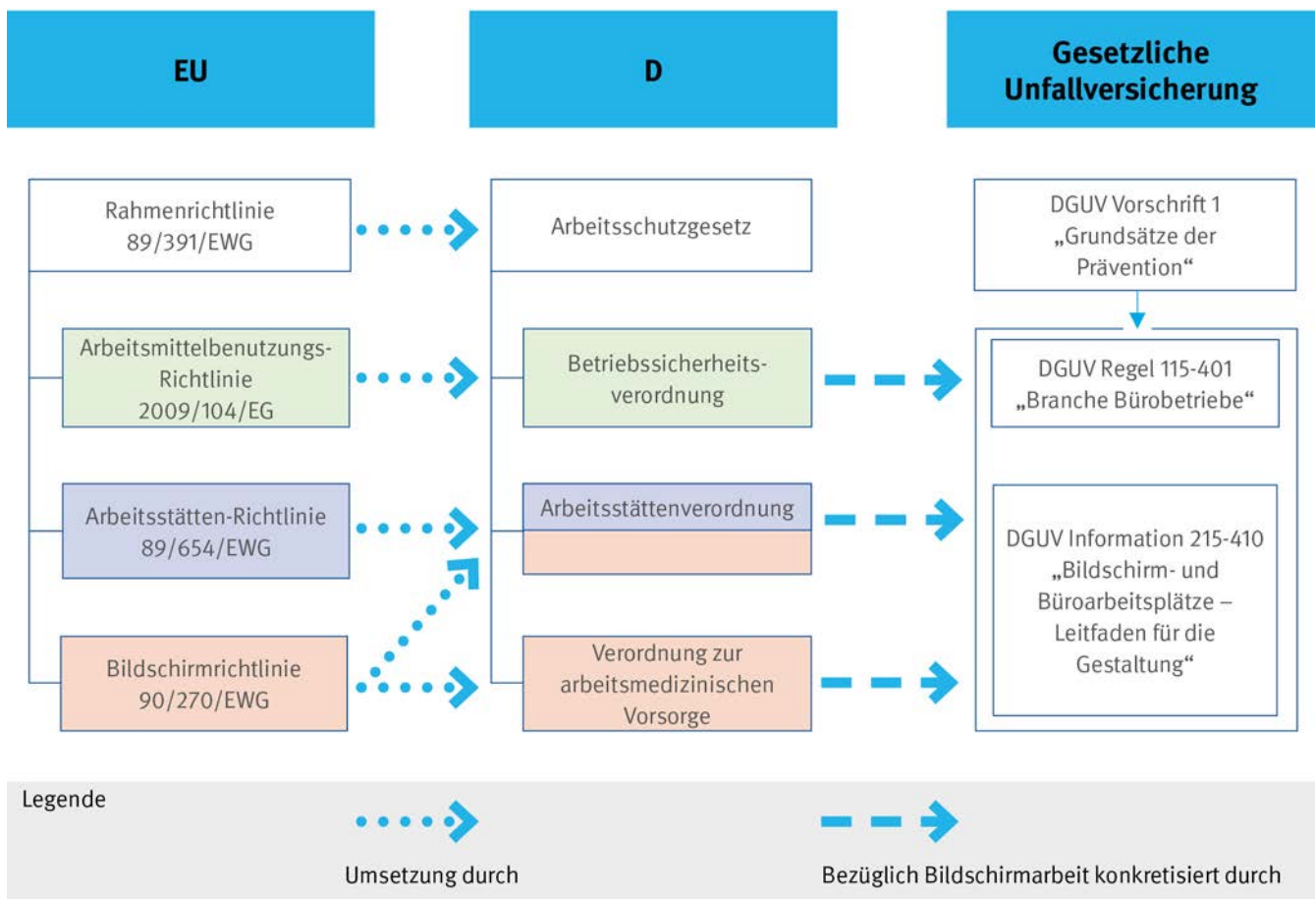


Abb. 1 Rechtliche Grundlagen

# 1 Anwendungsbereich

Dieser Leitfaden behandelt nur den Teil der Arbeitsstättenverordnung, der sich auf Bildschirm- und Büroarbeitsplätze bezieht. Die Arbeitsstättenverordnung fasst die Anforderungen an das Bildschirmgerät selbst, den Arbeitsplatz und die Arbeitsumgebung sowie an die Softwareausstattung

und die Arbeitsorganisation zusammen. Dabei stehen Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten im Vordergrund, ohne den Betrieben aber den notwendigen Spielraum für die Anpassung an ihre individuelle Situation zu nehmen.



## § 1 Arbeitsstättenverordnung Ziel, Anwendungsbereich

### § 1 Ziel, Anwendungsbereich

- (1) Diese Verordnung dient der Sicherheit und dem Schutz der Gesundheit der Beschäftigten beim Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten
- (2) Für folgende Arbeitsstätten gelten nur § 5 und der Anhang Nummer 1.3:
  1. Arbeitsstätten im Reisegewerbe und im Marktverkehr,
  2. Transportmittel, die im öffentlichen Verkehr eingesetzt werden,
  3. Felder, Wälder und sonstige Flächen, die zu einem land- oder forstwirtschaftlichen Betrieb gehören, aber außerhalb der von ihm bebauten Fläche liegen.
- (3) Für Telearbeitsplätze gelten nur:
  1. § 3 bei der erstmaligen Beurteilung der Arbeitsbedingungen und des Arbeitsplatzes,
  2. § 6 und der Anhang Nummer 6,soweit der Arbeitsplatz von dem im Betrieb abweicht. Die in Satz 1 genannten Vorschriften gelten, soweit Anforderungen unter Beachtung der Eigenart von Telearbeitsplätzen auf diese anwendbar sind.
- (4) Der Anhang Nummer 6 gilt nicht für:
  1. Bedienerplätze von Maschinen oder Fahrerplätze von Fahrzeugen mit Bildschirmgeräten,
  2. tragbare Bildschirmgeräte für die ortsveränderliche Verwendung, die nicht regelmäßig an einem Arbeitsplatz verwendet werden,\*
  3. Rechenmaschinen, Registrierkassen oder andere Arbeitsmittel mit einer kleinen Daten- oder Messwertanzeigevorrichtung, die zur unmittelbaren Benutzung des Arbeitsmittels erforderlich ist und
  4. Schreibmaschinen klassischer Bauart mit einem Display\*\*.
- (5) Diese Verordnung gilt nicht für Arbeitsstätten in Betrieben, die dem Bundesberggesetz unterliegen.
- (6) Das Bundeskanzleramt, das Bundesministerium des Innern, das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, das Bundesministerium der Verteidigung oder das Bundesministerium der Finanzen können, soweit sie hierfür jeweils zuständig sind, im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Arbeit und Soziales und, soweit nicht das Bundesministerium des Innern selbst zuständig ist, im Einvernehmen mit dem Bundesministerium des Innern Ausnahmen von den Vorschriften dieser Verordnung zulassen, 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 Schutz der Gesundheit der Beschäftigten nach dieser Verordnung auf andere Weise gewährleistet werden.

\* Bei Bildschirmgeräten für die ortsveränderliche Verwendung handelt es sich zum Beispiel um Notebooks und Tablets.

\*\* Schreibmaschinen klassischer Bauart mit einem Display (maximal eine Anzeigzeile) sind von der Anwendung ausgenommen, weil die Zeichenanzeige auf dem Display nur von untergeordneter Bedeutung für die Tätigkeit ist.

## 2 Begriffbestimmungen und Erläuterungen



### § 2 Arbeitsstättenverordnung Begriffsbestimmungen (auszugsweise)

- (3) Arbeitsräume sind die Räume, in denen Arbeitsplätze innerhalb von Gebäuden dauerhaft eingerichtet sind.
- (4) Arbeitsplätze sind Bereiche, in denen Beschäftigte im Rahmen ihrer Arbeit tätig sind.
- (5) Bildschirmarbeitsplätze sind Arbeitsplätze, die sich in Arbeitsräumen befinden und die mit Bildschirmgeräten und sonstigen Arbeitsmitteln ausgestattet sind.
- (6) Bildschirmgeräte sind Funktionseinheiten, zu denen insbesondere Bildschirme zur Darstellung von visuellen Informationen, Einrichtungen zur Datenein- und -ausgabe, sonstige Steuerungs- und Kommunikationseinheiten (Rechner) sowie eine Software zur Steuerung und Umsetzung der Arbeitsaufgabe gehören.
- (7) Telearbeitsplätze sind vom Arbeitgeber fest eingerichtete Bildschirmarbeitsplätze im Privatbereich der Beschäftigten, für die der Arbeitgeber eine mit den Beschäftigten vereinbarte wöchentliche Arbeitszeit und die Dauer der Einrichtung festgelegt hat.  
Ein Telearbeitsplatz ist vom Arbeitgeber erst dann eingerichtet, wenn Arbeitgeber und Beschäftigte die Bedingungen der Telearbeit arbeitsvertraglich oder im Rahmen einer Vereinbarung festgelegt haben und die benötigte Ausstattung des Telearbeitsplatzes mit Mobiliar, Arbeitsmitteln einschließlich der Kommunikationseinrichtungen durch den Arbeitgeber oder eine von ihm beauftragte Person im Privatbereich des Beschäftigten bereitgestellt und installiert ist.

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 – zum Beispiel:

- Kathodenstrahlröhrenanzeigen (CRT – Cathode Ray Tube)
- Flüssigkristallanzeigen (LCD – Liquid Crystal Display)
- Elektrolumineszenzanzeigen
- (ELD – Electroluminescence Display)
- Plasmaanzeigen
- Organische Leuchtdiodenanzeigen (OLED – Organic Light-Emitting Diode)

Unterschiedliche Darstellungsarten in ein- oder mehrfarbiger Ausführung sind:

- Darstellung dunkler Zeichen auf hellem Untergrund (Positivdarstellung)
- 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 zum Beispiel:

- Fernsehgeräte oder Monitore für Einzel- oder Laufbilder, die ausschließlich zu Überwachungsaufgaben eingesetzt werden, wie bei der Überwachung von Gebäuden oder sonstigen Objekten – vorausgesetzt, an diesen Arbeitsplätzen findet keine zusätzliche Arbeit an Bildschirmgeräten statt
- 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, sogenannte Display-Schreibmaschinen klassischer Bauart, die keine zusammenhängenden Fließtexte wiedergeben können, weil die Größe der Anzeige auf eine höchstens einzeilige Zeichenwiedergabe begrenzt ist

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

Sollen Notebooks und Tablets außer im Außendienst auch regelmäßig an einem Büroarbeitsplatz eingesetzt werden, so müssen sie alle Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung erfüllen. Dies kann zum Beispiel durch den Anschluss einer externen Tastatur und Maus und gegebenenfalls eines zusätzlichen Bildschirms – zum Beispiel mittels Dockingstation – erreicht werden.

Empfehlungen für die Arbeit im Außendienst finden sich im Kapitel 8 dieser Broschüre.

**Einrichtungen zur Dateneingabe** können zum Beispiel Maus, Trackball, Touch Screen, Lightpen, Mikrophon (Spracheingabe) und Scanner sein.

**Einrichtungen zur Datenausgabe** können zum Beispiel sein:

- Drucker
- Plotter
- Sprachausgabe

**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 zum Beispiel:

- 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 zum Beispiel 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

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

Sonstige Arbeitsmittel können sein:

- Arbeitstisch, Arbeitsfläche
- Büroarbeitsstuhl
- Vorlagenhalter
- Fußstütze

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

**Mobiles Arbeiten unter Nutzung von Bildschirmgeräten** ist sporadische oder nicht einen ganzen Arbeitstag umfassende Arbeit mit einem PC bzw. einem tragbaren Bildschirmgerät (Notebook, Tablet etc.). In Abgrenzung zum Telearbeitsplatz im Sinne der Arbeitsstättenverordnung zeichnet sich diese Arbeitsweise dadurch aus, dass sie weder an das Büro noch an den häuslichen Arbeitsplatz gebunden ist. Solche Tätigkeiten können z. B. das Arbeiten im Wohnbereich des Beschäftigten oder das Arbeiten mit Notebook im Rahmen von Dienstreisen (Zug, Flughafen etc.) umfassen.

Arbeitsvertragliche Festlegungen oder Vereinbarungen wie zu Telearbeitsplätzen liegen nicht vor. Mobiles Arbeiten unterliegt grundsätzlich nicht der Arbeitsstättenverordnung.

Für mobiles Arbeiten unter Nutzung von Bildschirmgeräten im Rahmen eines Arbeitsverhältnisses gilt u. a. das Arbeitsschutzgesetz.

**Belastung** ist die Gesamtheit der Einflüsse, die im Arbeitssystem auf den Organismus beziehungsweise 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).

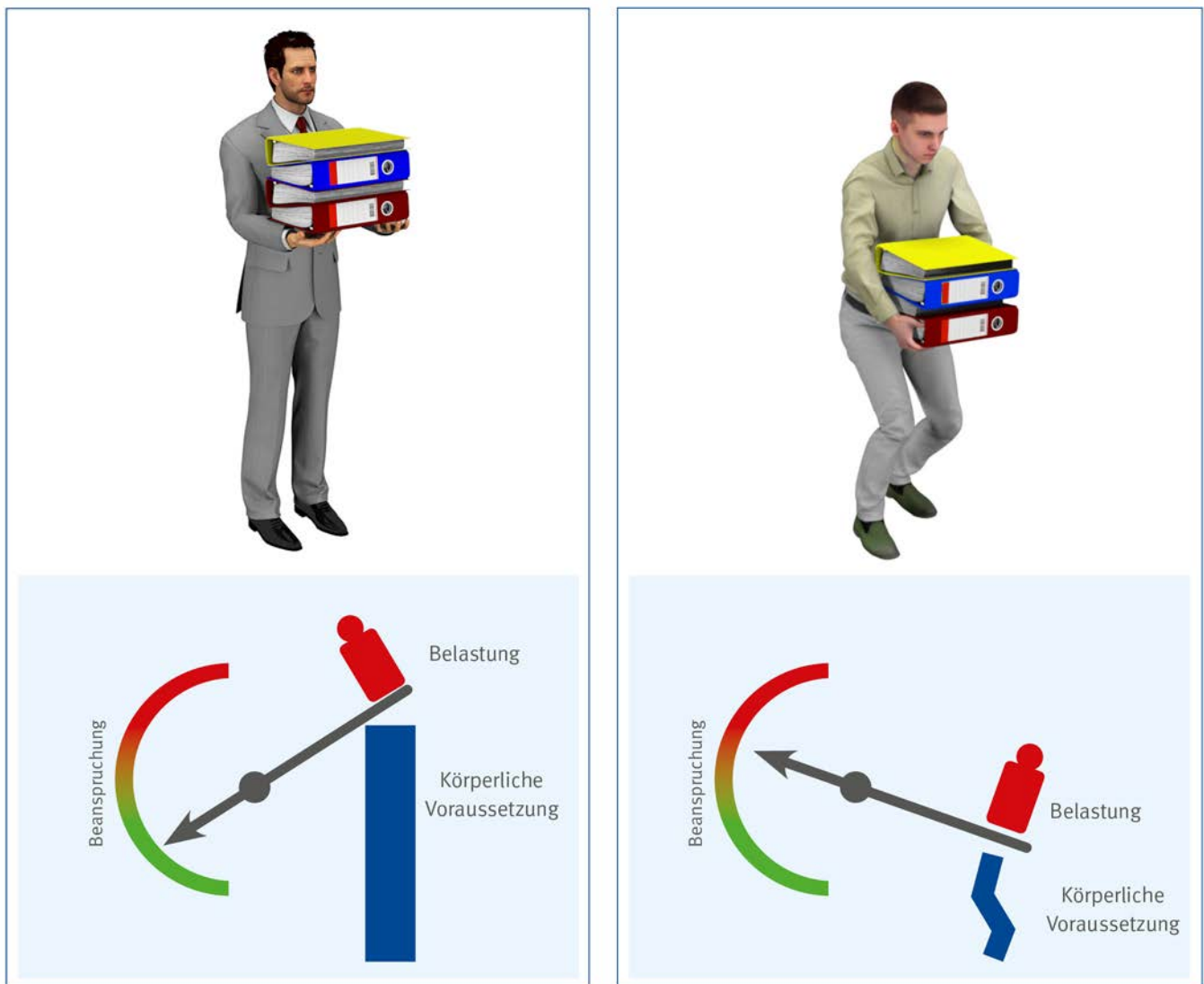


Abb. 2 Gleiche Belastung – individuelle Beanspruchung (nach Laurig)

# 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 Bereich der Unfallversicherungsträger durch die DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ umgesetzt.

Durch die EG-Rahmenrichtlinie geht man in allen Mitgliedstaaten der EU von einheitlichen Bedingungen aus. Die auf das Wesentliche beschränkten Vorschriften lassen den Unternehmen viel Spielraum zur flexiblen Umsetzung.



## § 2 Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (DGUV Vorschrift 1) Grundpflichten des Unternehmers

- (1) Der Unternehmer hat die erforderlichen Maßnahmen zur Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren sowie für eine wirksame Erste Hilfe zu treffen. Die zu treffenden Maßnahmen sind insbesondere in staatlichen Arbeitsschutzvorschriften (Anlage 1), dieser Unfallverhütungsvorschrift und in weiteren Unfallverhütungsvorschriften näher bestimmt. Die in staatlichem Recht bestimmten Maßnahmen gelten auch zum Schutz von Versicherten, die keine Beschäftigten sind.
- (2) Der Unternehmer hat bei den Maßnahmen nach Absatz 1 von den allgemeinen Grundsätzen nach § 4 Arbeitsschutzgesetz auszugehen und dabei vorrangig das staatliche Regelwerk sowie das Regelwerk der Unfallversicherungsträger heranzuziehen.
- (3) Der Unternehmer hat die Maßnahmen nach Absatz 1 entsprechend den Bestimmungen des § 3 Absatz 1 Sätze 2 und 3 und Absatz 2 Arbeitsschutzgesetz zu planen, zu organisieren, durchzuführen und erforderlichenfalls an veränderte Gegebenheiten anzupassen.
- (4) Der Unternehmer darf keine sicherheitswidrigen Weisungen erteilen.
- (5) Kosten für Maßnahmen nach dieser Unfallverhütungsvorschrift und den für ihn sonst geltenden Unfallverhütungsvorschriften darf der Unternehmer nicht den Versicherten auferlegen.



### Weitere Literatur

- Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG
- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“

# 4 Gefährdungsbeurteilung



## § 3 Arbeitsstättenverordnung Gefährdungsbeurteilung

- (1) Bei der Beurteilung der Arbeitsbedingungen nach § 5 des Arbeitsschutzgesetzes hat der Arbeitgeber zunächst festzustellen, ob die Beschäftigten Gefährdungen beim Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten ausgesetzt sind oder ausgesetzt sein können. Ist dies der Fall, hat er alle möglichen Gefährdungen der Sicherheit und der Gesundheit der Beschäftigten zu beurteilen und dabei die Auswirkungen der Arbeitsorganisation und der Arbeitsabläufe in der Arbeitsstätte zu berücksichtigen. Bei der Gefährdungsbeurteilung hat er die physischen und psychischen Belastungen sowie bei Bildschirmarbeitsplätzen insbesondere die Belastungen der Augen oder die Gefährdung des Sehvermögens der Beschäftigten zu berücksichtigen. Entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung hat der Arbeitgeber Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten gemäß den Vorschriften dieser Verordnung einschließlich ihres Anhangs nach dem Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene festzulegen. Sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse sind zu berücksichtigen.
- (2) Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass die Gefährdungsbeurteilung fachkundig durchgeführt wird. Verfügt der Arbeitgeber nicht selbst über die entsprechenden Kenntnisse, hat er sich fachkundig beraten zu lassen.
- (3) Der Arbeitgeber hat die Gefährdungsbeurteilung vor Aufnahme der Tätigkeiten zu dokumentieren. In der Dokumentation ist anzugeben, welche Gefährdungen am Arbeitsplatz auftreten können und welche Maßnahmen nach Absatz 1 Satz 4 durchgeführt werden müssen.

### 4.1 Mögliche Gefährdungen

Bei der Arbeit an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen können durch erhöhte körperliche, visuelle und psychische Belastung eine „gesundheitliche Gefährdung“ auftreten. Zwischen den Belastungsfaktoren bestehen vielfältige Wechselwirkungen.

#### *Körperliche Belastung*

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.

Die körperliche Belastung am Bildschirmarbeitsplatz betrifft in erster Linie den Bewegungsapparat. Sie wird durch folgende Faktoren begünstigt:

- Ungünstige Körperhaltung
- Einseitige Belastung
- Unzureichende Arbeitsmittel
- Unzureichende Arbeitsorganisation

Betroffen sind besonders der Schulter-Arm-Bereich, die Halswirbelsäule und die Lendenwirbelsäule. Da der Bewegungsapparat eine lokale Belastung 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 Belastung grundsätzlich der ganze Bewegungsapparat zu betrachten.

Eine Ursache für das Auftreten von Beschwerden sind Trainings- und Bewegungsmangel 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 psychische Belastung, fehlende Arbeitszufriedenheit, monotone Arbeitsinhalte, Mängel in der ergonomischen Gestaltung sowie außerberufliche Faktoren. Grundsätzlich ist es empfehlenswert, ein Bewegungstraining durchzuführen, dessen Hauptziel es ist, die durch Bewegungsmangel entstandenen Trainingsdefizite auszugleichen. Muskuläre Dysbalancen können auf diese Weise beseitigt werden, was zu einer Beschwerdereduktion und Belastungsoptimierung bei den Beschäftigten beitragen kann. Eine Reihe von Untersuchungen von bereits erfolgreich etablierten Trainingskonzepten konnte die positiven Effekte auf die Beschäftigten an Bildschirmarbeitsplätzen 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 auch einer weiter zunehmenden Bewegungsarmut am Arbeitsplatz entgegenzuwirken.

### *Belastung 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, Sehhirn) – siehe Abbildung 3. Schon bei der alltäglichen Büroarbeit werden hohe Anforderungen an das Sehvermögen der Beschäftigten gestellt.

Unabhängig von der Tätigkeit sind Abweichungen von Normalbefunden bei Augen und Sehvermögen häufig zu beobachten. 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 kompensiert. Deshalb sind dem individuellen Sehvermögen und der Arbeitsaufgabe angepasste Sehhilfen für die ausreichende Korrektur von Sehfehlern am Bildschirmarbeitsplatz von entscheidender Bedeutung.

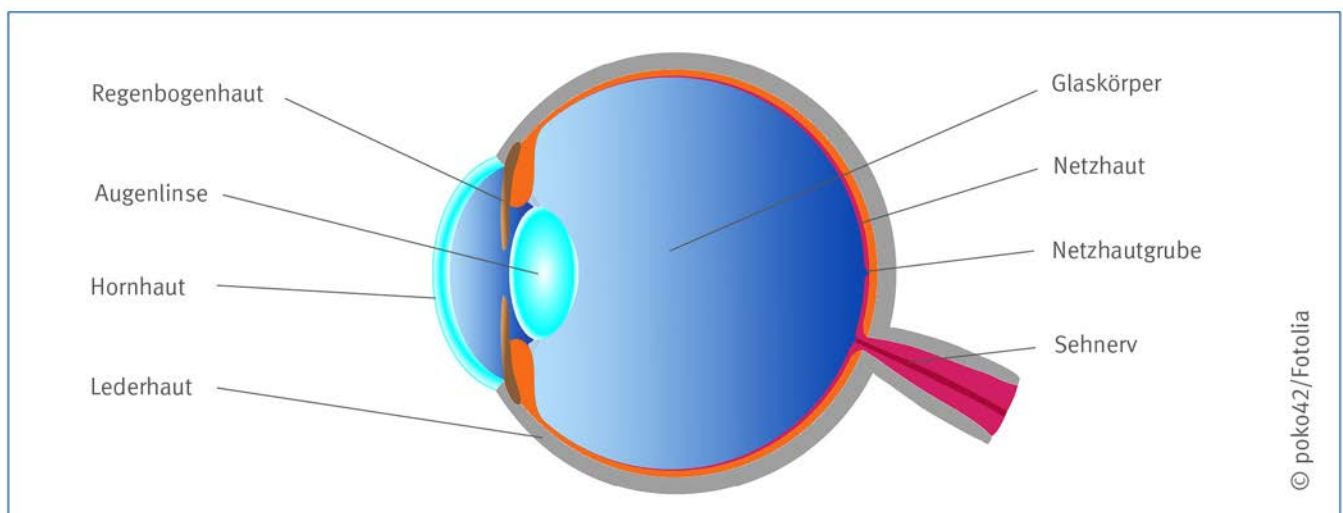


Abb. 3 Schnittbild des Auges

Eine vermehrte Beanspruchung der Augen und des Sehvermögens kann zum Beispiel auftreten durch:

- Ungünstige Arbeitsplatzgestaltung, z. B. ungenügende Möglichkeiten zum Blickwechsel
- Ungünstige Lichtverhältnisse
- Störende Blendung
- Mangelhafte Zeichendarstellung
- Unzureichende Korrektur des Sehvermögens

Begünstigt wird das Auftreten von Beschwerden durch das Vorliegen von Augenerkrankungen. 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 – zum Beispiel 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 bei Erwachsenen Schädigungen des Sehorgans durch Bildschirmarbeit nicht zu erwarten. 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 Vorsorge nach der Arbeitsmedizinischen Regel **AMR 14.1 „Angemessene Untersuchung der Augen und des Sehvermögens“** und die gegebenenfalls

hieraus resultierenden Maßnahmen haben deshalb für Beschäftigte an Bildschirmarbeitsplätzen eine besondere Bedeutung (siehe Abschnitt 7).

### *Psychische Belastung*

Zum besseren Verständnis der psychischen Belastung sind einheitliche Begriffsklärungen von psychischer Belastung und Beanspruchung erforderlich. Diese wurden in der DIN EN ISO 10075-1 vorgenommen. Hiernach wird psychische Belastung 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 dem Arbeitsinhalt/der Arbeitsaufgabe, der Arbeitsumgebung, der Arbeitsorganisation, den Arbeitsmitteln, den sozialen Beziehungen oder auch neuen Arbeitsformen entspringen können (Abbildung 4).

Zwei Dinge werden aus Abbildung 4 deutlich. Zum einen die Abhängigkeiten der fünf Faktoren untereinander, das heißt auch Einwirkungen, wie Lärm oder Klima, wirken nicht nur als physische, sondern auch als psychische Belastung. Zum anderen wird erkennbar, dass psychische Belastung nicht im Sinne negativer Einflüsse interpretiert werden darf. Psychische Belastung ist als Einflussgröße auf den Menschen neutral zu sehen.

Psychische Belastung kann sowohl zu positiven (Lern- oder Trainingseffekte, Aktivierung) als auch negativen Beanspruchungsfolgen (Monotonie, psychische Sättigung, psychische Ermüdung und Stress) führen (Abbildung 5).

Ein und dieselbe Belastung kann bei verschiedenen Personen zu unterschiedlicher Beanspruchung führen. Ob aus einer Belastung beeinträchtigende oder anregende Effekte resultieren, hängt auch von den Ressourcen ab, die einer Person zur Verfügung stehen. In diesem Zusammenhang ist das „erweiterte Belastungs- und Beanspruchungsmodell“ zu verstehen.

Zu Zusammenhängen von psychischer Belastung und Beanspruchungsfolgen liegen umfassende arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse vor.

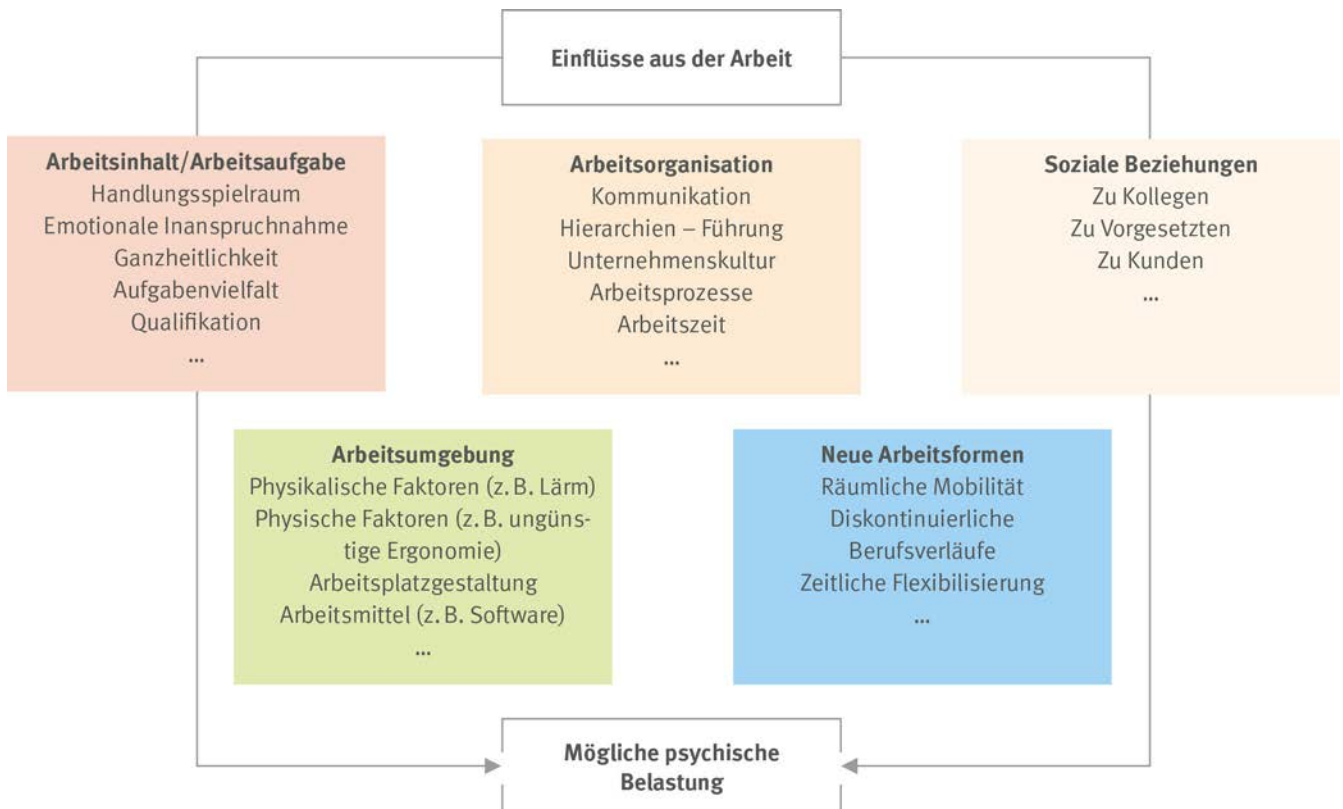


Abb. 4 Einflüsse aus der Arbeit auf den Menschen und mögliche psychische Belastung

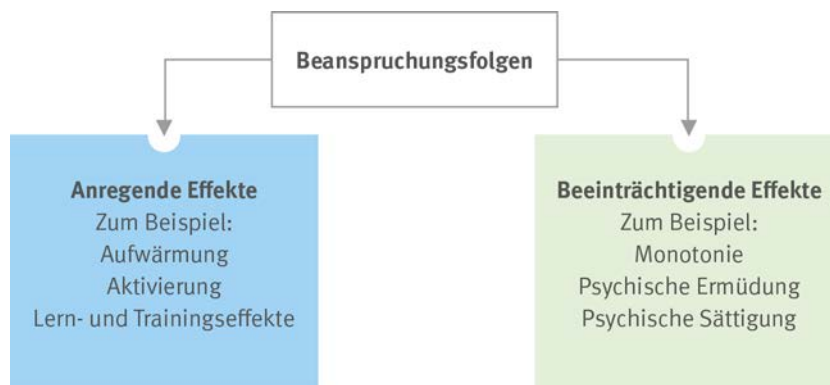


Abb. 5 Beanspruchungsfolgen



Es lassen sich interne und externe Ressourcen unterscheiden, deren Wirkung auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit wissenschaftlich belegt ist. Zu den **internen Ressourcen** zählen zum Beispiel neben fachlichen Kompetenzen auch Motivation, Selbstwirksamkeitserwartung (= Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten) und Bewältigungsstrategien. Zusätzlich beeinflussen personenspezifische Faktoren wie Alter, Geschlecht, die generelle körperliche und psychische Verfassung sowie Persönlichkeit und soziale Lebensbedingungen das Auftreten psychischer Beanspruchungsfolgen. Zu den **externen Ressourcen** zählen die betrieblichen Rahmenbedingungen – zum Beispiel die soziale Unterstützung durch Kollegen und Vorgesetzte oder Aspekte der Arbeitsorganisation wie z. B. der zur Verfügung stehende Handlungs- und Entscheidungsspielraum.

*Strategien für eine gesunde und erfolgreiche Arbeitsgestaltung*

Die psychische Belastung wird optimiert durch eine ergonomische Gestaltung von Arbeitsbedingungen (siehe Abbildung 4: Arbeitsaufgabe, -organisation, -mittel, -umgebung).

Das folgende Modell (Abbildung 6) bietet eine Grundlage zur Ableitung geeigneter Strategien für eine gesunde und erfolgreiche Arbeitsgestaltung.

Zur Veranschaulichung der Gleichung sollen die beiden folgenden Szenarien dienen:

**Szenario 1:** Eine Tätigkeit mit hohem Handlungsspielraum (externe Ressource) und hoher Verantwortung (Belastung) wird über einen langen Projektzeitraum (Dauer) durchgeführt. Dabei entspricht die Tätigkeit den beruflichen Qualifikationen des Beschäftigten sowie seinen individuellen

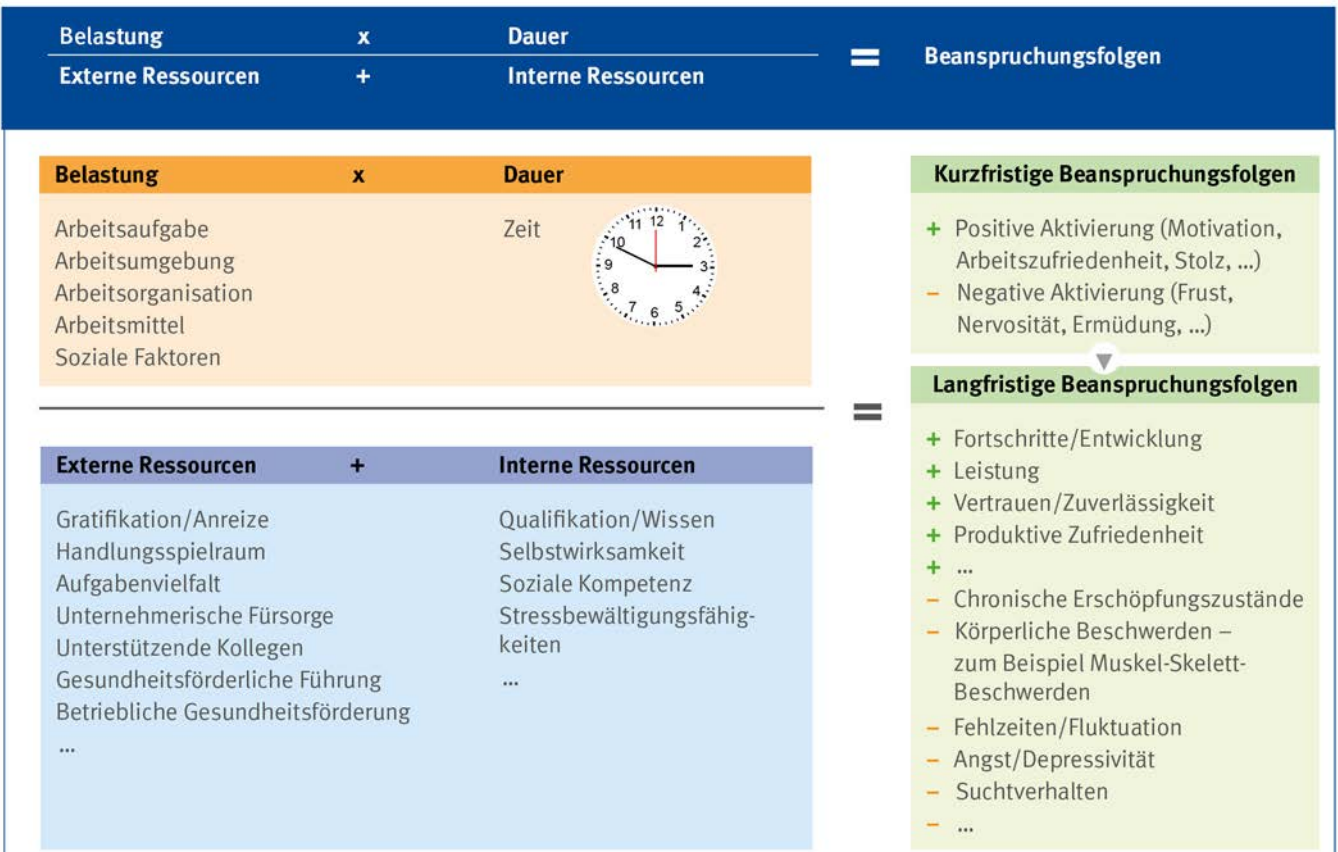


Abb. 6 Handlungsmodell zur gesunden und erfolgreichen Arbeitsgestaltung



Wünschen. Der Beschäftigte zeichnet sich außerdem durch eine hohe Stressbewältigungskompetenz aus (interne Ressourcen). Darüber hinaus achtet das Unternehmen darauf, dass die Beschäftigten für gute Leistungen entsprechend belohnt werden und dass arbeitsbedingten Belastungen auch entsprechende Erholzeiten gegenüberstehen. Auch bestehen für die Beschäftigten 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 ist, wird sie durch hohe interne und externe Ressourcen abgepuffert. Hier sind keine beziehungsweise kaum negative Beanspruchungsfolgen zu erwarten.

**Szenario 2:** Eine Aufgabe verlangt von den Beschäftigten seit Monaten sich ständig wiederholende, stark segmentierte Tätigkeiten – zum Beispiel das ausschließliche Scannen von Belegen oder Ähnliches (Belastung). Diese Tätigkeit wird durch andere Tätigkeiten nicht unterbrochen, angereichert oder erweitert (fehlende externe Ressource). Die Person ist hinsichtlich der durchzuführenden Arbeit deutlich überqualifiziert und damit unterfordert (Beanspruchung) und das Unternehmen besitzt weder Möglichkeiten der Mischarbeit noch Empfehlungen zu Bildschirmarbeitsunterbrechungen. Auch Mitarbeitergespräche wurden schon seit Jahren nicht mehr geführt (fehlende externe Ressourcen). Durch häufigen Wechsel in der Belegschaft besteht kein guter Zusammenhalt im Kollegenkreis (fehlende externe Ressource).

**Fazit:** Hier ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass negative Beanspruchungsfolgen auftreten – zum Beispiel in Form von Monotonie und Ermüdung. Es gibt wenig/keine Ressourcen, die die Belastungen abpuffern könnten.

Diese Szenarien veranschaulichen beispielhaft die entscheidenden Einflussfaktoren auf die positiven beziehungsweise negativen Beanspruchungsfolgen. Für eine gesunde und erfolgreiche Arbeitsgestaltung ist es erforderlich, die für die jeweilige Situation bedeutsamen „Stellschrauben“ zu identifizieren und zu betätigen. Dabei sollte der Fokus sowohl auf der Anpassung der Belastung als auch auf der Stärkung von Ressourcen liegen. Bei einem systematischen Vorgehen, mit dem Ziel Gesundheit und Sicherheit in die Wertschöpfungsprozesse eines

Unternehmens zu implementieren, spricht man von **betrieblicher Präventionskultur**. Darüber hinaus muss zudem die Förderung der **individuellen Gesundheitskompetenz** der Person berücksichtigt werden. Denn ohne die Beteiligung und Einbindung der Beschäftigten können gesundheitsförderliche Maßnahmen nicht ihre Wirkung entfalten. Die Förderung der Gesundheitskompetenz hat das Ziel, den einzelnen Beschäftigten in seinen Fähigkeiten so zu stärken, dass er seine Gesundheit und Beschäftigungsfähigkeit erhalten kann. Letztendlich greifen Präventionskultur und Gesundheitskompetenz also ineinander und bilden eine ganzheitliche Präventionsstrategie.



#### Weitere Literatur

- AMR 14.1 „Angemessene Untersuchung der Augen und des Sehvermögens“
- DGUV Regel 115-401 „Branche Bürobetriebe“
- DGUV Information 250-007 „DGUV Grundsatz für arbeitsmedizinische Untersuchungen ‚Bildschirmarbeitsplätze‘ G 37 (mit Kommentar)“
- DGUV Information 250-008 „Sehhilfen am Bildschirmarbeitsplatz“
- DGUV Information 215-450 „Softwareergonomie“
- VBG-Faltblatt „Sehhilfen am Bildschirmarbeitsplatz“
- VBG Fachwissen „Aktiv Ressourcen nutzen“
- VBG-Fachwissen „Burnout erkennen verstehen bekämpfen“
- VBG-Fachwissen „Gesund und erfolgreich führen“
- VBG-Fachwissen „Gesundheit im Büro – Fragen und Antworten“
- DIN EN ISO 10075-1 „Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 1: Allgemeine Aspekte und Konzepte und Begriffe“ (2018-01)

## 4.2 Beurteilung

Durch die Beurteilung der Arbeitsbedingungen sind die Belastung und alle Gefährdungen, die die Gesundheit der Beschäftigten negativ beeinflussen können, zu ermitteln.

Die Beurteilung kann vom Betrieb selbst vorgenommen werden. Der Arbeitgeber sollte dabei die betrieblichen Arbeitsschutzexperten (Betriebsärzte und Fachkräfte für

Arbeitssicherheit) sowie die Beschäftigten einbeziehen. Eine rechtlich verbindliche Methode zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung ist nicht vorgegeben. Die generelle Vorgehensweise zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung ist in der ASR V3 "Gefährdungsbeurteilung" beschrieben. Häufig genügt ein Soll-Ist-Vergleich zwischen den Arbeitsbedingungen durch eine Inaugenscheinnahme vor Ort und den Anforderungen aus dem Vorschriften- und Regelwerk – zum Beispiel mithilfe einer Checkliste.

Die 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, der Arbeitsmittel und der Arbeitsumgebung, besonders hinsichtlich der körperlichen, visuellen und psychischen Belastung; Zur Beurteilung psychischer Belastung kann zusätzlich eine Bewertung durch die Beschäftigten mithilfe standardisierter Erhebungsinstrumente erfolgen
- Festlegung und Umsetzung von Maßnahmen
- Dokumentation der Ergebnisse und Maßnahmen sowie deren Wirksamkeit

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



### Weitere Literatur

- BAuA-Portal zur Gefährdungsbeurteilung; [www.gefaehrungsbeurteilung.de](http://www.gefaehrungsbeurteilung.de)
- ASR V3 „Gefährdungsbeurteilung“
- GDA-Arbeitsprogramm Psyche (Hrsg.): Arbeitsschutz in der Praxis. Empfehlungen zur Umsetzung der Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastung. Berlin, 2017
- Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastung. Erfahrungen und Empfehlungen 1. Auflage. Berlin: Erich Schmidt Verlag 2014

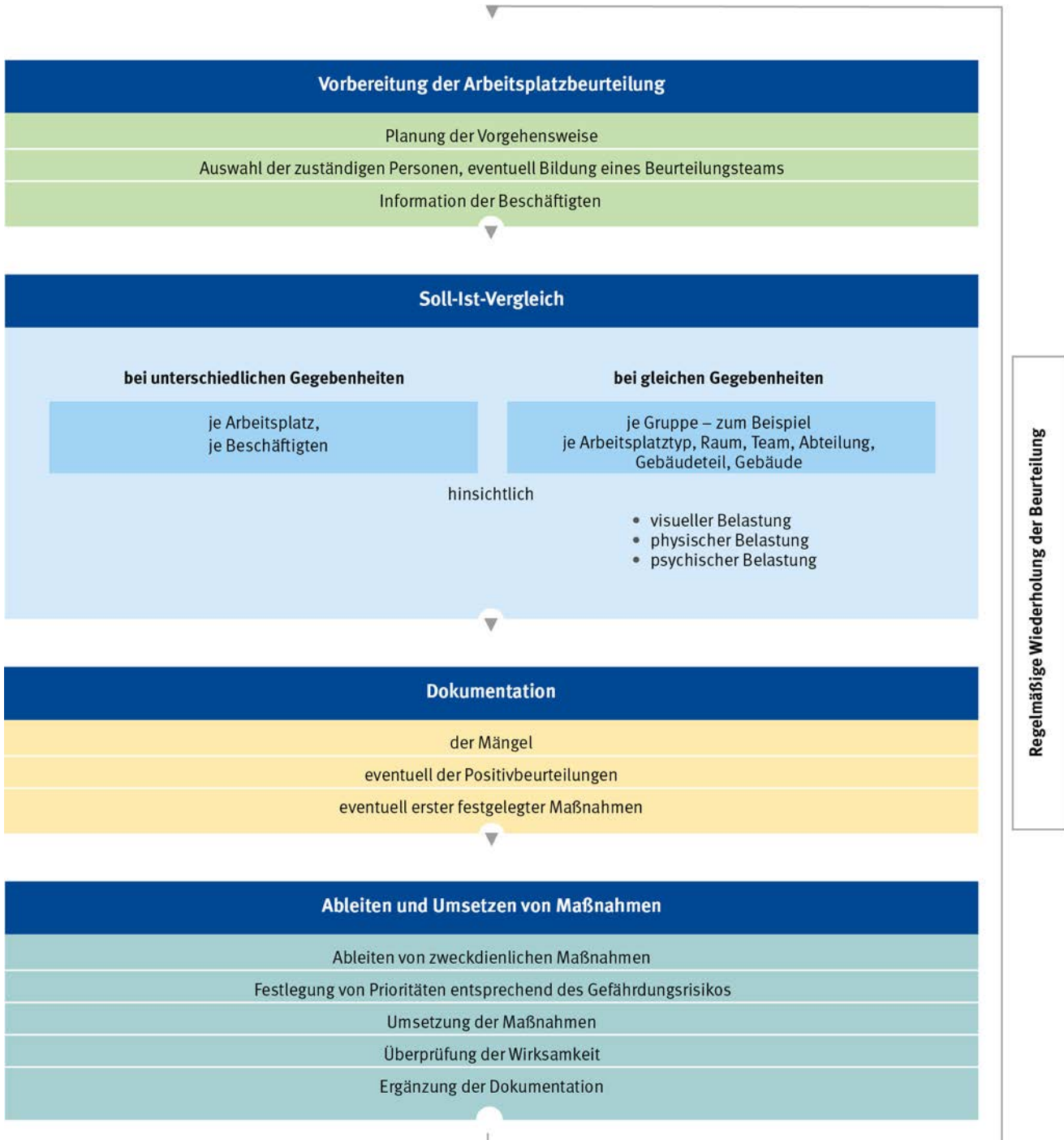


Abb. 7 Ablauf einer Arbeitsplatzbeurteilung

# 5 Unterweisung und Mitwirkung der Beschäftigten

## 5.1 Unterweisung



### § 6 Arbeitsstättenverordnung Unterweisung der Beschäftigten

- (1) Der Arbeitgeber hat den Beschäftigten ausreichende und angemessene Informationen anhand der Gefährdungsbeurteilung in einer für die Beschäftigten verständlichen Form und Sprache zur Verfügung zu stellen über
  1. das bestimmungsgemäße Betreiben der Arbeitsstätte,
  2. alle gesundheits- und sicherheitsrelevanten Fragen im Zusammenhang mit ihrer Tätigkeit,
  3. Maßnahmen, die zur Gewährleistung der Sicherheit und zum Schutz der Gesundheit der Beschäftigten durchgeführt werden müssen, und
  4. arbeitsplatzspezifische Maßnahmen, insbesondere bei Tätigkeiten auf Baustellen oder an Bildschirmgeräten,und sie anhand dieser Informationen zu unterweisen.
- (2) Die Unterweisung nach Absatz 1 muss sich auf Maßnahmen im Gefahrenfall erstrecken, insbesondere auf
  1. die Bedienung von Sicherheits- und Warneinrichtungen,
  2. die Erste Hilfe und die dazu vorgehaltenen Mittel und Einrichtungen und
  3. den innerbetrieblichen Verkehr.
- (3) Die Unterweisung nach Absatz 1 muss sich auf Maßnahmen der Brandverhütung und Verhaltensmaßnahmen im Brandfall erstrecken, insbesondere auf die Nutzung der Fluchtwege und Notausgänge. Diejenigen Beschäftigten, die Aufgaben der Brandbekämpfung übernehmen, hat der Arbeitgeber in der Bedienung der Feuerlösch-einrichtungen zu unterweisen.
- (4) Die Unterweisungen müssen vor Aufnahme der Tätigkeit stattfinden. Danach sind sie mindestens jährlich zu wiederholen. Sie haben in einer für die Beschäftigten verständlichen Form und Sprache zu erfolgen. Unterweisungen sind unverzüglich zu wiederholen, wenn sich die Tätigkeiten der Beschäftigten, die Arbeitsorganisation, die Arbeits- und Fertigungsverfahren oder die Einrichtungen und Betriebsweisen in der Arbeitsstätte wesentlich verändern und die Veränderung mit zusätzlichen Gefährdungen verbunden ist.

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, gegebenenfalls des Arbeits-tisches und der Anordnung der Arbeitsmittel – zum Beispiel Bildschirm, Tastatur, Fußstütze – auch eine Unterweisung zum Umgang mit der eingesetzten Software. Die Unterweisung ist in regelmäßigen Zeitabständen (mindestens jährlich), bei wesentlichen Änderungen am Arbeitsplatz sowie bei Beschwerden, die auf die Tätigkeit am Bildschirmarbeitsplatz zurückgeführt werden können, zu wiederholen. Die Unterweisung ist zu dokumentieren.

Verantwortlich für die Unterweisung im Betrieb ist der Arbeitgeber.

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.



#### Weitere Literatur

- Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV
- DGUV Regel 100-001 „Grundsätze der Prävention“
- DGUV Information 211-005 „Unterweisung – Bestandteil des betrieblichen Arbeitsschutzes“
- VBG-Info „Gesund arbeiten am PC“

## 5.2 Mitwirkung



### § 15 Arbeitsschutzgesetz 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 Arbeitsschutzvorschriften zu erfüllen.

Die Beschäftigten sollen bei der Umsetzung der Bestimmungen des Arbeitsschutzes mitwirken und insbesondere die Arbeitsmittel ergonomisch benutzen.



#### Weitere Literatur

- Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG
- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“

# 6 Arbeitsorganisation



## §§ 3 und 4 der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) i.V.m. Anhang Anforderungen und Maßnahmen für Arbeitsstätten nach § 3 Absatz 1, Nr. 6.1

(2) Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass die Tätigkeiten der Beschäftigten an Bildschirmgeräten insbesondere durch andere Tätigkeiten oder regelmäßige Erholungszeiten unterbrochen werden.

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 Erholungszeiten (Pausen) erreicht werden. Die optimale Lage und Dauer dieser Erholungszeiten sind von der jeweiligen Tätigkeit am Bildschirmgerät abhängig.

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

Im Folgenden werden Empfehlungen zur Gestaltung gesunder und erfolgreicher Büroarbeit gegeben (Tabelle 1). 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 gegebenenfalls eintretenden negativen Folgen der Belastung durch Bildschirmarbeit gering gehalten werden. Insbesondere sei auf die sinnvolle Gestaltung von Bildschirmarbeitsunterbrechungen durch Art und Ablauf der Arbeitstätigkeit sowie durch Pausen hingewiesen, die langfristig die Leistung der Beschäftigten positiv beeinflussen können.



### Weitere Literatur

- VBG-Fachwissen „Gesundheit im Büro – Fragen und Antworten

Tabelle 1: Allgemeine Gestaltungshinweise zur Büroarbeit

| Handlungsfeld                                | Motto   | Beispiele für Maßnahmen  |
|--|---|--|
| <b>Arbeitsbedingungen</b>                    |   |  |
| Organisationsstruktur und Ablauforganisation | „Wer die Aufgaben und Ziele des Unternehmens kennt, kann seine Arbeit daran orientieren.“   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transparenz der Struktur</li> <li>• Transparenz der Verantwortlichkeiten</li> <li>• Unternehmensleitbild</li> </ul>   |
| Ablauforganisation                           | „Wenn die Prozesse und Schnittstellen im Unternehmen bekannt sind, kann die Effizienz verbessert werden.“                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbesserung der Prozesse (Qualitätsmanagement)</li> <li>• Schnittstellen optimieren</li> </ul>   |
| Entwicklungs- und Lernchancen bei der Arbeit | „Wer qualifiziert ist, kann seine Aufgaben effektiv bewältigen und ist für neue Anforderungen gerüstet.“                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausreichende Grundqualifikation</li> <li>• Systematische Analyse des Weiterbildungsbedarfs</li> <li>• Kontinuierliche Fort- und Weiterbildung</li> <li>• Entwicklungsoptionen anbieten – zum Beispiel Fachkarriere</li> </ul> |
| Soziale und finanzielle Gratifikationen      | „Wer Anerkennung und Unterstützung erfährt, ist auch bereit, sich im Unternehmen mit seiner Leistung einzubringen.“               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soziale und fachliche Anerkennung der Tätigkeit</li> <li>• Transparente und gerechte Entlohnungssysteme</li> <li>• Quantitative und qualitative Bewertungssysteme</li> </ul>  |
| Arbeitsverteilung und Aufgabenzuschnitt      | „Wenn Menge und Art der Arbeit individuell angemessen sind, kann sie erfolgreich bewältigt werden.“                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Angemessener Arbeitsumfang</li> <li>• Widerspruchsfreie Arbeit</li> <li>• Berücksichtigung individueller Kompetenzen und Wünsche</li> </ul>   |
| Informationsmanagement                       | „Wenn Informationen für alle zugänglich sind, können Veränderungen mitgetragen werden.“   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eindeutige und für alle zugängliche Informations- und Kommunikationswege</li> <li>• Angemessene Informationsmedien – zum Beispiel Intranet</li> <li>• Regelmäßige Teamsitzungen</li> </ul>                                    |
| Arbeitszeit                                  | „Wenn bei der Arbeitszeit individuelle Bedürfnisse berücksichtigt werden können, steigt die Motivation und Arbeitszufriedenheit.“ | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleitzeit</li> <li>• Flexible Arbeitszeiten</li> <li>• Teilzeitmodelle</li> </ul>   |
| Arbeitsumgebung                              | „Bei einer störungsfreien und ansprechenden Arbeitsumgebung kann der Einzelne optimal seine Leistungsfähigkeit abrufen.“          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausreichende Helligkeit</li> <li>• Gute Akustik</li> <li>• Behagliches Raumklima</li> </ul>   |
| Arbeitsplatz                                 | „Wenn der Arbeitsplatz sicher und ergonomisch gestaltet ist, können zu hohe Belastungen der Benutzer vermieden werden.“           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geeigneter Arbeitstisch</li> <li>• Ergonomisch gestalteter Büroarbeitsstuhl</li> </ul>  |

| Handlungsfeld  | Motto  | Beispiele für Maßnahmen   |
|--|--|---|
| Arbeitsmittel  | „Zuverlässige und störungsfreie Arbeitsmittel sind eine effektive Hilfe bei der auszuübenden Tätigkeit.“   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entspiegelter und ausreichend großer Bildschirm</li> <li>• Ergonomische Software</li> </ul>  |
| <b>Aufgaben- und mitarbeiterorientiertes Führungsverhalten</b>             |  |   |
| Rückmeldung zur Tätigkeitsausführung und zu den Arbeitsergebnissen         | „Wer die Stärken und Schwächen kennt, kann sich verbessern und weiterentwickeln.“  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelmäßige Mitarbeitergespräche</li> <li>• Rückmeldung zur Qualität und Quantität der Arbeit</li> <li>• Gemeinsam vereinbarte Ziele</li> <li>• Angemessene und ehrliche Rückmeldungen (Lob und Kritik)</li> </ul> |
| Erweiterung von Entscheidungskompetenzen und Übertragung von Verantwortung | „Wer eigenständig Entscheidungen treffen kann, fühlt sich für seine Arbeit verantwortlich.“  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Möglichkeiten zur selbstorganisierten Projektarbeit</li> <li>• Eigenverantwortliches Handeln fördern</li> </ul>  |
| Verantwortungs- und Teamstrukturen   | „Wenn Aufgaben und Verantwortlichkeiten geklärt sind, kann Arbeit systematisch und zielgerichtet bewältigt werden.“  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klare Weisungs- und Entscheidungsbefugnisse</li> <li>• Angemessene Teamgröße</li> <li>• Klare Absprachen an Schnittstellen im Team</li> </ul>  |
| <b>Merkmale der Arbeitsaufgabe</b>   |  |   |
| Aufgabenvielfalt und Aufgabenwechsel                                       | „Wer angemessen gefordert ist und Möglichkeiten auf Abwechslung hat, erreicht optimale Leistung und bleibt aktiv und gesund.“  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Tätigkeits- und Arbeitswechsel</li> <li>• Angebote, Tätigkeitsspektrum zu erweitern</li> <li>• Mischmöglichkeiten</li> </ul>   |
| Erweiterung von Tätigkeitsspielräumen                                      | „Wer unterschiedliche Fähigkeiten und Fertigkeiten besitzt, kann auch in anspruchsvollen Situationen flexibel und sicher handeln.“   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ganzheitliche Tätigkeiten</li> <li>• Möglichkeiten zur Projektarbeit und Selbstorganisation</li> </ul>   |
| Pausenregelungen   | „Wer sich seine Ressourcen einteilt, wird langfristig erfolgreich sein.“   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurzpausen/Erholungszeiten fördern die langfristige Leistung</li> <li>• Aktive Pausengestaltung – zum Beispiel Bewegungsangebote</li> <li>• Separate und ansprechende Pausenräume</li> </ul>                       |
| Leistungs- und Zeitvorgaben  | „Wenn Leistungs- und Zeitvorgaben angemessen gesetzt sind, ist ein erfolgreiches und langfristig gesundes Arbeiten möglich.“   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Angemessene Leistungs- und Zeitvorgaben (nach Rücksprache mit den Beschäftigten)</li> <li>• Transparente Leistungs- und Zeitvorgaben</li> </ul>  |
| <b>Soziale Bedingungen</b>   |  |   |
| Interne Kommunikationsmöglichkeiten  | „Wenn Möglichkeiten für Kommunikation und Kooperation gegeben sind, erhalten Beschäftigte auch in schwierigen Situationen Hilfe und Unterstützung von Kolleginnen und Kollegen.“ | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelmäßigen Informationsaustausch ermöglichen</li> <li>• Möglichkeiten für soziale Kontakte bieten – zum Beispiel Kommunikationsecke, Betriebsausflug</li> </ul>  |



# 7 Vorsorge bei Tätigkeiten an Bildschirmgeräten



## Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge Anhang Teil 4, Absatz 2, Punkt 1

### (2) Angebotsvorsorge bei

#### 1. Tätigkeiten an Bildschirmgeräten

Die Angebotsvorsorge enthält das Angebot auf eine angemessene Untersuchung der Augen und des Sehvermögens. Erweist sich aufgrund der Angebotsvorsorge eine augenärztliche Untersuchung als erforderlich, so ist diese zu ermöglichen. § 5 Abs. 2 gilt entsprechend für Sehbeschwerden. Den Beschäftigten sind im erforderlichen Umfang spezielle Sehhilfen für ihre Arbeit an Bildschirmgeräten zur Verfügung zu stellen, wenn Ergebnis der Angebotsvorsorge ist, dass spezielle Sehhilfen notwendig und normale Sehhilfen nicht geeignet sind.

Bei Tätigkeiten an Bildschirmgeräten ist eine Angebotsvorsorge erforderlich. Eine Konkretisierung der im Rahmen der Vorsorge ggf. durchzuführenden Untersuchung erfolgt durch die Arbeitsmedizinische Regel AMR 14.1 „Angemessene Untersuchung der Augen und des Sehvermögens“, Ablauf und Bewertung der Vorsorge und Untersuchung werden im DGUV Grundsatz für arbeitsmedizinische Untersuchungen „Bildschirmarbeitsplätze“ G 37 beschrieben.

Nach derzeitigem Kenntnisstand sind bei Erwachsenen Schädigungen des Sehorgans durch Bildschirmarbeit nicht zu erwarten. Dennoch ist es sinnvoll, das Sehvermögen bei Beschäftigten an Bildschirmarbeitsplätzen regelmäßig zu überprüfen, damit eine Fehlsichtigkeit erkannt und optimal korrigiert werden kann. So leiden zum Beispiel etwa 35 Prozent der Bevölkerung an einer Kurzsichtigkeit. Eine häufige Ursache einer Fehlsichtigkeit ist auch die mit dem Alter nachlassende Fähigkeit der Augenlinse, durch Formveränderung ein scharfes Sehen in der Nähe (Akkommodation) zu ermöglichen.

Dadurch verändert sich der Nahpunkt, das heißt, 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 einer erhöhten visuellen Beanspruchung und zu Beschwerden des Bewegungsapparates. Die Folgen können asthenopische Beschwerden wie Kopfschmerzen, brennende und tränende Augen sowie Flimmern vor den Augen sein.

Aus diesen Erkenntnissen resultiert die Notwendigkeit, regelmäßig eine arbeitsmedizinische Vorsorge anzubieten. Die Vorsorge wird als Angebotsvorsorge durch Ärzte mit der Gebietsbezeichnung „Arbeitsmedizin“ oder der Zusatzbezeichnung „Betriebsmedizin“ durchgeführt. Eine Untersuchung der Augen und des Sehvermögens kann durch eine arbeitsmedizinische Vorsorge nach AMR 14.1 „Angemessene Untersuchung der Augen und des Sehvermögens“ erfolgen.

Sie enthält ein ärztliches Gespräch mit Ermittlung der Vorgeschichte und aktueller Beschwerden. Bei Bedarf und mit Einwilligung der Beschäftigten wird ein Sehtest durchgeführt. Dieser besteht aus:

- Sehschärfebestimmung im Nah- und Fernbereich (unter Berücksichtigung arbeitsplatzrelevanter Sehabstände),
- Prüfung der Stellung der Augen,
- Prüfung des zentralen Gesichtsfeldes,
- Prüfung des Farbensinnes.

Zusätzlich erfolgt eine ärztliche Beurteilung und persönliche Beratung sowie die Mitteilung des Ergebnisses.

Im DGUV Grundsatz „Bildschirmarbeitsplätze“ G 37 werden die Inhalte der Vorsorge näher konkretisiert. Unter anderem wird eine umfassende Anamneseerhebung empfohlen. Dies beinhaltet zum Beispiel Augenbeschwerden, Augenerkrankungen, Beschwerden und Erkrankungen des Bewegungsapparates, neurologische Erkrankungen, Stoffwechselerkrankungen, Bluthochdruck, Dauerbehandlung mit Medikamenten sowie eine Arbeitsanamnese.

Damit steht ein umfassendes Verfahren für die Prüfung des Sehvermögens zur Verfügung. Die erste Vorsorge erfolgt nach der Arbeitsmedizinischen Regel 2.1 „Fristen für die Veranlassung/das Angebot arbeitsmedizinischer Vorsorge“ innerhalb von drei Monaten vor Aufnahme der Tätigkeit. Die zweite Vorsorge muss innerhalb von 12 Monaten nach Aufnahme einer Tätigkeit am Bildschirm, jede weitere Vorsorge spätestens 36 Monate nach der vorausgegangenen Vorsorge angeboten werden.

Ob die Verordnung einer speziellen Sehhilfe am Bildschirmarbeitsplatz erforderlich ist, stellt der Betriebsarzt/die Betriebsärztin im Rahmen dieser Vorsorge fest. Wenn eine Korrektur von Brechungsfehlern erforderlich und eine geeignete Sehhilfe für das Sehen in der Nähe angepasst worden ist, kann der am Bildschirm arbeitende Beschäftigte grundsätzlich dieselbe Brille wie im alltäglichen Leben (Universalbrille) tragen. In einigen Fällen ist es aber nicht möglich, mit einer Universalbrille die erforderliche Sehentfernung zum Bildschirm einzustellen. Unter diesen Bedingungen kann die Verordnung einer speziellen Sehhilfe am Bildschirmarbeitsplatz erforderlich werden.

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



### Weitere Literatur

- Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge – ArbMedVV
- AMR 14.1 „Angemessene Untersuchung der Augen und des Sehvermögens“
- AMR 2.1 „Fristen für die Veranlassung/das Angebot arbeitsmedizinischer Vorsorge“
- DGUV Information 250-007 „DGUV Grundsatz für arbeitsmedizinische Untersuchungen „Bildschirmarbeitsplätze“ G 37“ (mit Kommentar)
- DGUV Information 250-008 „Sehhilfen am Bildschirmarbeitsplatz“
- VBG-Faltblatt „Sehhilfen am Bildschirmarbeitsplatz“

# 8 Anforderungen an die Gestaltung von Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen

Die Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen erfolgt nach §§ 3 und 3a der Arbeitsstättenverordnung i. V. m. Anhang Anforderungen und Maßnahmen für Arbeitsstätten nach § 3 Abs. 1, Nr. 6.

## 8.1 Allgemeine Anforderungen an Bildschirmarbeitsplätze



### Arbeitsstättenverordnung Anhang Anforderungen und Maßnahmen für Arbeitsstätten nach § 3 Abs. 1, Nr. 6.1 Ziffer 1

- (1) Bildschirmarbeitsplätze sind so einzurichten und zu betreiben, dass die Sicherheit und der Schutz der Gesundheit der Beschäftigten gewährleistet sind. Die Grundsätze der Ergonomie sind auf die Bildschirmarbeitsplätze und die erforderlichen Arbeitsmittel sowie die für die Informationsverarbeitung durch die Beschäftigten erforderlichen Bildschirmgeräte entsprechend anzuwenden.

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, das heißt 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 sichere und ergonomische 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
- Anpassbarkeit der Arbeitsmittel und der Umgebungsbedingungen an unterschiedliche Bedürfnisse
- Verfügbarkeit geeigneter Benutzerinformationen

### *Verwendung geeigneter Werkstoffe*

Geeignet sind nur solche Werkstoffe, die den bei bestimmungsgemäßer Verwendung auftretenden 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 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 – zum Beispiel an Ventilatoren, 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 EN 349 „Sicherheit von Maschinen – Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen“ (2008-09)
- DIN EN ISO 12100 „Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung“ (2013-08)
- DIN EN ISO 13857 „Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen“ (2008-06)

### *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 durch Umkippen 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

- DGUV Vorschrift 3 und 4 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“
- DIN Beuth Pocket „Elektrische Installation in Büromöbeln - Zusammenstellung anerkannter Regeln (Leitlinie)“ (2018-06)

### *Berücksichtigung ergonomischer Gestaltungskriterien*

Arbeitsmittel entsprechen den ergonomischen Gestaltungskriterien, wenn sie den physischen und psychischen Gegebenheiten des Menschen so angepasst sind, dass einseitige, zu hohe Belastung vermieden wird. 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 – Teil 3: Stellteile“ (2010-01)
- DIN EN ISO 6385 „Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen“ (2016-12)
- DIN EN ISO 9241-5 „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten – Teil 5: Anforderungen an Arbeitsplatzgestaltung und Körperhaltung“ (1999-08)
- DIN EN ISO 9241-11 „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten – Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit; Leitsätze“ (1999-01)
- DIN 31000 (VDE 1000) „Allgemeine Leitsätze für das sicherheitsgerechte Gestalten von Produkten“ (2017-04)
- Lange, W.; Windel, A. (2017): Kleine ergonomische Datensammlung, Köln, 16. Auflage

### Anpassbarkeit der Arbeitsmittel und der Umgebungsbedingungen an unterschiedliche Bedürfnisse

Je besser die Arbeitsmittel und die Umgebungsbedingungen angepasst werden können, umso mehr können unterschiedliche Bedürfnisse der Beschäftigten berücksichtigt werden. Unter anderem sollen die Darstellung auf dem Bildschirm und die Beleuchtung eingestellt werden können. Dies ermöglicht die individuelle Anpassung beispielsweise an das Sehvermögen von älteren Beschäftigten.

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



#### Weitere Literatur

- Behindertengleichstellungsgesetz – BGG
- Barrierefreie Informationstechnik-Verordnung – BITV 2.0
- ASR V3a.2 „Barrierefreie Gestaltung von Arbeitsstätten“
- DIN 18040-1 „Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude“ (2010-01)
- DIN EN ISO 9241-20 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 20: Leitlinien für die Zugänglichkeit der Geräte und Dienste in der Informations- und Kommunikationstechnologie“ (2009-08)
- DIN EN ISO 9241-171 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 171: Leitlinien für die Zugänglichkeit von Software“ (2008-10)

### 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

- Produktsicherheitsgesetz – ProdSG
- Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV
- DIN EN 82079 (VDE 0039) „Erstellen von Anleitungen – Gliederung, Inhalt und Darstellung“ (2013-06)
- ISO/IEC Guide 37 „Bedienungsanleitungen für vom Endverbraucher genutzte Produkte“ (2012-12)
- VDI 4500 Blatt 1 „Technische Dokumentation – Begriffsdefinitionen und rechtliche Grundlagen“ (2006-06)

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. Weitergehende Anforderungen und Empfehlungen enthält dieser Leitfaden.

## 8.2 Bildschirm, Tastatur und sonstige Eingabemittel

### 8.2.1 Bildschirm

Im Bürobereich finden zwei Bildschirmanzeigetechniken Verwendung, nämlich Kathodenstrahlröhrenanzeigen (CRT) und Flüssigkristallanzeigen (LCD). Dabei spielen CRT-Bildschirme eine immer geringere Rolle, bei Neuanschaffungen werden fast ausschließlich LCD-Bildschirme gewählt.

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 (Tabelle 2).

Um die Abhängigkeit der optischen Eigenschaften von LCD-Bildschirmen zu differenzieren, nimmt die Norm DIN EN ISO 9241-307 eine Einteilung in vier Sehrichtungsbereiche vor (Tabelle 3, Abbildung 8).

Tabelle 2: LCD-Typen im Vergleich

|                    | TN              | IPS/SIPS        | MVA/PVA              |
|--------------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| Kontrast           | mittel bis hoch | mittel bis hoch | mittel bis sehr hoch |
| Winkelabhängigkeit | mittel bis groß | gering          | gering               |
| Schaltzeiten       | kurz            | mittel          | kurz                 |
| Leistungsaufnahme  | gering          | hoch            | hoch                 |

- TN = Twisted Nematic
- IPS = In-Plane-Switching
- SIPS = Super In-Plane-Switching
- MVA = Multi Domain Vertical Alignment
- PVA = Pattern Vertical Alignment

Tabelle 3: Sehrichtungsbereiche nach DIN EN ISO 9241-307

| Beschreibung   | Alte Klasse nach DIN EN ISO 13406 |
|--|-----------------------------------|
| <b>Bildschirm für Betrachtung durch mehrere Nutzer oder für Mehrbildschirmlösungen</b>   |                                   |
| <p>Erlaubt einer Vielzahl von Benutzern oder einem einzelnen Nutzer mehrerer Bildschirme, die gesamte Bildschirmfläche beim vorgesehenen Sehabstand aus allen Richtungen zu betrachten.</p> <p>Bietet Gleichmäßigkeit über die gesamte Bildschirmfläche, Kopfbewegungen sind möglich.</p> <p>Nicht geeignet für Aufgaben, die einen engen Sehkegel erfordern – zum Beispiel Schutz von vertraulichen Daten.</p>  | I                                 |
| <b>Bildschirm für große Betrachtungswinkel oder für Mehrbildschirmlösungen</b>   |                                   |
| <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 – zum Beispiel Schutz von vertraulichen Daten.</p>  | II                                |
| <b>Bildschirm für kleine Betrachtungswinkel</b>  |                                   |
| <p>Erlaubt einem einzelnen Benutzer, die gesamte Bildschirmfläche beim vorgesehenen Sehabstand von einer fixierten Position (das heißt 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 – zum Beispiel Schutz von vertraulichen Daten.</p>  | III                               |
| <b>Bildschirm für eingeschränkte Betrachtungswinkel</b>  |                                   |
| <p>Erlaubt einem einzelnen Benutzer, die Mitte der Bildschirmfläche beim vorgesehenen Sehabstand von einer fixierten Position (das heißt 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 Bildarstellung zu erreichen, Kopfbewegungen sind nicht möglich.</p> <p>Sehr gut geeignet für Aufgaben, die einen engen Sehkegel erfordern – zum Beispiel Schutz von vertraulichen Daten, Geldautomat.</p> | IV                                |

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 Sehrichtungsbereiche ist in vielen Fällen ein Kompromiss zwischen den ergonomischen Anforderungen und der Arbeitsaufgabe.



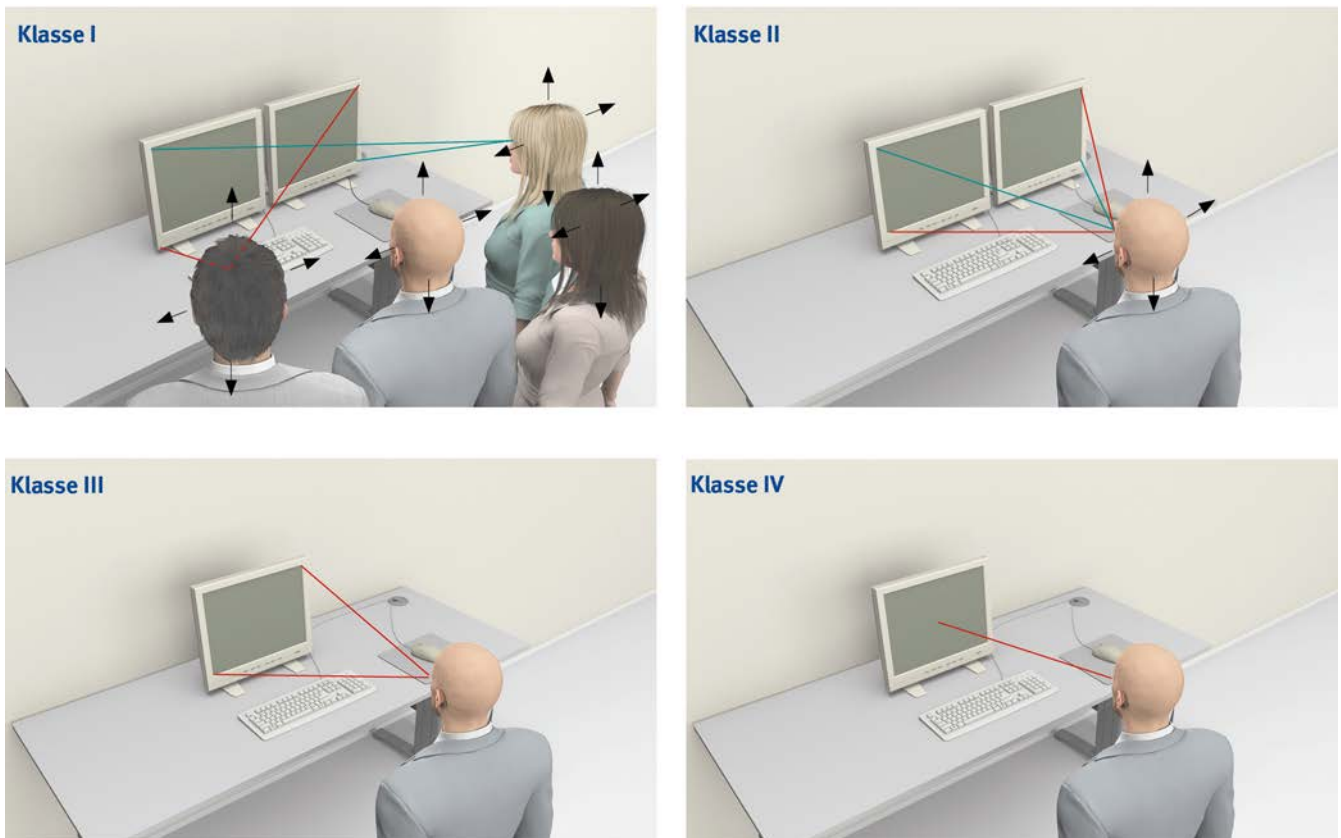


Abb. 8 Sehrichtungsbereiche aus Tabelle 3



### TIPP: Vor- und Nachteile von LCD-Bildschirmen

#### Zu den Vorteilen zählen:

- Geringer Platzbedarf durch die kleinen Gerätebautiefen
- Große Helligkeit (Leuchtdichten von  $250 \text{ cd/m}^2$  und mehr gegenüber  $80 \text{ cd/m}^2$  bis  $140 \text{ cd/m}^2$  bei CRT-Bildschirmen)
- Keine Geometrie- und Konvergenzfehler, wie bei CRT-Bildschirmen
- Scharfes, kontrastreiches Bild
- Sehr gute Entspiegelung; LCD-Bildschirme fallen in der Regel sowohl in Positiv- als auch in Negativdarstellung in die beste Reflexionsklasse (siehe Tabelle 9). Dies wird von CRT-Bildschirmen bis auf ganz wenige Ausnahmen nicht erreicht
- Niedriger Energieverbrauch
- Geringe Wärmeabgabe
- Flimmerfreie Darstellung
- Unempfindlichkeit gegen Störungen durch elektrische und magnetische Felder – zum Beispiel durch Bahnlinien
- Strahlungsarmut, alle schwedischen Empfehlungen – zum Beispiel TCO – werden problemlos erfüllt

#### Zu den Nachteilen zählen:

- Von der Sehrichtung abhängige Farben, Leuchtdichten und Kontraste; hier gibt es je nach verwendetem LCD-Typ starke Unterschiede (Tabelle 2)
- Von der Auflösung abhängige Darstellungsqualität, optimale Darstellung bei Ansteuerung in der physikalischen Auflösung des LCD-Bildschirms
- Gegebenenfalls hohe Bildaufbauzeiten, was bei der Bearbeitung von bewegten Bildern stören kann



Der benötigte Sehrichtungsbereich hängt von der Arbeitsaufgabe, der Bildschirmgröße, dem Sehabstand und der notwendigen Bewegungsfreiheit des Benutzers ab.

Ein weiterer Punkt, an dem sich LCD- von CRT-Bildschirmen unterscheiden können, ist das Vorhandensein von

fehlerhaften Bildelementen (Pixeln) beziehungsweise deren Teilbildelementen (Subpixeln, in der Regel in den Farben Rot, Grün und Blau). Technisch bedingt können an Pixeln/Subpixeln von LCD-Bildschirmen folgende Defekte auftreten (Tabelle 4):

**Tabelle 4: Bildelement – (Pixel-)fehler nach DIN EN ISO 9241-302 – Maximale Anzahl der Fehler je Million Bildelemente**

| Fehlerklasse | Fehlerart 1<br>Pixel | Fehlerart 2<br>Pixel | Fehlerart 3<br>Subpixel |                | Häufung von<br>mehr als einem<br>Fehler der<br>Fehlerarten 1<br>oder 2 | Häufung von<br>Fehlern der<br>Fehlerart 3 |
|--------------|----------------------|----------------------|-------------------------|----------------|--|---|
|              | ständig hell         | ständig dunkel       | ständig hell            | ständig dunkel |  |   |
| 0            | 0                    | 0                    | 0                       | 0              | 0  | 0   |
| I            | 1                    | 1                    | 2                       | 1              | 0  | 0   |
|              | 1                    | 1                    | 1                       | 3              | 0  | 0   |
|              | 1                    | 1                    | 0                       | 5              | 0  | 0   |
| II           | 2                    | 2                    | 5                       | 0              | 0  | 1   |
|              | 2                    | 2                    | 4                       | 2              | 0  | 1   |
|              | 2                    | 2                    | 3                       | 4              | 0  | 1   |
|              | ⋮                    | ⋮                    | ⋮                       | ⋮              | ⋮  | ⋮   |
|              | 2                    | 2                    | 0                       | 10             | 0  | 1   |
| III          | 5                    | 15                   | 50                      | 0              | 0  | 5   |
|              | 5                    | 15                   | 49                      | 2              | 0  | 5   |
|              | 5                    | 15                   | 48                      | 4              | 0  | 5   |
|              | ⋮                    | ⋮                    | ⋮                       | ⋮              | ⋮  | ⋮   |
|              | 5                    | 15                   | 0                       | 100            | 0  | 5   |
| IV           | 50                   | 150                  | 500                     | 0              | 5  | 50  |
|              | 50                   | 150                  | 499                     | 2              | 5  | 50  |
|              | 50                   | 150                  | 498                     | 4              | 5  | 50  |
|              | ⋮                    | ⋮                    | ⋮                       | ⋮              | ⋮  | ⋮   |
|              | 50                   | 150                  | 0                       | 1000           | 5  | 50  |

Die Pixelfehlerklasse I hat es in den Vorgängernormen der jetzigen Normenreihe DIN EN ISO 9241-3xx nicht gegeben.

Im Gegensatz zu vorherigen Anforderungen wird in dieser Tabelle berücksichtigt, dass helle Subpixel stärker wahrgenommen werden als dunkle.

Beispiel: Ein LCD-Bildschirm mit einer Diagonalen von 19 Zoll und einer physikalischen Auflösung von 1280 Bildelementen x 1024 Bildelementen hat insgesamt  $1280 \times 1024 = 1,31$  Millionen Bildelemente. Die maximale Anzahl der Fehler entsprechend obiger Tabelle ergibt sich durch Multiplikation der Tabellenwerte mit dem Faktor 1,31.

Häufung von Fehlern (Cluster): zwei oder mehr fehlerhafte Pixel oder Subpixel in einem Block von 5 Pixeln x 5 Pixeln

Für Standard-Büroanwendungen ist mindestens Fehlerklasse II erforderlich, Fehlerklasse 0 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 10 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 aufwendig sein kann. Schlechte Synchronisation äußert sich zum Beispiel durch unruhiges Bild, vertikale Streifen, horizontale Streifen, Griefeln, Zeichenunschärfe.

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



#### 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 – zum Beispiel einer leeren Tabelle – oder einem Schachbrettmuster Abhilfe bringen.



#### Weitere Literatur

- DIN EN ISO 9241 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“
  - Teil 302: „Terminologie für elektronische optische Anzeigen“ (2009-06)
  - Teil 303: „Anforderungen an elektronische optische Anzeigen“ (2012-03)
  - Teil 307: „Analyse- und Konformitätsverfahren für elektronische optische Anzeigen“ (2009-06)
- DIN EN ISO 13406-2 „Ergonomische Anforderungen für Tätigkeiten an optischen Anzeigeeinheiten in Flachbauweise – Teil 2: Ergonomische Anforderungen an Flachbildschirme“ (2003-12) (zurückgezogen)



#### Anhang der Arbeitsstättenverordnung Nr. 6.2 Ziffer 1 und 2

- (1) Die Text- und Grafikdarstellungen auf dem Bildschirm müssen entsprechend der Arbeitsaufgabe und dem Sehabstand scharf und deutlich sowie ausreichend groß sein. Der Zeichen- und der Zeilenabstand müssen angemessen sein. Die Zeichengröße und der Zeilenabstand müssen auf dem Bildschirm individuell eingestellt werden können.
- (2) Das auf dem Bildschirm dargestellte Bild muss flimmerfrei sein. Das Bild 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 9).

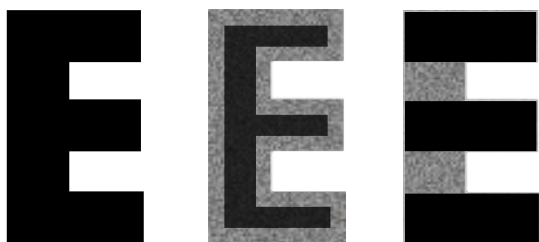


Abb. 9 Unterschiedliche Zeichenschärfen

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 – zum Beispiel vom Großrechner mit 800 Bildelementen x 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 zum Beispiel nur 800 Bildelemente x 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 eingesetztem Bildschirm (und Interpolationssoftware) sehr krasse Unterschiede in der Darstellung auf dem Bildschirm. Einige Bildschirme sind in der Lage, auch niedrigere Auflösungen noch relativ gut darzustellen. Bei anderen Bildschirmen können Zeichen unterschiedliche Strichstärken aufweisen oder mit starken Schatten dargestellt werden. Dies kann zu einer äußerst unscharfen Darstellung führen (Abbildung 10). 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 infrage kommenden LCD-Bildschirmen und Grafikkarten geprüft werden.



Abb. 10 Darstellung auf einem LCD-Bildschirm: links in physikalischer, rechts in kleinerer Auflösung

Die Anzeigeleuchtdichte (Helligkeit der Anzeige) sollte mindestens\* 100 cd/m<sup>2</sup> 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 physiolo-

\* Bei LCD-Bildschirmen kann dieser Wert unterschritten werden, wenn die Blicklinie stark von der Senkrechten auf die Bildschirmoberfläche abweicht.

gischen Eigenschaften des Menschen und an die Arbeitsumgebung (Abbildung 11).

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-Adaptationen\* (Abbildung 12).
- Die Leuchtdichten besonders von Vorlagen (Papier) und Bildschirmanzeige werden angeglichen.

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

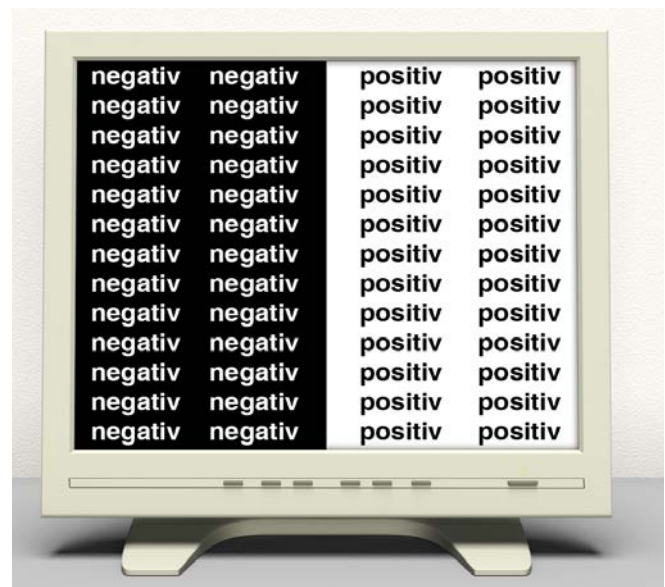


Abb. 11 Vergleich zwischen Positiv- und Negativdarstellung

\* Adaptation ist die Anpassung des Auges an die Helligkeit (Leuchtdichte) im Gesichtsfeld.

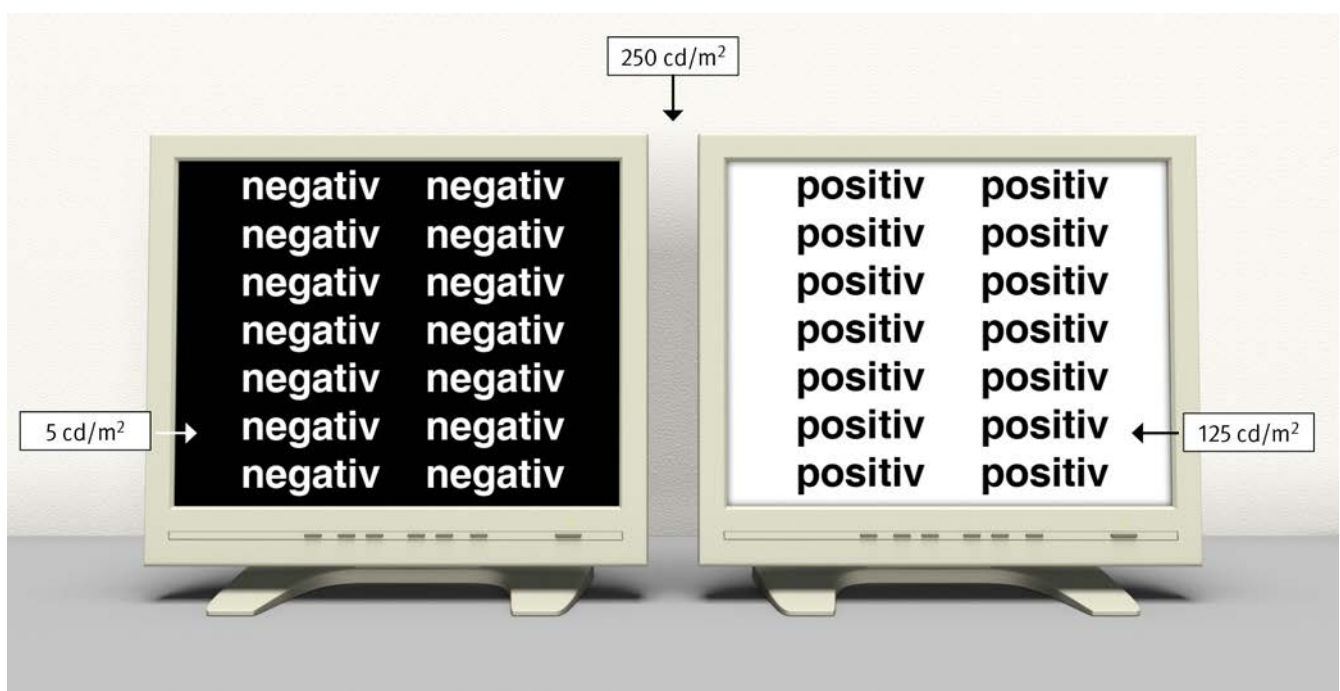


Abb. 12 Beispielhafte Helligkeitsunterschiede bei Positiv- beziehungsweise Negativdarstellung



Weitere Literatur

- DIN EN ISO 9241 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“
  - Teil 303: „Anforderungen an elektronische optische Anzeigen“ (2012-03)
  - Teil 307: „Analyse- und Konformitätsverfahren für elektronische optische Anzeigen“ (2009-06)

*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 13). Gute Lesbarkeit wird erreicht, wenn zum Beispiel

- eine ausreichende Zahl von Bildelementen\* für die Darstellung eines Zeichens verwendet wird. Dies bedeutet ein Raster von mindestens 7 Bildelementen x 9 Bildelementen (Breite x Höhe) für die Darstellung eines Großbuchstabens ohne Oberlänge – zum Beispiel Großbuchstabe „E“,
- die Höhe der Großbuchstaben ohne Oberlänge (Zeichenhöhe) unter einem Sehwinkel zwischen 22 Bogenminuten\*\* und 31 Bogenminuten erscheint, das heißt 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 – zum Beispiel Großbuchstabe „Ü“ – die Zeichenhöhe um mindestens zwei Bildelemente nach oben überschreiten,
- die Höhe der Kleinbuchstaben ohne Ober- und Unterlängen – zum Beispiel Kleinbuchstabe „z“ – circa 70 Prozent der Höhe eines Großbuchstabens ohne Oberlänge beträgt,
- die Höhe der Kleinbuchstaben mit Oberlänge – zum Beispiel Kleinbuchstabe „b“ – der Höhe der Großbuchstaben ohne Oberlänge entspricht,

\* Ein Bildelement (Pixel) ist das kleinste ansteuerbare Element zur Darstellung von Zeichen, Grafiken oder Bildern auf dem Bildschirm. Ein Pixel besteht in der Regel aus drei Subpixeln in den Grundfarben Rot, Grün und Blau.

\*\* Eine Bogenminute entspricht einem Winkel von 1/60 Grad.

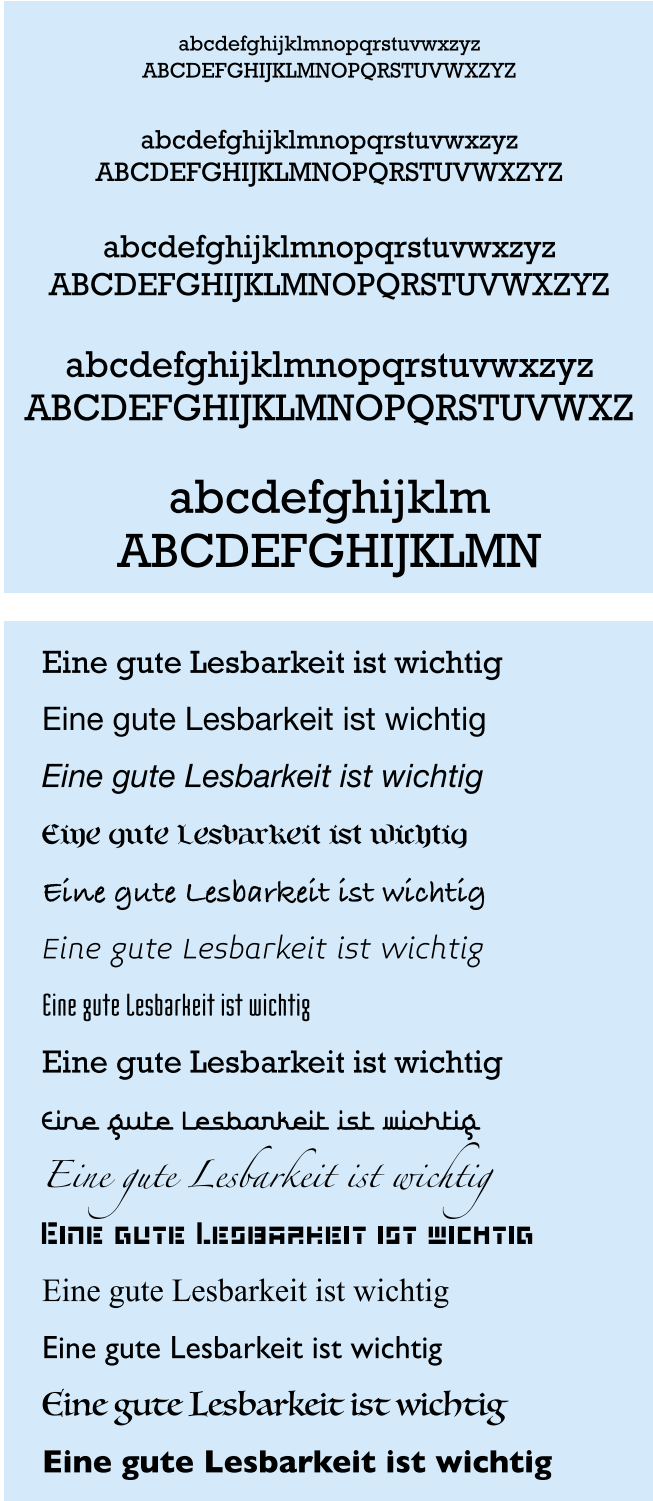


Abb. 13 Einfluss von Schriftgröße und Schriftart auf die Lesbarkeit



- die Kleinbuchstaben mit Unterlänge – zum Beispiel 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 – zum Beispiel zwischen Kleinbuchstabe „q“ und Großbuchstabe „Ü“ – mindestens ein Bildelement beträgt,
- der horizontale Wortabstand mindestens der Anzahl von Bildelementen des Großbuchstabens „H“ in der Breite entspricht (bei Proportionalchrift des Großbuchstabens „N“),
- die Gestaltung der Zeichen die Möglichkeit von Verwechslungen sicher ausschließt – zum Beispiel Null und Großbuchstabe „O“.

Den Aufbau von Zeichen aus Bildelementen zeigt Abbildung 14.

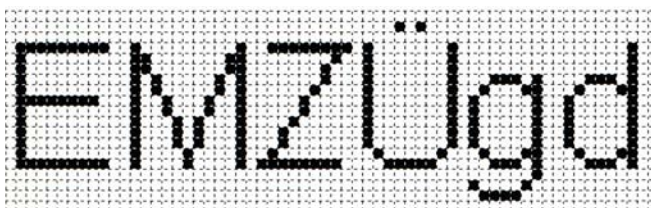


Abb. 14 Aufbau von Zeichen aus einzelnen Bildelementen

Für normale Büroanwendungen – zum Beispiel Textverarbeitung – wird mindestens ein 19“-CRT-Bildschirm oder ein 17“-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 15).

$$\text{Zeichenhöhe } h \text{ (mm)} = \frac{\text{Sehabstand (mm)}}{155}$$

Abb. 15 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. Besteht die Sehaufgabe überwiegend darin, den dargestellten Text gut erkennen und lesen zu können, werden Zeichengrößen entsprechend Tabelle 5 empfohlen.

**Tabelle 5:**  
Empfohlene Zeichenhöhe in Abhängigkeit vom Sehabstand

| Sehabstand (mm) | Empfohlene Zeichenhöhe (mm) |
|-----------------|-----------------------------|
| 500             | 3,2 bis 4,5                 |
| 600             | 3,9 bis 5,5                 |
| 700             | 4,5 bis 6,4                 |
| 800             | 5,2 bis 7,3                 |

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

Für die Ermittlung der Zeichenhöhe auf dem Bildschirm wird die Messfolie der VBG-Praxis-Kompakt „Software nutzerfreundlich einstellen und gestalten“ empfohlen.

Der Sehabstand richtet sich eher nach der Sehaufgabe als nach der Bildschirmgröße. Werden typische Büroauf-

gaben, bei denen die Leseaufgabe im Vordergrund steht, erledigt, haben sich Sehabstände von 500 mm bis 650 mm bewährt.

Auch wenn solche Arbeiten an größeren Bildschirmen mit mehreren Fenstern erledigt werden, sind ähnliche Sehabstände empfehlenswert. Sehabstände von 500 mm sollten nicht unterschritten werden.

Besteht die Sehaufgabe überwiegend darin, den gesamten Bildschirminhalt auf einen Blick zu erfassen, wie in einer Leitwarte, können die in Tabelle 6 angegebenen Sehabstände empfohlen werden.

**Tabelle 6: Bildschirmdiagonale/Sehabstand (wenn der gesamte Bildschirminhalt überwacht werden soll)**

| Bildschirmdiagonale |               | Sehabstand (mm) |
|---------------------|---------------|-----------------|
| LCD (Zoll/mm)       | CRT (Zoll/mm) |                 |
| 13/330              | 15/380        | 500             |
| 15/381              | 17/430        | 600             |
| 17/432              | 19/480        | 700             |
| 19/483              | 21/530        | 800             |
| 22/559 WD           |               | 900             |
| 24/610 WD           |               | 1000            |

WD = Widescreen Display = Breitformat-Bildschirm

Die bisher üblichen LCD-Bildschirme im Normalformat (Seitenverhältnis 4:3 beziehungsweise 5:4) werden zunehmend durch Bildschirme im Breitbildformat (Widescreen, Seitenverhältnis 16:9 beziehungsweise 16:10) ersetzt. Dabei eignen sich Bildschirme im Normalformat besser für Standardbüroanwendungen wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation mit kleinen Tabellen oder E-Mail-Verkehr, während Bildschirme im Breitbildformat für Bildbearbeitung, Tabellenkalkulation mit großen Tabellen und das Arbeiten mit mehreren Fenstern besser geeignet sind.

Bei der Arbeit mit eingescannten Dokumenten wird in der Regel mit mehreren Bildschirmfenstern gearbeitet – zum Beispiel sollen neben einem eingescannten DIN A4-

Dokument (Größe 297 mm x 210 mm) noch ein Bearbeitungsfenster und ein Informationsfenster dargestellt werden. Hierfür gibt es unterschiedliche Lösungen. Man kann mit zwei Bildschirmen oder mit einem Großbildschirm arbeiten.

### *Zwei Bildschirme (Normalformat 4:3 beziehungsweise 5:4)*

Häufig gibt es an den vorhandenen Arbeitsplätzen bereits LCD-Bildschirme, die weiter benutzt werden sollen. Da eingescannte Dokumente wegen der oft sehr kleinen Schriftzeichen, insbesondere im Fußbereich von Dokumenten, häufig mindestens in Originalgröße dargestellt werden sollen, muss der Bildschirm zur Darstellung der Dokumente eine Mindestgröße von 17“ (43 cm, Anzeigefläche circa 338 mm x 270 mm) haben und im Hochformat betrieben werden (Tabelle 7). Besser geeignet ist ein Bildschirm mit einer Diagonale von 19“ (48 cm, Anzeigefläche circa 376 mm x 301 mm), da man hier Dokumente auch leicht vergrößern kann, ohne dauernd mithilfe einer Lupe Funktion Ausschnittvergrößerungen machen zu müssen, um besser lesen zu können. Der zweite Bildschirm wird dann im Hoch- oder Querformat zur Anzeige der weiteren Bildschirmfenster benutzt.

Setzt man zwei Bildschirme mit gleicher physikalischer Auflösung ein, so ist der Betrieb an einer Grafikkarte mit zwei Ausgängen unproblematisch. Für Bildschirme mit unterschiedlichen Auflösungen gibt es Grafikkarten, die in der Lage sind, zwei unterschiedliche Auflösungen zu liefern (sogenannte Dual-Head-Grafikkarten).

Bei der Zwei-Bildschirm-Lösung sollte man darauf achten, dass die benutzten Bildschirme möglichst schmale Bildschirmrahmen haben und dicht beieinander stehen, um eine kompakte Gesamtanzeige zu erhalten.

Vorteilhaft ist es auch, wenn der im Hochformat betriebene Bildschirm über eine VA- oder IPS-Anzeige verfügt und nicht über eine stark winkelabhängige TN-Anzeige (siehe Tabelle 2). TN-Anzeigen werden im Hochformat von einer der beiden Seiten betrachtet nur ein dunkles, wenig kontrastreiches Bild liefern, was charakteristisch für solche Anzeigen ist. Beim Normalbetrieb im Querformat stellt man dies meistens nicht fest, es sei denn, man betrachtet den Bildschirm von unten. Leider muss man bei einer

Zwei-Bildschirm-Lösung auch damit rechnen, dass trotz eingestellter gleicher Farbtemperatur und gleicher Helligkeit beide Bildschirme Farben mehr oder weniger unterschiedlich darstellen beziehungsweise sich auch in ihrer Helligkeit unterscheiden. Dies kann, wenigstens zum Teil, durch eine entsprechende Bildeinstellung kompensiert werden, vorausgesetzt auch ein älterer Bildschirm lässt sich noch so weit korrigieren, dass der Helligkeitsabfall infolge der Alterung der LCD-Anzeige ausgeglichen werden kann.

Wer diese Probleme vermeiden möchte, greift gleich zu einem Großbildschirm im Breitbild-Format.

*Großbildschirm im Breitbild-Format (Widescreen-Format, 16:9 oder 16:10)*

Bevorzugt man diese Lösung, sollte man sich wenigstens für einen Bildschirm mit einer Diagonale von 26“ (660 mm) und einer Anzeigefläche von typischerweise 551 mm x 344 mm entscheiden. Hier lassen sich dann mehrere Fenster unmittelbar nebeneinander darstellen.

Ähnliche Vergrößerungen von eingescannten Dokumenten, wie bei einem 19“-Bildschirm im Hochformat, lassen sich allerdings erst mit einem 27“-Bildschirm (686 mm) mit einer Anzeigefläche von typischerweise 582 mm x 364 mm erreichen (Abbildung 16). Allerdings werden diese 27“-Bild-

Tabelle 7: Bildschirmparameter für LCD-Bildschirme

| Format  | Diagonale                                |     | Anzeigefläche | Physikalische Auflösung | Pixelgröße  |
|---|--|-----|---------------|-------------------------|-------------|
|   | Zoll                                     | mm  | mm            | Pixel                   | mm          |
| Normalformat 4:3<br>beziehungsweise<br>5:4          | 15                                       | 381 | 304x228       | 1024x768                | 0,294x0,294 |
|   | 17                                       | 432 | 338x270       | 1280x1024               | 0,264x0,264 |
|   | 19                                       | 483 | 376x301       | 1280x1024               | 0,294x0,294 |
|   | 20                                       | 508 | 408x306       | 1600x1200               | 0,255x0,255 |
|   | 21,3                                     | 541 | 432x324       | 1600x1200               | 0,27x0,27   |
|   | Größere Bildschirme nicht mehr verfügbar |     |               |                         |             |
| Breitbildformat<br>16:10<br>beziehungsweise<br>16:9 | 20                                       | 508 | 433x271       | 1680x1050               | 0,258x0,258 |
|   | 21,1                                     | 541 | 454x284       | 1680x1050               | 0,27x0,27   |
|   | 22                                       | 559 | 474x296       | 1680x1050               | 0,282x0,282 |
|   | 23                                       | 584 | 509x286       | 1980x1080               | 0,265x0,265 |
|   | 24                                       | 610 | 518x324       | 1920x1200               | 0,27x0,27   |
|   | 26                                       | 660 | 551x344       | 1920x1200               | 0,287x0,287 |
|   | 27                                       | 686 | 597x336       | 1920x1080               | 0,311x0,311 |
|   | 27                                       | 686 | 582x364       | 1920x1200               | 0,303x0,303 |
|   | 27                                       | 685 | 597x336       | 2560x1440               | 0,233x0,233 |
|   | 27,5                                     | 699 | 593x371       | 1920x1200               | 0,309x0,309 |
|   | 30                                       | 762 | 641x401       | 2560x1600               | 0,25x0,25   |



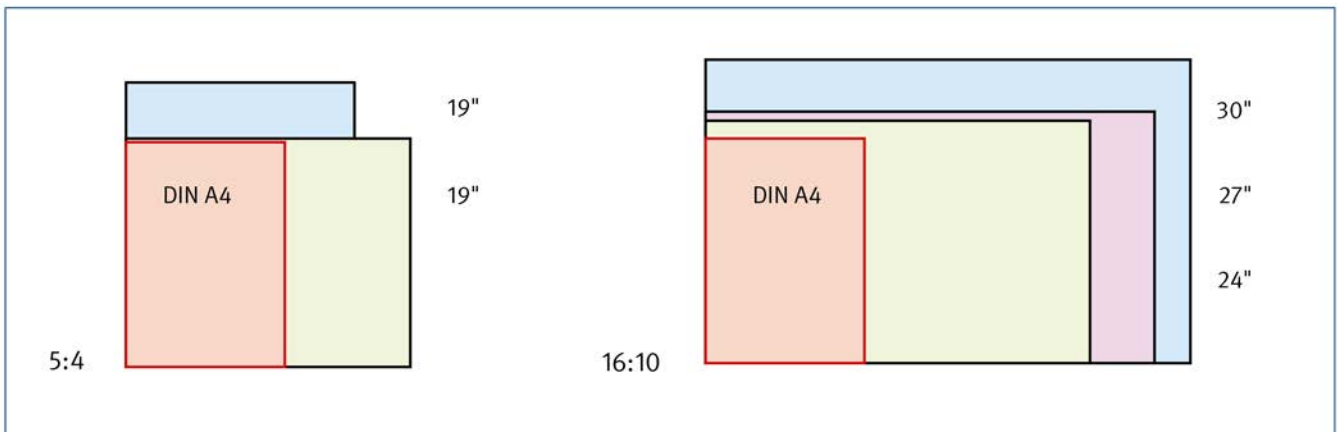


Abb. 16 LCD-Bildschirmgrößen im Vergleich

schirme mit einer Auflösung von 1920 Pixel x 1200 Pixel immer mehr von hochauflösenden 27“-Bildschirmen mit einer Auflösung von 2560 Pixel x 1440 Pixel und einer Anzeigefläche von 596 mm x 336 mm verdrängt.

Unabhängig von der eingesetzten Technik sollte man darauf achten, dass die auf den Bildschirmen dargestellten Informationen gut lesbar sind.



#### Weitere Literatur

- DIN EN ISO 9241 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“
  - Teil 303: „Anforderungen an elektronische optische Anzeigen“ (2012-03)
  - Teil 307: „Analyse- und Konformitätsverfahren für elektronische optische Anzeigen“ (2009-06)
- VBG-Praxis-Kompakt „Software nutzerfreundlich einstellen und gestalten“

### Bildgeometrie und -stabilität

Störende Veränderungen von Zeichengestalt oder Zeichenort durch Bildgeometrie- oder Bildstabilitätsfehler dürfen nicht auftreten.

Solche Geometriefehler, die in der Regel nur bei CRT-Bildschirmen vorkommen, kann man zum Beispiel durch Anlegen eines Blattes Papier an waagrechte oder senkrechte Linien, gegebenenfalls 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.

### 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
- 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.

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

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



#### Weitere Literatur

- DIN EN ISO 9241 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“
  - Teil 303: „Anforderungen an elektronische optische Anzeigen“ (2012-03)
  - Teil 307: „Analyse- und Konformitätsverfahren für elektronische optische Anzeigen“ (2009-06)

### 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 Konvergenzfehler\* sind zu vermeiden (Abbildung 17).

\* 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.



Abb. 17 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, das heißt ihr Farbabstand ausreichend groß ist (empfohlene Kombinationen für Zeichen- und Untergrundfarben können der Tabelle 8 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.

Die Unterscheidbarkeit von Farben (das heißt der Farbabstand zwischen zwei Farben) wird mit zunehmender Beleuchtungsstärke auf dem Bildschirm schlechter, insbesondere bei gut entspiegelten Bildschirmen. Dies trifft auch auf Leuchtdichten und Kontraste der Bildschirmanzeige zu, allerdings in schwächerer Ausprägung. Deshalb geben Hersteller inzwischen an, für welche Beleuchtungsstärke auf dem Bildschirm dieser geeignet ist. In technischen Datenblättern und GS-Zertifikaten wird dazu die Vorgesehene Bildschirmbeleuchtungsstärke in Lux angegeben. Es handelt sich hierbei um die maximal zulässige Beleuchtungsstärke auf dem Bildschirm durch die Umge-

Tabelle 8: 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

bungsbeleuchtung (Abbildung 18). Die tatsächliche Beleuchtungsstärke auf einem Bildschirm kann durch Auflegen eines Beleuchtungsstärkemessers (Messkopf nach außen!) direkt am jeweiligen Arbeitsplatz gemessen werden.

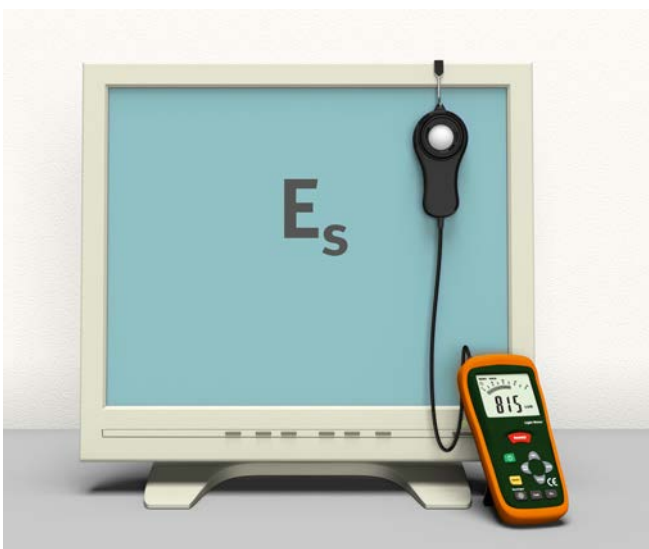


Abb. 18 Vorgesehene Bildschirmbeleuchtungsstärke  $E_s$

Damit Bildschirme auch an fensternahen Arbeitsplätzen noch unterscheidbare Farben liefern, werden Bildschirme empfohlen, für die Vorgesehene Bildschirmbeleuchtungsstärken von mindestens 1500 Lux bis 2000 Lux ausgewiesen werden. Spiegelnde Bildschirme sind zwar unempfindlicher gegenüber hohen Beleuchtungsstärken, aber wegen der hohen Störanfälligkeit hinsichtlich Reflexionen für Büroumgebungen nicht geeignet (siehe Seite 44).



#### Anhang der Arbeitsstättenverordnung Nr. 6.2 Ziffer 3

- (3) Die Helligkeit der Bildschirmanzeige und der Kontrast der Text- und Grafikdarstellungen auf dem Bildschirm müssen von den Beschäftigten einfach eingestellt werden können. Sie müssen den Verhältnissen der Arbeitsumgebung individuell angepasst werden können.

Eine einfache Einstellbarkeit ist gegeben, wenn die Stellteile im Blickfeld des Benutzers liegen und leicht betätigt werden können oder eine softwaremäßige Einstellung

über ein sogenanntes OSD-(On Screen Display) Menü erfolgt, welches intuitiv bedienbar ist. 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 (Tabelle 8 und Abbildung 19).



**Anhang der Arbeitsstättenverordnung  
Nr. 6.3 Ziffer 1**

- (1) Bildschirme müssen frei und leicht dreh- und neigbar sein sowie über reflexionsarme Oberflächen verfügen. Bildschirme, die über reflektierende Oberflächen verfügen, dürfen nur dann betrieben werden, wenn dies aus zwingenden aufgabenbezogenen Gründen erforderlich ist.

Bildschirme haben eine Oberfläche aus optisch durchsichtigem Material und reflektieren einen Teil des auftreffenden Lichtes. Dies erfolgt gerichtet als Spiegelungen – zum Beispiel bei unbehandelten Bildschirmoberflächen – oder gestreut – zum Beispiel 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 störender können sie empfunden werden (Abbildung 19).

Bereits bei der Gerätebeschaffung sollte berücksichtigt werden, dass Reflexionsminderungen am besten mit herstellerseitig getroffenen Antireflexionsmaßnahmen (Entspiegelungen) erzielt werden können.

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, wie bei CRT-Bildschirmen, macht



Abb. 19 Störende Spiegelungen und Reflexionen

sich wegen der dünnen Frontscheibe und des dadurch geringen Abstandes zum Ort der Bildelemente (Pixel) kaum bemerkbar.

Wie bisher in DIN EN ISO 9241-7 und DIN EN ISO 13406-2 werden Bildschirme nach DIN EN ISO 9241-307 bezüglich ihrer Reflexionseigenschaften, für Positiv- und Negativdarstellung getrennt, in drei Reflexionsklassen eingeteilt (Tabelle 9).

Da die aktuelle Norm DIN EN ISO 9241-307 die bisherigen Reflexionsklassen nicht mehr vorsieht, werden jetzt nur noch die Prüfbedingungen angegeben, unter denen man die Reflexionen des Bildschirms messtechnisch ermittelt (erste Spalte Tabelle 9). In GS-Zertifikaten steht dann zum Beispiel: Lichtquelle mit großflächiger Öffnung = 200 cd/m<sup>2</sup> und Lichtquelle mit kleinflächiger Öffnung = 2000 cd/m<sup>2</sup>. Dies entspricht der alten Reflexionsklasse I. Dieser Bildschirm kann bedenkenlos in allen Büroumgebungen eingesetzt werden und kann deshalb uneingeschränkt empfohlen werden. Gleichzeitig sollte der Bildschirm für eine Vorgesehene Bildschirmbeleuchtungsstärke von 1500 Lux bis 2000 Lux ausgewiesen sein (siehe Seite 43).

Weil Reflexionseigenschaften von Bildschirmen darstellungsabhängig sind, gibt es eventuell unterschiedliche Angaben für Positiv- beziehungsweise Negativdarstellung. Falls nicht, wird der Bildschirm entweder nur für Positiv-

Tabelle 9: Reflexionsklassen

| Leuchtdichte von gerichtet reflektierten Lichtquellen (cd/m <sup>2</sup> ) | Passende Umgebung  | Alte Reflexionsklasse nach DIN EN ISO 13406-2 |
|--|--|---|
| $L_{\text{grossfl}} = 200$ und $L_{\text{kleinfl}} = 2000$                 | Geeignet für allgemeinen Bürogebrauch *                          | I   |
| $L_{\text{grossfl}} = 200$ oder $L_{\text{kleinfl}} = 2000$                | Geeignet für die meisten, aber nicht alle Büroumgebungen **      | II  |
| $L_{\text{grossfl}} = 125$ oder $L_{\text{kleinfl}} = 200$                 | Erfordert eine spezielle, kontrollierte Umgebungsbeleuchtung *** | III   |

großfl = großflächige Lichtquelle; kleinfl = kleinflächige Lichtquelle

\* Bildschirme dieses Typs können in jeder Büroumgebung eingesetzt werden.

\*\* Bei diesen Bildschirmen ist bei nicht idealen Beleuchtungsbedingungen oder fensternaher Aufstellung der Geräte eventuell mit störenden Reflexionen auf dem Bildschirm zu rechnen.

\*\*\* Bei diesen Bildschirmen sind Störungen durch Reflexionen in der Regel so stark, dass diese Geräte für Büroarbeit in normalen Büroumgebungen nicht infrage kommen. Diese Störungen lassen sich nur durch eine vollständig diffuse Beleuchtung, die technisch kaum realisierbar ist, vermeiden, wenn man gleichzeitig verhindert, dass sich helle Flächen (Wände, Fenster) im Bildschirm spiegeln können.

oder Negativdarstellung angeboten oder er hat in beiden Darstellungsarten die gleichen Reflexionseigenschaften.

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 Abschnitt 8.4.2).

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



#### Weitere Literatur

- DIN EN ISO 9241 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“
  - Teil 303: „Anforderungen an elektronische optische Anzeigen“ (2012-03)
  - Teil 307: „Analyse- und Konformitätsverfahren für elektronische optische Anzeigen“ (2009-06)
- DIN EN ISO 9241-7 „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten – Teil 7: Anforderungen an visuelle Anzeigen bezüglich Reflexionen“ (1998-12) (zurückgezogen)
- DIN EN ISO 13406-2 „Ergonomische Anforderungen für Tätigkeiten an optischen Anzeigeeinheiten in Flachbauweise – Teil 2: Ergonomische Anforderungen an Flachbildschirme“ (2003-12) (zurückgezogen)



**Anhang der Arbeitsstättenverordnung  
Nr. 6.3 Ziffer 1**

- (1) Bildschirme müssen frei und leicht dreh- und neigbar sein sowie über reflexionsarme Oberflächen verfügen. Bildschirme, die über reflektierende Oberflächen verfügen, dürfen nur dann betrieben werden, wenn dies aus zwingenden aufgabenbezogenen Gründen erforderlich ist.

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 unter anderem eine Beschädigung der Anschlussleitungen durch eine Begrenzung des Drehwinkels auf höchstens  $\pm 180^\circ$  vermieden werden.

Wird die Blicklinie entsprechend Abbildung 20 um circa  $35^\circ$  aus der Waagerechten abgesenkt, so werden ermüdende und möglicherweise gesundheitsschädliche Körperhaltungen vermieden und optimale Sehbedingungen erreicht. Dazu ist ein Gerätefuß notwendig, der es erlaubt,



Abb. 20 Vertikales Blickfeld und Anordnung des Bildschirms

den Bildschirm so niedrig einzustellen, dass sich die Gehäuseunterkante unmittelbar über der Aufstellfläche befindet. Der Bildschirm sollte dann so nach hinten geneigt sein (maximal  $35^\circ$ ), dass die Anzeige senkrecht zur Oberfläche des Bildschirms betrachtet werden kann. Dabei sind Beleuchtung und Antireflexionsmaßnahmen aufeinander abzustimmen (siehe auch Abschnitt 8.4.2).

Verstelleinrichtungen 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.

### 8.2.2 Tastatur



**Anhang der Arbeitsstättenverordnung  
Nr. 6.3 Ziffer 2**

- (2) Tastaturen müssen die folgenden Eigenschaften aufweisen:
1. sie müssen vom Bildschirm getrennte Einheiten sein,
  2. sie müssen neigbar sein,
  3. die Oberflächen müssen reflexionsarm sein,
  4. die Form und der Anschlag der Tasten müssen den Arbeitsaufgaben angemessen sein und eine ergonomische Bedienung ermöglichen,
  5. die Beschriftung der Tasten muss sich vom Untergrund deutlich abheben und bei normaler Arbeitshaltung gut lesbar sein.

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

Als Tastaturen am Bildschirmarbeitsplatz kommen Volltastaturen mit alphanumerischem Bereich, numerischem Bereich, Editierbereich und Funktionsbereich infrage, wenn Texteingaben, numerische Eingaben und das Editieren von Daten notwendig sind. Sind nur wenige numerische Eingaben notwendig oder steht die Mausbedienung im Vordergrund, können auch Kompaktastaturen ohne numerischen Bereich eingesetzt werden (Abbildung 21). Dies erlaubt eine entspannte und neutrale Körperhaltung,



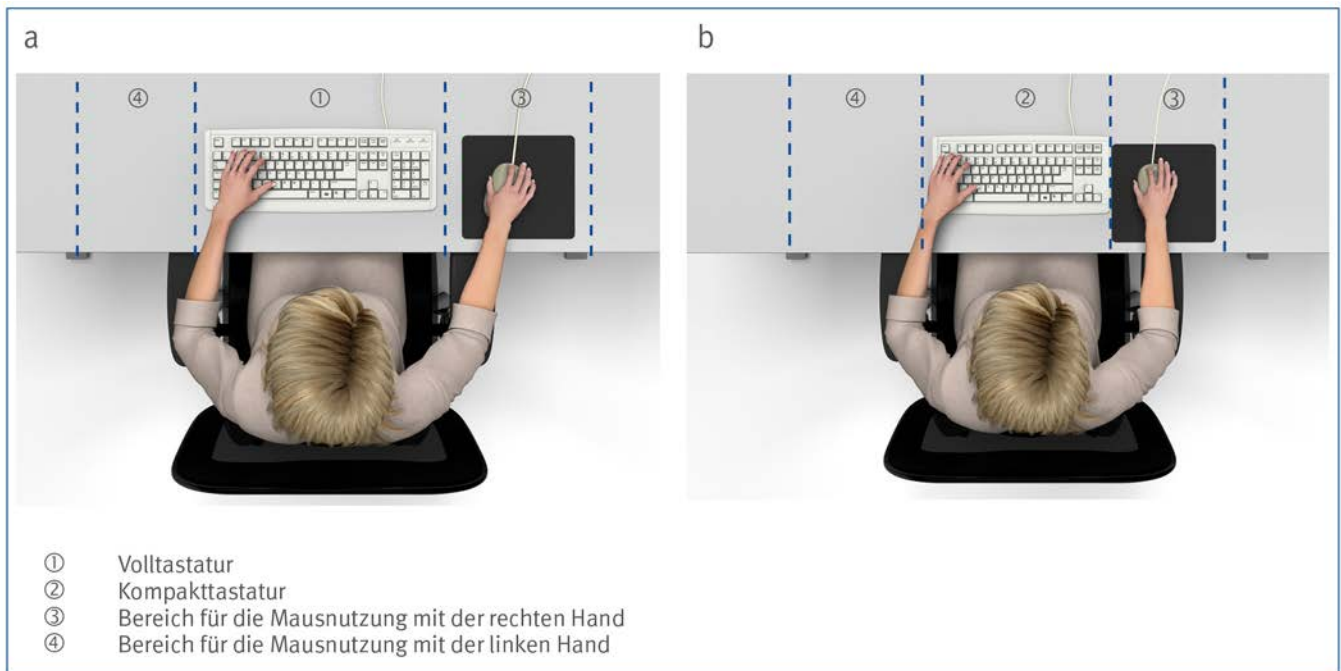


Abb. 21 a) Position einer Volltastatur;  
 b) Position einer Kompakttastatur mit besserer Erreichbarkeit der Fläche für die Mausbedienung

wenn die Maus mit der rechten Hand bedient wird, da ein Auswärtsdrehen des Armes, der die Maus bedient, entfällt.

Um eine ergonomisch günstige Arbeitshaltung einnehmen zu können, sollte die Tastatur im nicht höhenverstellten Zustand eine Neigung zwischen  $0^\circ$  und  $12^\circ$  und eine Bauhöhe (in der mittleren Tastaturreihe) von höchstens 30 mm haben. Im höhenverstellten Zustand (Tastaturfüße ausgeklappt) darf der Neigungswinkel der Tastatur maximal  $15^\circ$  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 22). Auch für die Maus sowie eventuelle weitere Eingabemittel ist ein ausreichender Platz vorzusehen.

In Einzelfällen, bei Beschäftigten mit akuten oder chronischen Erkrankungen, können Beschwerden und Beeinträchtigungen bei der Benutzung von herkömmlichen Eingabemitteln auftreten. In diesen Fällen kann der Einsatz alternativer Eingabemittel sinnvoll sein.

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 – zum Beispiel durch den Fingerschweiß – störend glänzen. Außerdem passt die Positivdarstellung auf der Tastatur dann besser zur Positivdarstellung auf dem



#### Weitere Literatur

- DIN EN ISO 9241-410 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 410: Gestaltungskriterien für physikalische Eingabegeräte“ (2012-12)
- VBG-Fachwissen „Alternative Eingabemittel an Bildschirmarbeitsplätzen; Informationen für Arbeitsmediziner und Betriebsärzte“



Abb. 22 Anordnung der Tastatur auf der Arbeitsfläche

Bildschirm und störende Helligkeitsunterschiede werden vermieden.

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 23).

Dies erfordert:

- Konkave Tastenflächen mit Kantenlängen oder Durchmessern von 12 mm bis 15 mm und Tastenmittenabständen von 19 mm
- Bei alphanumerischen Tastaturen eine deutliche Trennung des Buchstabenbereiches vom numerischen Bereich
- Einheitliche Anordnung von Zeichentasten des alphanumerischen Bereiches und des numerischen Bereiches sowie der Belegung der Tasten mit Schriftzeichen
- Deutliche Abhebung der übrigen Tasten von Funktionstasten und Funktionsblöcken – zum Beispiel durch Farbe, Form, Abstand, Lage
- Begrenzung der Mehrfachbelegungen einzelner Tasten

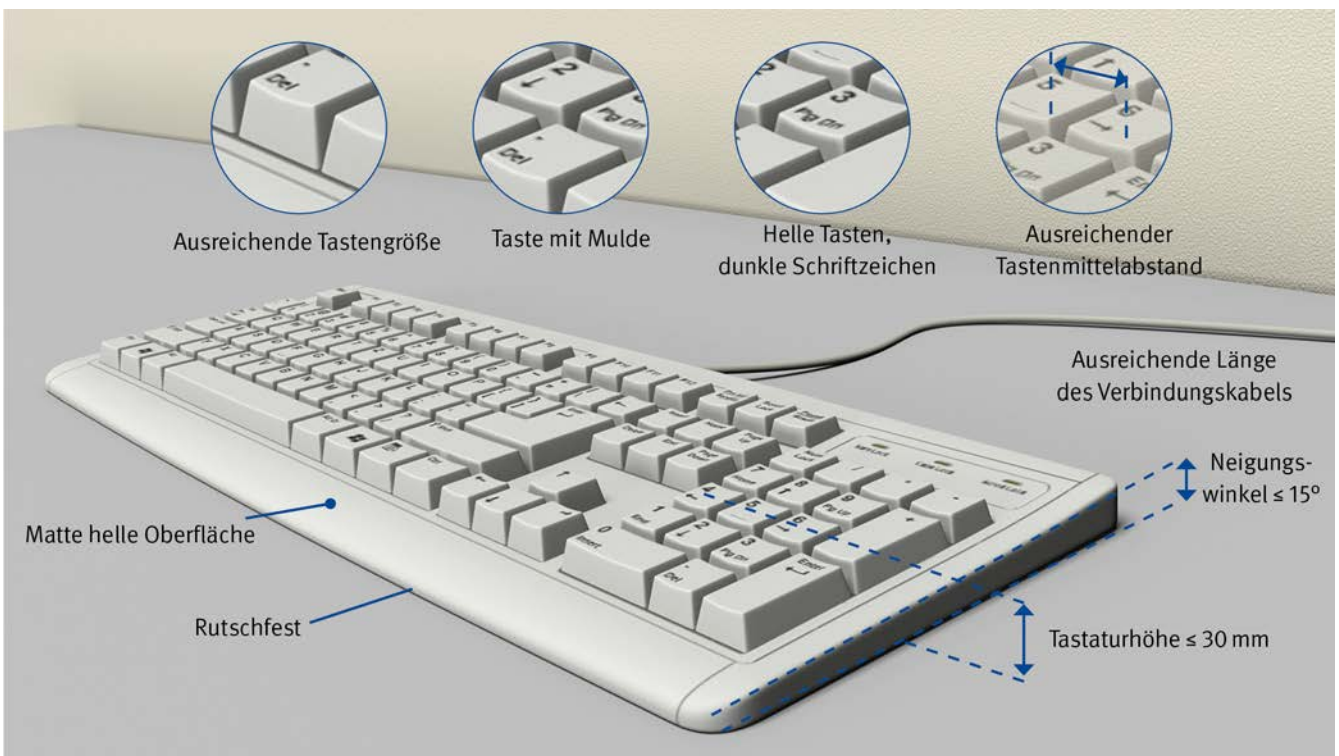


Abb. 23 Anforderungen an Tastaturen



- 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.



#### Weitere Literatur

- DIN 2137-1 „Tastaturen für die Daten- und Texteingabe – Teil 1: Deutsche Tastaturbelegung“ (2012-06)
- DIN 2137-2 „Tastaturen für die Daten- und Texteingabe – Teil 2: Zusätzliche Anforderungen“ (2012-06)
- DIN EN ISO 9241-410 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 410: Gestaltungskriterien für physikalische Eingabegeräte“ (2012-12)

### 8.2.3 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 gehören 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 – zum Beispiel Mousepad – mit geringer Höhe und ausreichender Größe zur Verfügung stehen. Für eine optische Maus muss eine ausreichend große Bewegungsfläche vorhanden sein, auch hier ist ein Mousepad nützlich, um den „Auslauf“ der Maus zu begrenzen beziehungsweise um die störungsfreie Funktion der Maus zu gewährleisten.

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 – zum Beispiel Maus in Richtung Bildschirm, Mauszeiger nach oben.



#### Weitere Literatur

- DIN EN ISO 9241-410 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 410: Gestaltungskriterien für physikalische Eingabegeräte“ (2012-12)

### 8.3 Sonstige Arbeitsmittel

Die Arbeitsmittel müssen so gestaltet sein, dass einem möglichst großen Kreis von 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 24).

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 Prozent größten Erwachsenen nicht berücksichtigt werden.

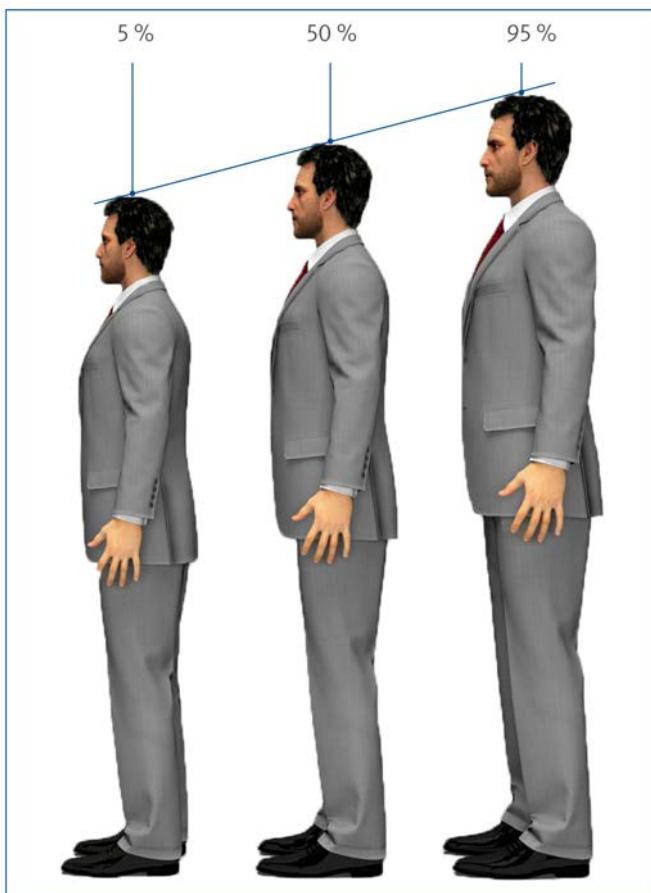


Abb. 24 Benutzergruppen

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 25 und 26). Diese Haltungen sind 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.

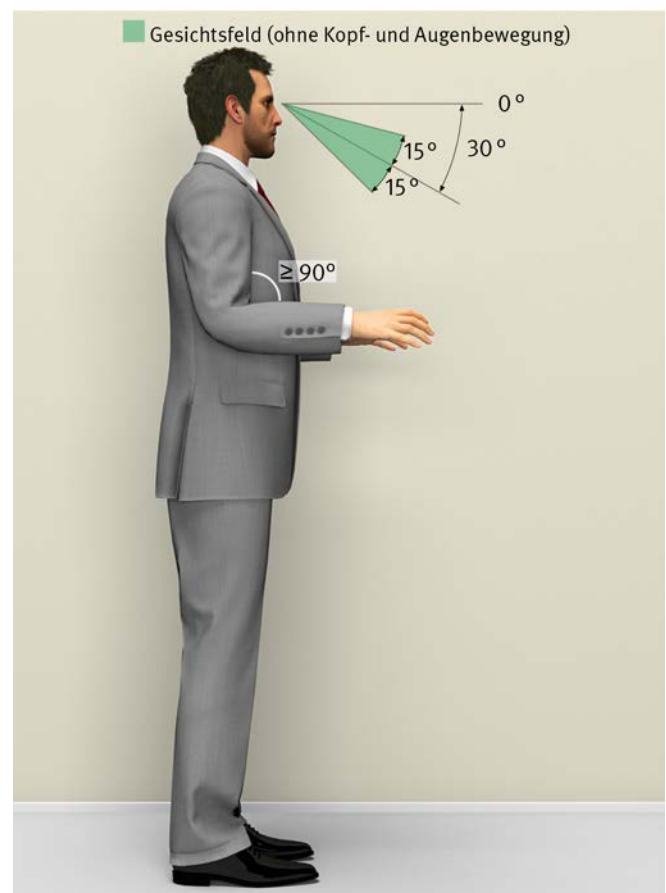


Abb. 25 Referenz-Stehhaltung und Blickfelder

Dabei sollten die Arbeitsplatzorganisation, die Arbeitsaufgabe und die Möbel zu spontanem Wechsel der Körperhaltung anregen.

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 – Teil 5: Anforderungen an Arbeitsplatzgestaltung und Körperhaltung“ (1999-08)
- DIN 33402-1 „Ergonomie – Körpermaße des Menschen – Teil 1: Begriffe, Messverfahren“ (2008-03)
- DIN 33402-2 „Ergonomie – Körpermaße des Menschen – Teil 2: Werte“ (2005-12)

### 8.3.1 Arbeitstisch/Arbeitsfläche



#### Anhang der Arbeitsstättenverordnung Nr. 6.1 Ziffer 5 und 6

- (5) Die Arbeitstische oder Arbeitsflächen müssen eine reflexionsarme Oberfläche haben und so aufgestellt werden, dass die Oberflächen bei der Arbeit frei von störenden Reflexionen und Blendungen sind.
- (6) Die Arbeitsflächen sind entsprechend der Arbeitsaufgabe so zu bemessen, dass alle Eingabemittel auf der Arbeitsfläche variabel angeordnet werden können und eine flexible Anordnung des Bildschirms, des Schriftguts und der sonstigen Arbeitsmittel möglich ist. Die Arbeitsfläche vor der Tastatur muss ein Auflegen der Handballen ermöglichen.

Der Arbeitstisch beziehungsweise die Arbeitsfläche ist ein wesentliches Element der sicheren und ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung.

Wichtige Kriterien für die Auswahl sind:

- Individuelle Anpassbarkeit – zum Beispiel der Arbeitsflächenhöhe
- Wechsel zwischen Sitz- und Stehhaltung
- Bewegungsgerechter Beinraum
- Aufgabenorientierte Arbeitsfläche

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

Eine flexible Aufstellung und Zuordnung der Arbeitsmittel 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.

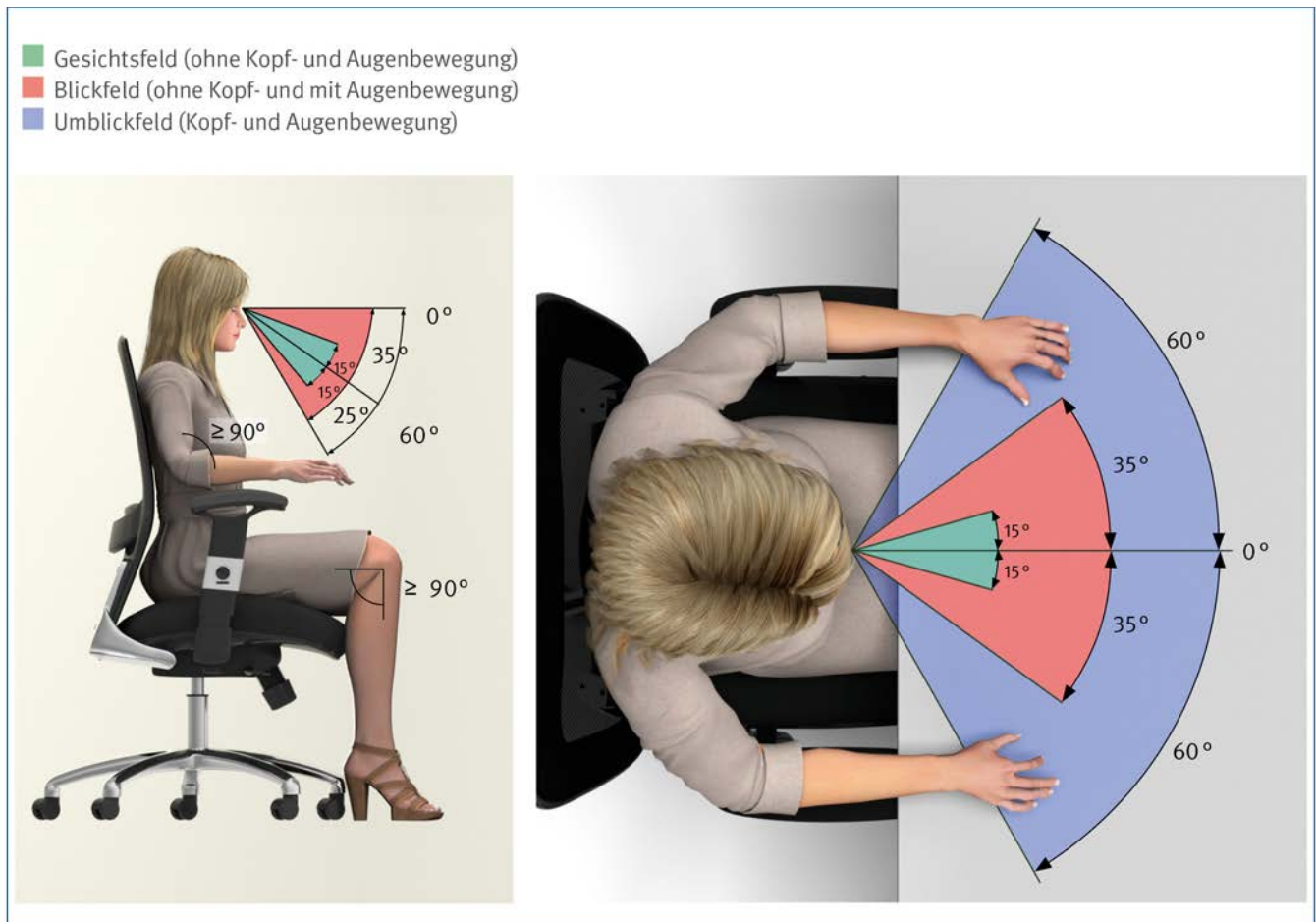


Abb. 26 Referenz-Sitzhaltung und Blickfelder

### 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 27).

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 28).

Als horizontales Blickfeld gilt der Bereich von bis zu  $35^\circ$  beidseitig der zentralen Sehachse. Als vertikales Blickfeld ist der Bereich von der horizontalen Sehachse bis zu  $60^\circ$  nach unten anzusehen (Abbildung 26).

Um eine entspannte Kopfhaltung zu erzielen und visuelle Belastungen zu vermindern, sollte die Blicklinie\* um etwa  $35^\circ$  aus der Waagerechten abgesenkt werden und einen annähernd rechten Winkel mit der Bildschirmoberfläche bilden (Abbildungen 20 und 26).

\* Blicklinie = gedachte Verbindungslinie zwischen Auge und beobachtetem Objekt

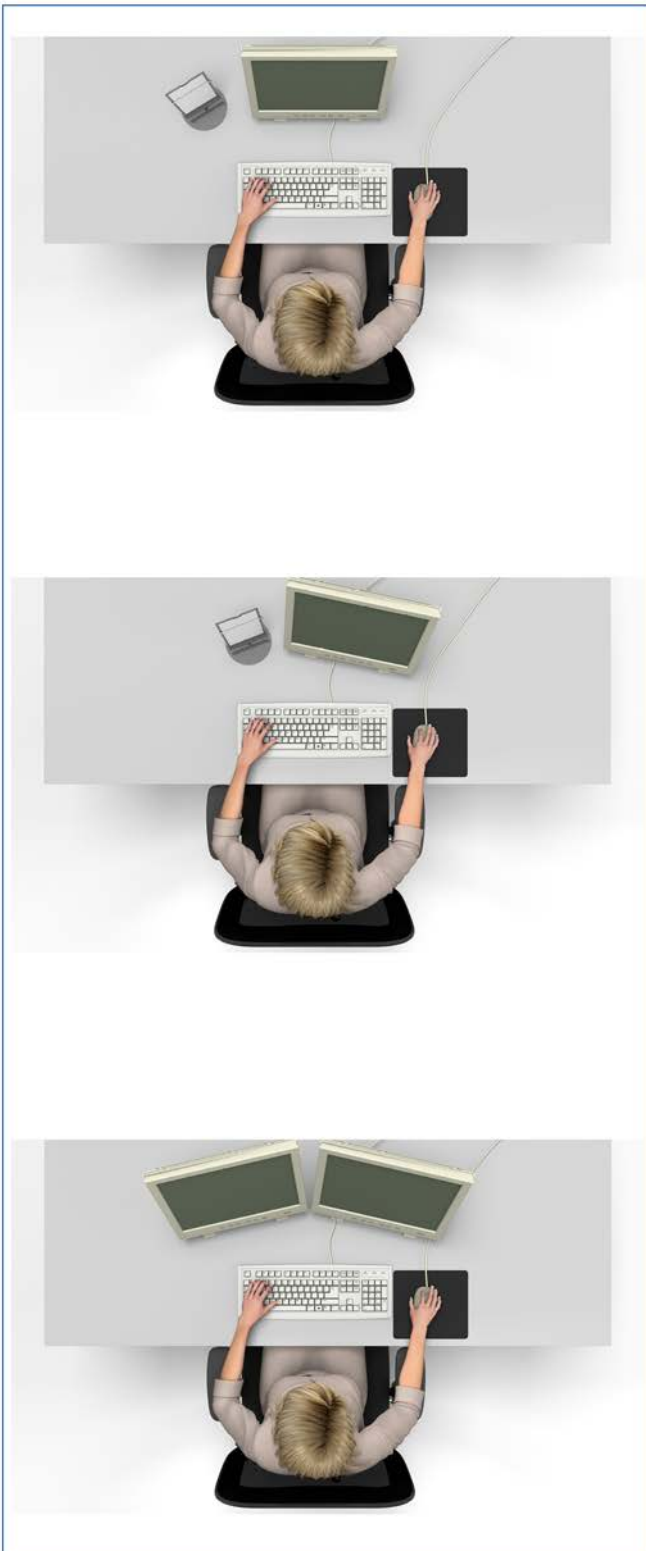


Abb. 27 Beispielhafte Anordnung von Bildschirm, Tastatur und Vorlaghalter

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

Die Sehabstände müssen der jeweiligen Sehaufgabe entsprechen und sollen mindestens 500 mm betragen. Dabei sind die Anforderungen für Zeichengröße, -gestalt und Abstände zu erfüllen (siehe Abschnitt 8.2.1). Um belastende Akkommodationsvorgänge zu vermeiden, sind bei Arbeiten, die häufige Blickwechsel zwischen Arbeitsmitteln erfordern, möglichst einheitliche Sehabstände einzuhalten.

Bei Bildschirmen mit größeren Anzeigeflächen – zum Beispiel CRT mit Diagonalen ab 19“, LCD mit Diagonalen ab 17“ – 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 minimiert ist. Die bestimmungsgemäße und die nach vernünftigem Ermessen vorhersehbare Verwendung sind dabei zu berücksichtigen.

Dies 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 vertikalen Belastung der Arbeitsflächenkante mit 750 N nicht kippen. Die möglichen Tisch- beziehungsweise Arbeitsflächeneinstellungen sind dabei zu berücksichtigen – zum Beispiel bei einer verschiebbaren Arbeitsfläche die Rastposition. Das Tischgestell darf keine Stolperstellen bilden.

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

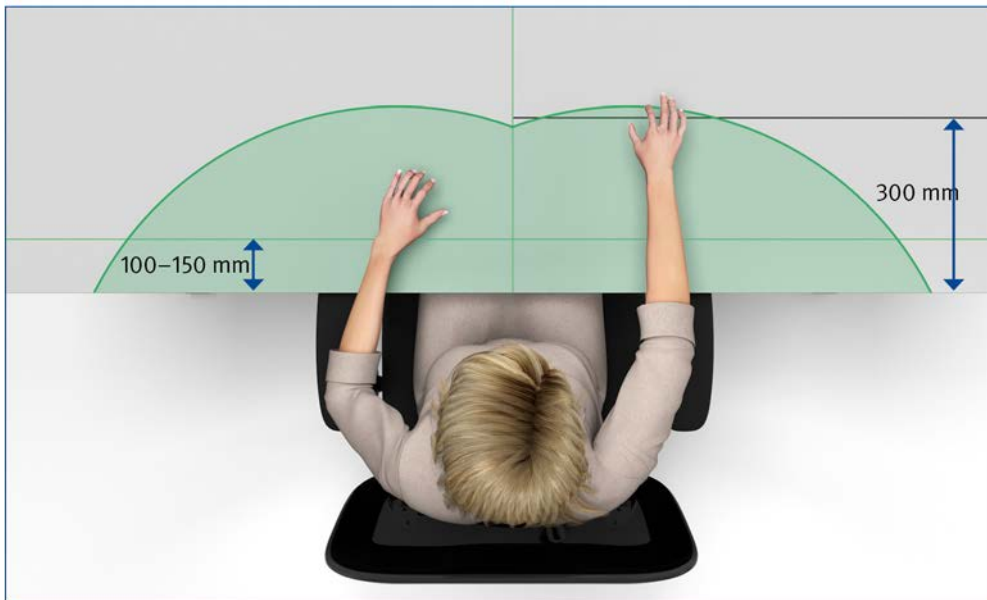


Abb. 28  
Greifraum

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

Festigkeit und Dauerhaltbarkeit sind gegeben, wenn Belastungen – zum Beispiel 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 zum Beispiel durch Anstoßen bei manuellen Schreibarbeiten oder dem Einsatz von Druckern zu störenden Schwingungen führen. Dabei dürfen die horizontalen Auslenkungen in definierter Sitz- oder Stehhöhe 5 mm beziehungsweise 8 mm nicht überschreiten. Größere Auslenkungen können zum Teil durch ein gutes Dämpfungsvermögen des Tisches kompensiert werden.

Quetsch- und Scherstellen für Finger durch bewegliche Teile werden vermieden, wenn zugängliche Zwischenräume in jeder Position während der Bewegung entweder  $\leq 4$  mm oder  $\geq 25$  mm sind. Bei geringeren Gefährdungen (z. B. reduzierte Kräfte und langsame Bewegungen) darf das untere Maß auch  $\leq 8$  mm sein, wenn geprüft wurde, ob zusätzliche gestalterische Maßnahmen oder Abdeckungen notwendig sind.

Bei neigbaren Arbeitsflächen soll die Neigung nicht größer als  $8^\circ$  sein, um ein Rutschen der Arbeitsmittel zu verhindern.

Um Gefährdungen des Benutzers durch Stolpern über freiliegende elektrische Leitungen und Leitungsschleifen zu vermeiden, sind vertikale und horizontale Installationskanäle erforderlich (siehe auch Abschnitt 8.3.5).

Arbeitsflächen müssen für den Gebrauch ausreichend kratz- und abriebfest sowie beständig gegen Zigaretten- und chemische Einflüsse sein. Reflexionsgrade (Helligkeit) müssen im Bereich von 0,15 bis 0,75 liegen. Bei Glanzgraden (Spiegelung) ist maximal seidenmatt oder ein  $60^\circ$ -Glanzgrad bis 20 zulässig.

Bei Tischen mit besonderen Ausstattungsmerkmalen – zum Beispiel verschiebbare Arbeitsfläche, Höhenverstellung, Freiformflächen – müssen Benutzerinformationen vorliegen.



## Ergonomische Gestaltung

Die folgenden Faktoren haben wesentlichen 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 29). Die Arbeitsflächenhöhe hat einen wesentlichen Einfluss auf die Körperhaltung.

Es können unterschiedliche Tischsysteme (Abbildung 30) eingesetzt werden, mit:

- Höhenverstellbarer Arbeitsfläche
- Höheneinstellbarer Arbeitsfläche
- Fester Arbeitsflächenhöhe

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.

Die Höhenverstellung von Arbeitsflächen kann zum Beispiel 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 für den Menschen 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 Empfehlungen für Abmessungen und Verstellbereiche erreicht werden (Tabelle 10).

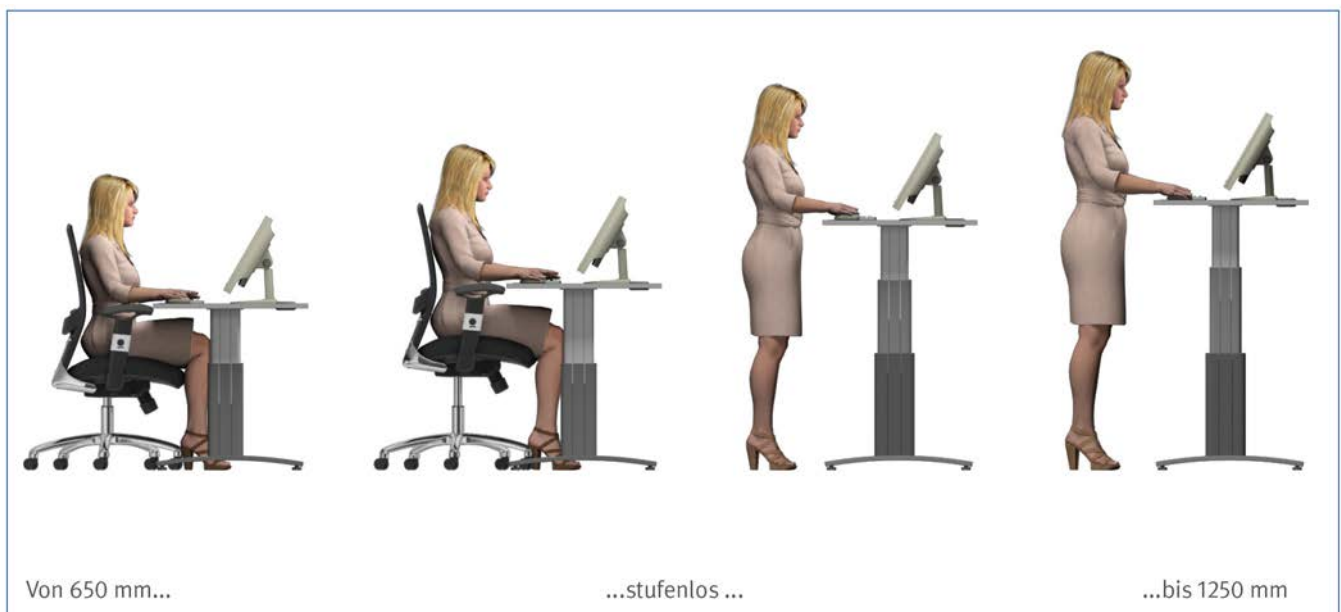









Abb. 29 Sitz-/Steharbeitstisch

| Körperhaltung   | Höhe        | Kriterien   |
|---|-------------|---|
| <b>Sitzend/Stehend</b>  |             |   |
|    | Verstellbar | Gut anpassbar und bewegungsfördernd für wechselnde Benutzer und Körperhaltungen                           |
| <b>Sitzend</b>  |             |   |
|    | Verstellbar | Gut anpassbar für wechselnde Benutzer   |
|  | Einstellbar | Gut anpassbar für einen Benutzer  |
|  | Fest        | Bedingt anpassbar, ausschließlich über Stuhl; individuell nur durch Hilfsmittel – zum Beispiel Fußstützen |
| <b>Stehend</b>  |             |   |
|  | Verstellbar | Gut anpassbar für wechselnde Benutzer   |
|  | Einstellbar | Gut anpassbar für einen Benutzer  |
|  | Fest        | Nicht anpassbar   |

Neben der benutzerbezogenen ist gegebenenfalls eine zusätzliche aufgabenbezogene Anpassung erforderlich.

Abb. 30  
Tischsysteme



Tabelle 10: Arbeitsflächenmaße

| Arbeitsfläche (mm)        |           | Arbeitsflächenhöhe (mm)      |          |                       |          |           |
|---------------------------|-----------|------------------------------|----------|-----------------------|----------|-----------|
| Breite                    | Tiefe     | Vollständig höhenverstellbar |          |                       | Fest     |           |
|                           |           | Sitzende                     | Stehende | Sitzende und stehende | Sitzende | Stehende  |
| Tätigkeit                 |           |                              |          |                       |          |           |
| Mindestanforderungen      |           |                              |          |                       |          |           |
| 1200*, 1600               | 800       | 650–850                      | 950–1250 | 650–1250              | 740 ± 20 | 1050 ± 20 |
| Ergonomische Empfehlungen |           |                              |          |                       |          |           |
| 1800                      | 900, 1000 | < 620–850                    | 950–1250 | < 620–1250            | –        | –         |

\* für Arbeitsplätze mit nur einem Bildschirmgerät, Schriftgut nur in geringem Umfang, ohne wechselnde Tätigkeiten

Breiten von 1200 mm können zum Beispiel durch tischhohe Bürocontainer auf das Mindestmaß von 1600 mm Breite ergänzt werden. Die Maße der Arbeitsfläche sollten in Breite und Tiefe ein Vielfaches von 100 mm betragen.

Alle in DIN EN 527-1 „Büromöbel – Büro-Arbeitstische; Maße“ enthaltenen Tischtypen, also z. B. auch eingeschränkt höhenverstellbare und höhenverstellbare sowie vollständig höhenverstellbare Tische können zwar ein GS-Zeichen bekommen, werden aber wegen ergonomischer Nachteile im vorliegenden Leitfaden nicht behandelt.

### Breite und Tiefe

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

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

Ausreichend groß ist eine Arbeitsfläche, wenn ihre Maße mindestens 1600 mm x 800 mm (Breite x Tiefe) betragen (Abbildung 31). Größere Arbeitsflächen sind besonders bei Arbeitsaufgaben und Arbeitsabläufen mit wechsel-

den Tätigkeiten sowie bei zusätzlichen Arbeitsmitteln erforderlich.



Abb. 31 Zusammenhang Bildschirmtiefe/Arbeitsflächentiefe

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 m<sup>2</sup> betragen.

### Flächenformen

Unter Beachtung der Mindestabmessungen sowie der erforderlichen Bein- und Fußräume sind Arbeitsflächenkombinationen und vom Rechteck abweichende Flächen (Freiformflächen) möglich (Abbildung 32).

Bei Arbeitsflächenkombinationen darf die Gesamtarbeitsfläche nicht kleiner als 1,28 m<sup>2</sup> 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 zum Beispiel ein Bürocontainer angeordnet, so ist die erforderliche Mindestbeinraumbreite zu gewährleisten.

Im Eckbereich von Verkettungen kann die Breite der Arbeitsfläche an der Arbeitskante 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 gewähr-

leisten, muss bei geschwungenen Arbeitskanten der konkave Radius mindestens 400 mm betragen. Er darf maximal als Viertelkreis ausgeführt werden.

### Bein- und Fußraum

Um dem Benutzer ausreichende Möglichkeiten für Hal- tungswechsel zu bieten, ist unterhalb der Arbeitsfläche ein entsprechender Bein- und Fußraum in Breite, Tiefe und Höhe erforderlich (Abbildung 33).

Die Bein- und Fußraumbreite muss sich bei unterschiedlichen Arbeitsaufgaben an den Bewegungsabläufen des Benutzers orientieren, das heißt sie sollte über die gesamte Arbeitskantenbreite vorhanden sein und nicht durch Unterbauten oder Stützelemente einschließlich ihrer Fußausleger eingeschränkt werden. Dies gilt auch für Arbeitsflächenkombinationen und Freiformflächen.

Die Beinraumbreite darf 850 mm nicht unterschreiten. Beinraumbreiten von 1200 mm und mehr werden empfohlen, da hier vielfältige Hal- tungswechsel in der Sitzposition möglich sind, insbesondere wenn mehrere Arbeitszonen auf der Arbeitsfläche vorhanden sind.

Bei Arbeitstischen mit einer vollständig höhenverstellbaren Arbeitsfläche ist eine bessere Anpassung an kleine Benutzer (5. Perzentil) und große Benutzer (95. Perzentil) gegeben als bei anderen Tischen. Diese Tische weisen aufgrund anderer Maßvorgaben in DIN EN 527-1 größere Beinräume auf.

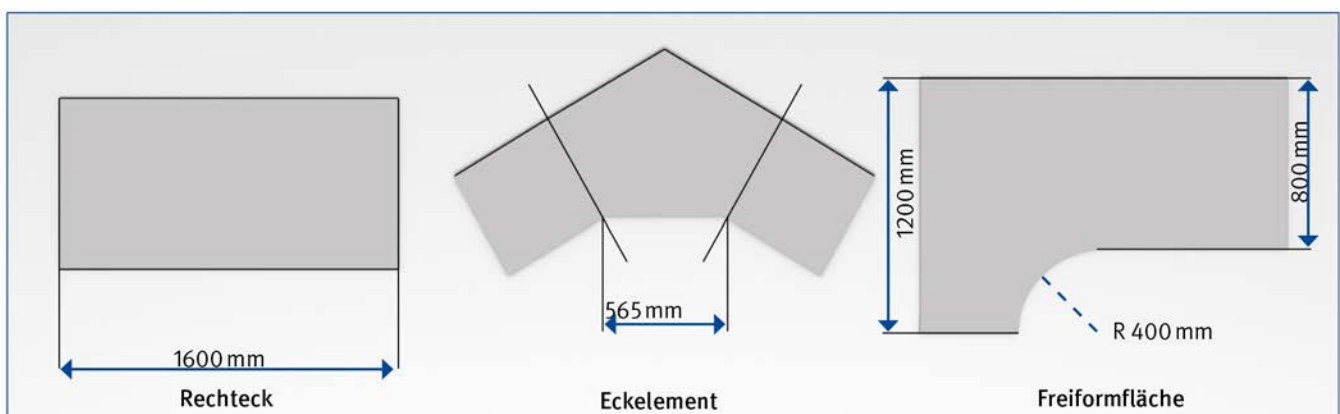


Abb. 32 Arbeitsflächenformen



Abb. 33 Bein- und Fußraum

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 muss ein Fußraum von mindestens 790 mm Breite, 150 mm Tiefe und 120 mm Höhe vorhanden sein. Eine Kniefreiheit von 80 mm Tiefe ist bis zu einer Höhe von 700 mm erforderlich.



#### Weitere Literatur

- DGUV Information 215-441 „Büroplanung – Hilfen für das systematische Planen und Gestalten von Büros“
- DIN EN 527 „Büromöbel – Büro-Arbeitstische“  
– Teil 1: „Maße“ (2011-08)  
– Teil 2: „Anforderung an die Sicherheit, Festigkeit und Dauerhaltbarkeit“ (2017-03)
- DIN EN ISO 9241-5 „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten – Teil 5: Anforderungen an Arbeitsplatzgestaltung und Körperhaltung“ (1999-08)
- DIN 33402 „Ergonomie – Körpermaße des Menschen“  
– Teil 1: „Begriffe, Messverfahren“ (2008-03)  
– Teil 2: „Werte“ (2005-12)
- DIN-Fachbericht 147 „Anforderungen und Prüfungen von Büromöbeln – Leitfaden für die Sicherheitsanforderungen an Büro-Arbeitstische und Büroschränke in Deutschland“ (2006-06)
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – BAuA (2013): Auf und nieder – immer wieder! Dortmund, 5. Auflage
- Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik – LASI (2009): Bewegungsergonomische Gestaltung von andauernder Steharbeit (LV50), Potsdam

### 8.3.2 Büroarbeitsstuhl



#### Anhang der Arbeitsstättenverordnung Nr. 3.3 Ziffer 2

(2) Kann die Arbeit ganz oder teilweise sitzend verrichtet werden oder lässt es der Arbeitsablauf zu, sich zeitweise zu setzen, sind den Beschäftigten am Arbeitsplatz Sitzgelegenheiten zur Verfügung zu stellen. Können aus betriebstechnischen Gründen keine Sitzgelegenheiten unmittelbar am Arbeitsplatz aufgestellt werden, obwohl es der Arbeitsablauf zulässt, sich zeitweise zu setzen, müssen den Beschäftigten in der Nähe der Arbeitsplätze Sitzgelegenheiten bereitgestellt werden.

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. Büroarbeitsstühle, 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 minimiert ist. Die bestimmungsgemäße und die nach vernünftigem Ermessen vorhersehbare Verwendung sind dabei zu berücksichtigen.

Dieses ist gegeben, wenn die Anforderungen hinsichtlich

- Standsicherheit und Stabilität,
  - bewegter Teile,
  - unbeabsichtigtem Wegrollen,
  - Benutzerinformation
- eingehalten sind.

Standsicherheit ist gegeben, wenn der Büroarbeitsstuhl bei Belastung der Sitzflächenvorderkante, beim Hinauslehnen über die Armlehnen, beim Zurücklehnen und beim Sitzen auf der Vorderkante nicht kippt.

Dieses bedingt im Allgemeinen ein Untergestell mit fünf Abstützpunkten. So darf unter anderem ein Mindestabstand von 195 mm zwischen Drehachse des Büroarbeitsstuhles und Kippkante – das Standsicherheitsmaß – 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 Büroarbeitsstuhls betragen. Eine Sicherheit gegen Kippen muss bei größtmöglicher Ausladung der Rückenlehne gegeben sein (Abbildung 34).

Tragende Bauteile müssen die auftretenden Kräfte sicher aufnehmen, das heißt, 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 Verstelleinrichtungen (Abbildung 34). 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.



Abb. 34 Verstellmöglichkeiten an einem Büroarbeitsstuhl

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.

Quetsch- und Scherstellen für Finger durch bewegliche Teile werden vermieden, wenn zugängliche Zwischenräume in jeder Position während der Bewegung entweder  $\leq 4$  mm oder  $\geq 25$  mm sind. Bei geringeren Gefährdungen (z. B. reduzierte Kräfte und langsame Bewegungen) darf das untere Maß auch  $\leq 8$  mm sein, wenn geprüft wurde, ob zusätzliche gestalterische Maßnahmen oder Abdeckungen notwendig sind.

Zur Verhinderung von Gefahren durch unbeabsichtigtes Wegrollen müssen die Rollen beim unbelasteten Büroarbeitsstuhl gebremst sein. Um Kippgefahren zu vermeiden, müssen die Rollen beim belasteten Büroarbeitsstuhl leichtgängig sein. Der Rollwiderstand hängt vom Fußbodenbelag, den Laufeigenschaften und der Belastung der Rollen ab. Die Rollen sind dem Fußbodenbelag anzupassen, das heißt bei weichem Belag, wie beispielsweise Teppichboden, sind harte Rollen und bei hartem Belag, wie beispielsweise Parkett, weiche Rollen einzusetzen.

Harte Rollen werden einfarbig und weiche Rollen zweifarbig ausgeführt. Ein Büroarbeitsstuhl darf nur mit gleichartigen Rollen ausgestattet sein.

Jedem Büroarbeitsstuhl ist eine Benutzerinformation in deutscher Sprache beizufügen. Diese sollte in einer dauerhaften Aufnahmemöglichkeit am Büroarbeitsstuhl 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 Armauflagen,
  - Rollen
- eingehalten sind.

Eine ausreichende Verstellbarkeit des Sitzes in der Höhe ist gegeben, wenn Benutzer mit unterschiedlichen Körpermaßen die Referenz-Sitzhaltung einnehmen können (Abbildung 26). Die Unterschenkelänge einschließlich 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 ( $\geq 10$  mm Federweg) 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 beziehungsweise 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 Rückenlehnwölbung 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 (Tabelle 11).

**Tabelle 11: Stuhlmaße**

| Bezeichnung                           | Maßbereiche (mm)     |                           |
|---------------------------------------|----------------------|---------------------------|
|                                       | Mindestanforderungen | Ergonomische Empfehlungen |
| Sitzhöhe, verstellbar                 | 400–510              | < 400–530                 |
| Sitztiefe, verstellbar                | 400–420              | 370–470                   |
| Sitzbreite                            | 400                  | > 450                     |
| Rückenlehne, Höhe des Abstützpunktes  | 170–220              | 170–230                   |
| Rückenlehnoberkante, Höhe             | 360                  | > 450*                    |
| Rückenlehne, Breite in Beckenkammhöhe | 360                  | > 400                     |
| Rückenlehnneigung, verstellbar        | 15°                  | > 15°                     |

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

Armauflagen entlasten die Schulter- und Nackenmuskulatur und bieten Hilfe beim Aufstehen und Hinsetzen. Feste Armauflagen sollten wegen der unterschiedlichen Körpermaße der Benutzer nach vorne geneigt sein. Ihre Gestaltung darf die Ausübung der Tätigkeit nicht behindern. Eine bessere Anpassung ermöglichen Armauflagen, die in der Höhe und lichten Weite verstellbar sind (Tabelle 12).

**Tabelle 12: 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 verstellbar  | 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 Büroarbeitsstuhles soll häufige Veränderungen der Sitzhaltung nicht nur ermöglichen, sondern aktiv unterstützen und fördern. Technisch kann dies durch unterschiedliche mechanische Komponenten und gegebenenfalls deren Kombination erreicht werden (Abbildung 35).

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 Anlehne unterschiedlich großer und schwerer Benutzer ausgeglichen werden. Für verschiedene Sitzhaltungen sind Arretierungsmöglichkeiten der Rückenlehne erforderlich (Abbildung 36).

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 Lehnenrückstellkraft und die vom Bewegungsablauf abgedeckten Winkelbereiche. Bei abweichenden Bewegungsverhältnissen wird die Relativbewegung von Sitz und Rückenlehne zueinander als störend empfunden. In jedem Fall sollte die Konstruktion sicherstellen, dass beim Zurücklehnen ein Anheben der Sitzvorderkante vermieden wird.




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

Abb. 35 Stuhlmechaniken (● = Drehpunkt)



Abb. 36 Dynamisches Sitzen



Die Stuhlmechaniken einschließlich der Sitzhöhen-, Sitz-tiefen- und Sitzneigungsverstellungen sowie ihre Kombinationsmöglichkeiten erlauben mit den möglichen Rückenlehnenverstellungen in jeder Hinsicht individuelle Lösungen. Damit Fehleinstellungen vermieden und die positiven Möglichkeiten richtig genutzt werden, ist eine praxisnahe Einweisung in die Benutzung des Büroarbeitsstuhles unerlässlich.



#### Weitere Literatur

- DIN EN 1335 „Büromöbel – Büro-Arbeitsstuhl“
  - Teil 1: „Maße; Bestimmung der Maße“ (2002-08)
  - Teil 2: „Sicherheitsanforderungen; Deutsche Fassung EN 1335-2:2018“ (2019-04)
- DIN EN 16955 „Möbelbauteile – Konische Druckrohre für selbsttragende Gasfedern zur Höhenverstellung von Sitzmöbeln – Prüfverfahren und Anforderungen für die Festigkeit und Dauerhaltbarkeit“ (2017-08)
- DIN EN ISO 9241-5 „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten – Teil 5: Anforderungen an Arbeitsplatzgestaltung und Körperhaltung“ (1999-08)
- DIN EN 16139 „Möbel-Festigkeit, Dauerhaltbarkeit und Sicherheit – Anforderungen an Sitzmöbel für den Nicht-Wohnbereich“ (2014-03)
- DIN 33402 „Ergonomie – Körpermaße des Menschen“
  - Teil 1: „Begriffe, Messverfahren“ (2008-03)
  - Teil 2: „Werte“ (2005-12)
- Barbirat, D.; Küchmeister, G.; Nagel, K. (1998): Körpermaße des Menschen – Komfortbereich der Gelenkwinkel der Körpergelenke; Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Forschungsbericht Fb 818, Bremerhaven
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – BAuA (2013): Sitzlust statt Sitzfrust, Dortmund, 5. Auflage
- Wittig, T. (2000): Ergonomische Untersuchung alternativer Büro- und Bildschirmarbeitsplatzkonzepte, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Forschungsbericht Fb 878, Bremerhaven
- VBG-Praxis-Kompakt „Die Qual der Wahl – wie beschaffe ich den passenden Stuhl?“

### 8.3.3 Vorlagenhalter und Fußstütze



#### Anhang der Arbeitsstättenverordnung Nr. 6.1 Ziffer 7

- (7) Auf Wunsch der Beschäftigten hat der Arbeitgeber eine Fußstütze und einen Manuskripthalter zur Verfügung zu stellen, wenn eine ergonomisch günstige Arbeitshaltung auf andere Art und Weise nicht erreicht werden kann.

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.

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 x 350 mm (Breite x Tiefe). Um ein dynamisches Sitzen zu unterstützen, sind größere Fußstellflächen notwendig. Für Arbeitsplätze mit mehreren Arbeitszonen sind Fußstützen in entsprechender Anzahl und Größe 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 und Prüfverfahren“ (2017-10)

### 8.3.4 Schränke, Bürocontainer, Raumgliederungselemente

Schränke, Bürocontainer und Raumgliederungselemente müssen so gestaltet sein, dass ein Verletzungsrisiko für Benutzer oder auch für Dritte minimiert ist. Die bestimmungsgemäße und die nach vernünftigem Ermessen vorhersehbare Verwendung sind dabei zu berücksichtigen.

Sie müssen so aufgestellt sein, dass sie bei bestimmungsgemäßer Verwendung die Last der einzulagernden Gegenstände sicher aufnehmen können (Abbildung 37).

Als standsicher gelten bei lotrechter Aufstellung im Allgemeinen:

- Schränke, Bürocontainer und Raumgliederungselemente mit entsprechendem Eigengewicht
- Schränke und Bürocontainer mit Auszügen und Auszugsperren sowie gegebenenfalls Zusatzgewichten
- Schränke mit Flügeltüren, wenn die Höhe der obersten Ablage über der Standfläche nicht mehr als das Vierfache der Sockeltiefe beträgt

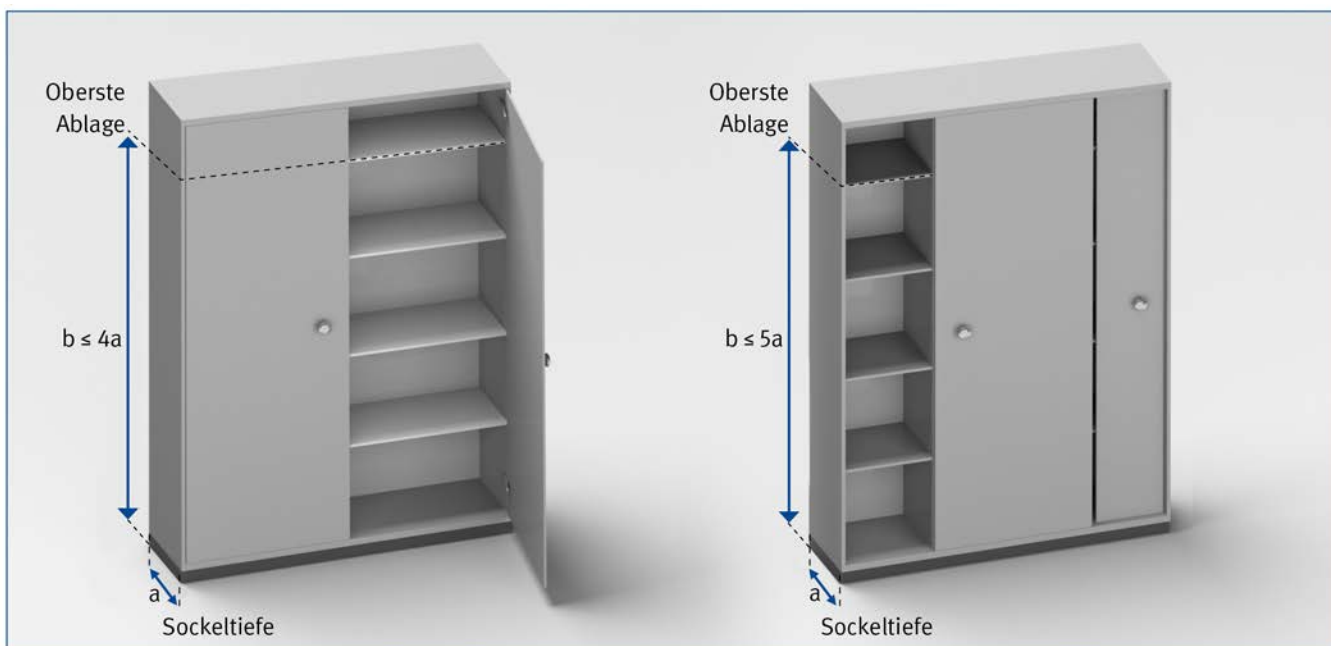


Abb. 37 Verhältnis der Sockeltiefe zur Höhe der obersten Ablage

- Schränke mit Schiebe- oder Rolllüren sowie Regale, wenn die Höhe der obersten Ablage über der Standfläche nicht mehr als das Fünffache der Sockel-/Gestelltiefe beträgt
- Raumgliederungselemente, die horizontalen Kräften – zum Beispiel durch Anlehnen – widerstehen

Bei Möbeln mit ausziehbaren Elementen muss die Standsicherheit im ungünstigsten Fall gewährleistet sein, das heißt nur alle gleichzeitig herausziehbaren Elemente sind belastet. Bauelemente – zum Beispiel Fachböden, Auszüge, Schubladen – von Schränken, Bürocontainern 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  $\leq 4$  mm oder  $\geq 25$  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.

Büroschränke auf Rollen, ausgenommen Bürocontainer als Tischunterfahrcontainer, sind – wenn erforderlich – mit Bedienelementen zum Schieben/Ziehen auszurüsten. Die Bedienelemente müssen in einer Höhe von 850 mm bis 1150 mm angebracht sein. Unterkonstruktionen sind flächenbündig mit den Außenkonturen abzuschließen, um Stolpergefahren zu vermeiden.

Bei Büroschränken dürfen die Rollen einschließlich der Unterkonstruktion zur Gewährleistung der Standsicherheit und Verbesserung der Rolleigenschaften sowie zur Verringerung der Handhabungskräfte ausnahmsweise maximal 100 mm, bei Arbeitstischen und deren Unterfahrcontainern maximal 50 mm, über die Außenkonturen ragen.

Die erforderlichen Anfahrkräfte zum Bewegen der Büromöbel dürfen beim Schieben maximal 235 N und beim Ziehen maximal 165 N pro Person betragen.

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



#### Weitere Literatur

- DGUV Regel 108-007 „Lagereinrichtungen und -geräte“
- DIN EN 1023 „Büromöbel – Raumgliederungselemente“
  - Teil 1: „Maße“ (1996-05)
  - Teil 2: „Mechanische Sicherheitsanforderungen“ (2001-01)
  - Teil 3: „Prüfung“ (2001-01)
- DIN EN 14073 „Büromöbel – Büroschränke“
  - Teil 2: „Sicherheitstechnische Anforderungen“ (2004-11)
  - Teil 3: „Prüfverfahren zur Bestimmung der Standsicherheit und der Festigkeit der Konstruktion“ (2004-11)
- DIN EN 14074 „Büromöbel – Büro-Arbeitstische und Büroschränke – Prüfverfahren für die Bestimmung der Festigkeit und der Dauerhaltbarkeit beweglicher Teile“ (2004-11)
- DIN EN 14183 „Tritte“ (2004-03)
- DIN-Fachbericht 147 „Anforderungen und Prüfungen von Büromöbeln – Leitfaden für die Sicherheitsanforderungen an Büro-Arbeitstische und Büroschränke in Deutschland“ (2006-06)

### 8.3.5 Elektrische Installation in Büromöbeln

Möbel – zum Beispiel 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.

Leitungen in Möbeln müssen so geführt sein, dass sie nicht gequetscht und nicht durch scharfe Kanten, Ecken

oder bewegliche Teile beschädigt werden können.

Möbel sollen durchgehende Installationskanäle aufweisen. Unterbrechungen des Installationskanals innerhalb des Möbels dürfen maximal 150 mm und zwischen zwei Teilen verketteter Möbel maximal 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 dürfen sich keine Stolper- und Sturzgefahren ergeben.

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

Sind einzelne Teile von Möbeln – zum Beispiel Verkettungen, Schränke – elektrisch fest verbunden, so müssen sie auch mechanisch miteinander verbunden sein.



#### Weitere Literatur

- DGUV Vorschrift 3 und 4 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“
- DIN EN 60335-1 „Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 1: Allgemeine Anforderungen“ (2014-11)
- Normenreihe DIN EN 50085; VDE 0604 „Elektroinstallationskanalsystem für elektrische Installation“
- DIN Beuth Pocket „Elektrische Installation in Büromöbeln – Zusammenstellung anerkannter Regeln (Leitlinie)“ (2018-06)

### 8.3.6 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 sein – zum Beispiel Verriegelungen. Schutzeinrichtungen dürfen nur mit Werkzeug oder Schlüssel aus ihrer Schutzstellung gebracht werden können, sofern sie nicht zwangsläufig mit dem Antrieb verriegelt sind. Durch die Bauart von Büromaschinen und Bürogeräten muss gewährleistet sein, dass sie in jedem Betriebszustand ausreichend standsicher 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. Bei Verwendung von Steckdosenleisten muss die maximale Anschlussleistung beachtet werden. Anschlussleitungen geschützter Maschinen oder geschützter 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 8.4.3).



#### Weitere Literatur

- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“
- DIN EN 349 „Sicherheit von Maschinen – Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen“ (2009-01)
- DIN EN 60204-1; VDE 0113 „Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen“ (2007-06)
- DIN EN ISO 13857 „Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen“ (2008-06)

### 8.3.7 Drucker

Am Bildschirmarbeitsplatz werden überwiegend Laser- oder Tintenstrahldrucker eingesetzt. 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, was auch für Einzelplatzdrucker zu empfehlen ist.

#### Laserdrucker

Laserdrucker arbeiten nach dem vom Kopierer her bekannten Prinzip der elektrostatischen Aufladung (Abbildung 38). Ein Laserstrahl verändert die elektrostatischen Eigenschaften auf der Druckertrommel, sodass 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
- Magnetisierbaren Metalloxiden, um die elektrostatischen Ladungsvorgänge zu realisieren

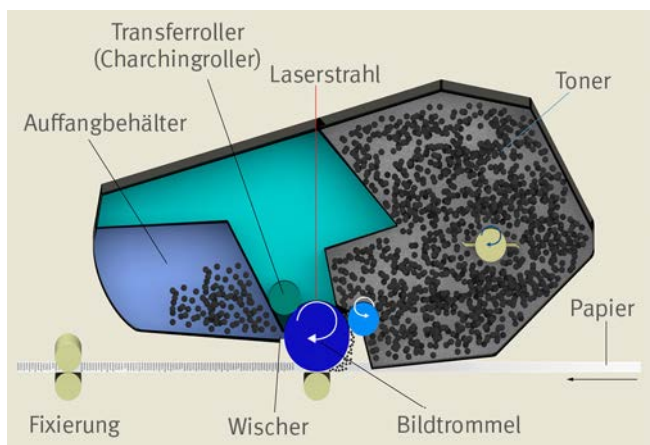


Abb. 38 Prinzip des Laserdruckers

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 Farb-Laserdrucker zum Einsatz.

#### Betrieb und Wartung

Moderne Laserdrucker setzen während des Druckvorgangs keine relevanten Mengen Tonerstaub und Ozon 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. Dies bestätigen auch wissenschaftliche Untersuchungen, die eine gesundheitliche Gefährdung beim Umgang mit den Geräten im Büro als sehr unwahrscheinlich ansehen.

Mit dem Nachfüllen von Toner oder dem Auswechseln der Tonerkartuschen sollten nur Beschäftigte betraut werden, die hierzu eine gesonderte Einweisung erhalten haben. Aus Unkenntnis werden sonst leicht feine Abdichtungen beschädigt oder es wird 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 und Seife gereinigt werden.

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.

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

Moderne Tintenstrahl-drucker erreichen ähnliche Druckgeschwindigkeiten wie Laserdrucker und sind gleichfalls dokumentenecht.



### Weitere Literatur

- DGUV Regel 115-401 „Branche Bürobetriebe“
- VBG-Fachwissen „Gesundheit im Büro – Fragen und Antworten“
- Pilotstudien des Bundesinstitutes für Risikobewertungen (BfR) zur gesundheitlichen Bewertung von Toner-Emissionen (www.bfr.bund.de, Stichwort: Toner)
- Seeger, S., et al. (2014): Untersuchung möglicher gesundheitlicher Gefährdungen durch Drucker- und Kopierer-Emissionen (DGUV, Kennziffer FP 294) Abschlussbericht
- Varnskühler, B.; Fittschen, U. E. A.; Georg, H.; Goebel, A.; Wesselmann, M.: Untersuchung der Emissionen eines Laserdruckers in der Prüfkammer und am Arbeitsplatz, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, Ausgabe 6/2014
- Tonerstaub und Emission von Druckern und Kopieren am Arbeitsplatz (BAuA Juli 2015)
- Georg, H.; Goebel, A.; Ngazi, R.: Tintenstrahl-drucker – Emissionsmessungen am Tonerprüfstand. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 75 (2015) Nr. 6 Seite 231 - 234

Bisherige Forschungsergebnisse zu Emissionen aus Tintenstrahl-druckern mit hohen Druckgeschwindigkeiten bestätigen, dass diese keine relevanten Konzentrationen an sehr flüchtigen Kohlenwasserstoffen, Partikeln oder Staub emittieren. Die gemessenen Konzentrationen lagen in einem insgesamt sehr niedrigen Niveau und Tintenstrahl-drucker emittieren darüber hinaus keinerlei Ozon.

Tintenstrahl-Drucker sind günstig in der Anschaffung und eignen sich gut für farbige Darstellungen, insbesondere Fotos und Grafiken. Mit allen Druckern können neben Papier auch Etiketten und Folien bedruckt werden.

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

## 8.4 Arbeitsumgebung

### 8.4.1 Platzbedarf



#### Anhang der Arbeitsstättenverordnung Nr. 6.1 Ziffer 3

- (3) Für die Beschäftigten ist ausreichend Raum für wechselnde Arbeitshaltungen und -bewegungen vorzusehen.

Ausreichend große Flächen sind die Grundvoraussetzung für ein ergonomisches Arbeiten am Bildschirmarbeitsplatz.

Die Arbeitsfläche ist ausreichend groß, wenn ihre Maße mindestens 1600 mm x 800 mm (Breite x Tiefe) betragen (siehe Abschnitt 8.3.1).

Zur Aufstellung der Arbeitsmittel und Ausstattungsgegenstände sind entsprechende Stellflächen erforderlich, unabhängig davon, ob die Arbeitsmittel und Ausstattungsgegenstände aufgestellt oder aufgehängt sind.

An jedem Arbeitsplatz soll die Bewegungsfläche mindestens 1,50 m<sup>2</sup> betragen. Sie soll an keiner Stelle weniger als 1,00 m tief und breit sein, damit die Beschäftigten am

Arbeitsplatz unterschiedliche Körperhaltungen einnehmen und dynamisch sitzen können.

Ausreichende Funktionsflächen sind für bautechnische Einrichtungen – zum Beispiel 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. Alle Verkehrswege, die von mehreren Personen benutzt werden, müssen auch als Fluchtwege geeignet sein und dürfen die Maße in Tabelle 13 nicht unterschreiten:

**Tabelle 13: Mindestbreite von Verkehrs- bzw. Fluchtwegen – in Abhängigkeit der Benutzeranzahl**

| Benutzeranzahl | Lichte Breite | Mögliche Einschränkungen der lichten Breite |
|----------------|---------------|---|
| Bis 5          | 875 mm        | an keiner Stelle um mehr als 75 mm          |
| Bis 20         | 1000 mm       | nur an Türen in Fluren maximal um 150 mm    |
| Bis 200        | 1200 mm       |   |
| Bis 300        | 1800 mm       |   |
| Bis 400        | 2400 mm       |   |

Bei der Ermittlung der Zahl der Benutzer sind Besucher, Kunden, ... 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 (zum Beispiel 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 m<sup>2</sup> bis 10 m<sup>2</sup> betragen wird\*. In Großraumbüros\*\* ist angesichts des höheren Verkehrsflächenbedarfs und der größeren Störwirkungen im Mittel von nicht weniger als 12 m<sup>2</sup> bis 15 m<sup>2</sup> auszugehen\*).

Großraumbüros weisen häufig folgende Nachteile auf:

- Störeffekte durch Grundgeräuschpegel, wodurch störungsfreies Arbeiten nicht immer möglich ist
- Störungen durch vorbeigehende Mitarbeiter
- schlechte Versorgung mit Tageslicht in tieferen Raumzonen und keine freie Sichtverbindung nach außen
- hoher Aufwand für Klimatisierung
- keine individuelle Regelung von Klimatisierung, Sonnenschutz und Beleuchtung

In Abhängigkeit von der Grundfläche muss die lichte Höhe von Büroräumen in der Regel betragen (Tabelle 14):

**Tabelle 14: Lichte Höhe in Büroräumen**

| Raumgröße                        | Lichte Höhe       |
|----------------------------------|-------------------|
| Bei bis zu 50 m <sup>2</sup>     | mindestens 2,50 m |
| Bei mehr als 50 m <sup>2</sup>   | mindestens 2,75 m |
| Bei mehr als 100 m <sup>2</sup>  | mindestens 3,00 m |
| Bei mehr als 2000 m <sup>2</sup> | mindestens 3,25 m |

Diese Maße können um 0,25 m herabgesetzt werden. Eine lichte Höhe von 2,50 m darf jedoch nicht unterschritten werden. In Arbeitsräumen bis zu 50 m<sup>2</sup> Grundfläche kann die lichte Höhe auf das nach Landesbaurecht zulässige Maß herabgesetzt werden, wenn dies mit der Nutzung der Arbeitsräume vereinbar ist.

Eine Herabsetzung der Maße für die Raumhöhe kann nur erfolgen, wenn keine gesundheitlichen Bedenken bestehen. Dies ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu ermitteln.

Aufgrund ergänzender Anforderungen, insbesondere auch im Hinblick auf eine barrierefreie Gestaltung von Arbeitsstätten, können größere Flächen und Verkehrsbreiten erforderlich sein.

\* Richtwerte nach ASR A 1.2  
 \*\* Großraumbüros sind organisatorische und räumliche Zusammenfassungen von Büro- und Bildschirmarbeitsplätzen auf einer 400 m<sup>2</sup> oder mehr umfassenden Grundfläche, die mit Stellwänden gegliedert sein können.



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

- Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV
- ASR V3a.2 „Barrierefreie Gestaltung von Arbeitsstätten“
- ASR A1.2 „Raumabmessungen und Bewegungsflächen“
- ASR A1.8 „Verkehrswege“
- ASR A2.3 „Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan“
- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“
- DGUV Information 215-441 „Büroplanung – Hilfen für das systematische Planen und Gestalten von Büros“
- DIN 18040-1 „Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude“ (2010-10)

## 8.4.2 Beleuchtung



### Anhang der Arbeitsstättenverordnung Nr. 6.1 Ziffer 4 und 8

- (4) Die Bildschirmgeräte sind so aufzustellen und zu betreiben, dass die Oberflächen frei von störenden Reflexionen und Blendungen sind.
- (8) Die Beleuchtung muss der Art der Arbeitsaufgabe entsprechen und an das Sehvermögen der Beschäftigten angepasst sein; ein angemessener Kontrast zwischen Bildschirm und Arbeitsumgebung ist zu gewährleisten. Durch die Gestaltung des Bildschirmarbeitsplatzes sowie der Auslegung und der Anordnung der Beleuchtung sind störende Blendungen, Reflexionen oder Spiegelungen auf dem Bildschirm und den sonstigen Arbeitsmitteln zu vermeiden.

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 Beschäftigten. 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 müssen möglichst ausreichend Tageslicht erhalten. Büroräume sollen daher über genügend große, möglichst unverbaute (keine Objekte wie Gebäude oder Bäume unmittelbar vor dem Fenster, die den Lichteinfall verhindern) Fensterflächen verfügen. Die Fenster sollten so beschaffen und Arbeitsplätze so angeordnet sein, dass die Beschäftigten 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 Gütemerkmale 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 ausgeführt sein als (Abbildung 39):

- Raumbezogene Beleuchtung
- Auf den Bereich des Arbeitsplatzes bezogene Beleuchtung
- Teilflächenbezogene Beleuchtung

Je nach Lichtverteilung der eingesetzten Leuchten unterscheidet man:

- Direktbeleuchtung
- Indirektbeleuchtung
- Direkt-/Indirektbeleuchtung

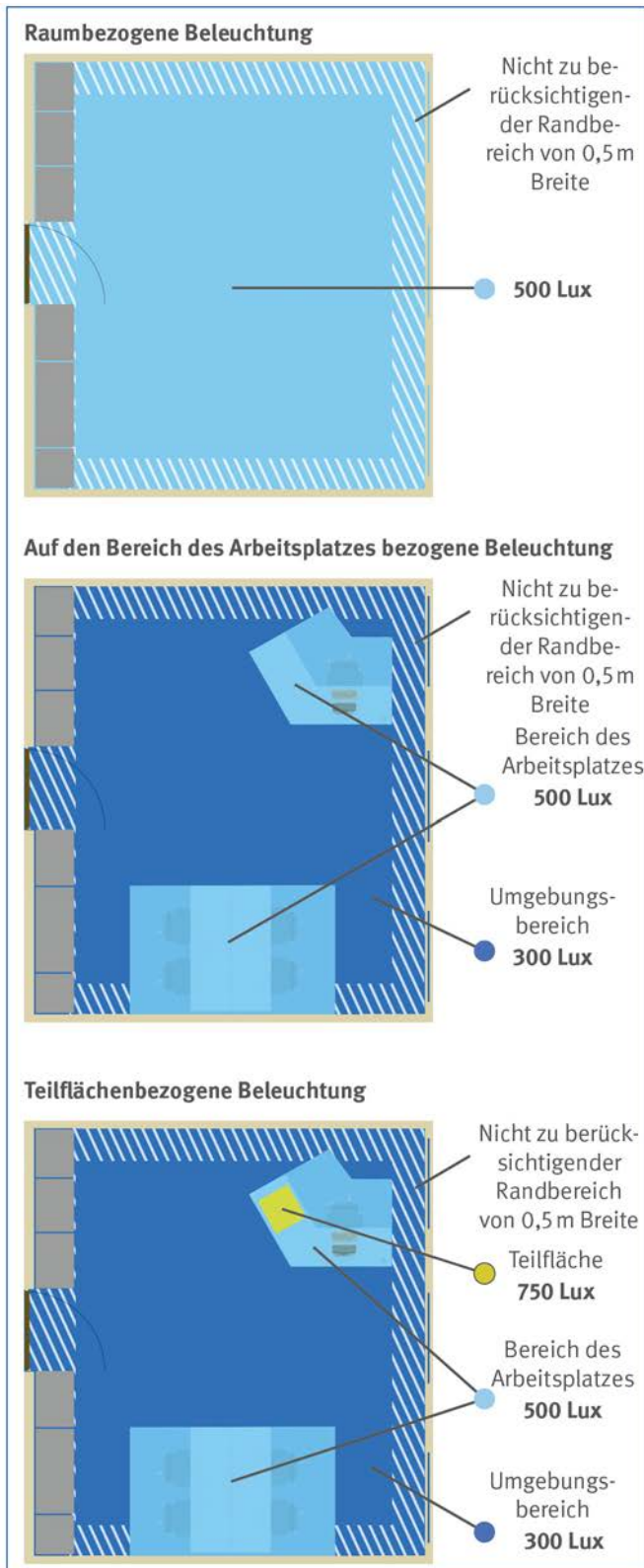


Abb. 39 Beleuchtungskonzepte und Beleuchtungsstärken

Neben der Einhaltung der lichttechnischen Gütemerkmale sind bei der Auswahl der Beleuchtung zum Beispiel die folgenden Aspekte wichtig:

- 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 (Entspiegelungsgüte)
- Verschiedenheit der Sehaufgaben
- Sehvermögen der Beschäftigten
- Raumcharakteristik – zum Beispiel die geometrischen Abmessungen des Raumes
- Möglichkeit zur Individualisierbarkeit der Beleuchtung
- Möglichkeiten zur Steuerung der Beleuchtung
- Energieeffizienz

Bildschirm- und Büroarbeitsplätze müssen möglichst ausreichend Tageslicht erhalten. Da Tageslicht örtlich und zeitlich nicht immer in ausreichendem Maße vorhanden ist, ist zusätzlich eine künstliche Beleuchtung erforderlich, die alle lichttechnischen Gütemerkmale erfüllt.

### Beleuchtungsniveau

Ein ausreichendes Beleuchtungsniveau erfordert am Arbeitsplatz einen Mindestwert der Beleuchtungsstärke von 500 Lux. Diese Beleuchtungsstärke muss nicht für den gesamten Raum, sondern kann auch nur im Bereich des Arbeitsplatzes ausgeführt sein. Im übrigen Raumbereich, im Umgebungsbereich, ist ein Mindestwert der Beleuchtungsstärke von 300 Lux notwendig (Abbildung 39).

Bei der teilflächenbezogenen Beleuchtung wird ein Mindestwert der Beleuchtungsstärke von 750 Lux auf einer Teilfläche von mindestens 600 mm x 600 mm im Bereich des Arbeitsplatzes – zum Beispiel durch eine Arbeitsplatzleuchte – erzeugt. Eine teilflächenbezogene Beleuchtung ist zu empfehlen, wenn es erforderlich ist, die Beleuchtung innerhalb des Bereiches des Arbeitsplatzes an unterschiedliche Tätigkeiten und Sehaufgaben oder an das individuelle Sehvermögen der Beschäftigten anzupassen.

Der Bereich des Arbeitsplatzes „Bildschirm- und Büroarbeit“ setzt sich aus den projizierten Flächen der Arbeitsfläche und der Bewegungsfläche des Bildschirmarbeitsplatzes zusammen (Abbildung 40).

Das Beleuchtungsniveau wird neben den horizontalen Beleuchtungsstärken  $E_h$  auch von den zylindrischen und vertikalen Beleuchtungsstärken sowie deren Gleichmäßigkeit und ihrer Verteilung auf der jeweiligen Bewertungsfläche bestimmt.

Die geforderten Beleuchtungsstärken sind Mindestwerte. Die Beleuchtungsanlage ist zu warten, bevor diese Werte unterschritten werden. Die Beleuchtungsstärke geht im Verlaufe des Betriebes einer Beleuchtungsanlage aufgrund der Alterung beziehungsweise Verschmutzung von Lampen, Leuchten und des Raumes zurück. Daher muss bei der Planung der Beleuchtungsanlage von einem höheren mittleren Beleuchtungsstärkewert (Planungswert) ausgegangen und eine regelmäßige Wartung der Beleuchtungsanlage vorgesehen werden. Bei Beschädigungen muss die Beleuchtungsanlage instand gesetzt werden. Der Planungswert ergibt sich aus dem Wartungsfaktor, den der Lichtplaner unter Berücksichtigung des Alterungsbeziehungsweise 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 zum Beispiel für ein dreijähriges Wartungsintervall von einem Wartungsfaktor von 0,67 bei einer sauberen Raumatmosphäre ausgegangen werden (Tabelle 15).

**Tabelle 15: Empfohlene Wartungs- und Planungsfaktoren für ein 3-jähriges Wartungsintervall**

| Anwendungsbeispiel                                | Wartungsfaktor w | Planungsfaktor p |
|---|------------------|------------------|
| Saubere Raumatmosphäre                            | 0,67             | 1,50*            |
| Starke Verschmutzung – zum Beispiel durch Rauchen | 0,50             | 2,00             |

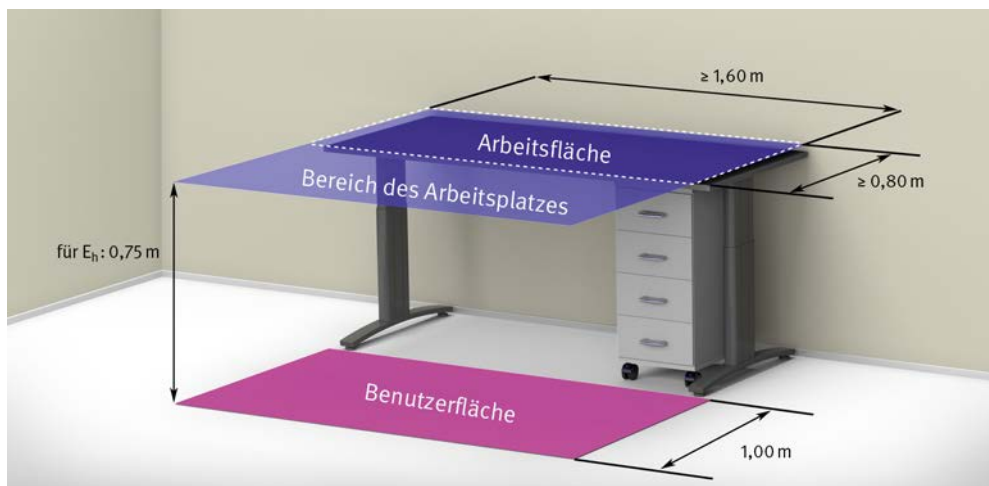
\* angenähert

Berechnungsbeispiel für den Planungswert der mittleren Beleuchtungsstärke

- w = Wartungsfaktor
- p = Planungsfaktor
- $\bar{E}_w$  = Wertungswert der mittleren Beleuchtungsstärke
- $\bar{E}_p$  = Planungswert der mittleren Beleuchtungsstärke
- $\bar{E}_p = p \cdot \bar{E}_w$
- $\bar{E}_p = 1 : w$

Bei einem Wertungswert der mittleren horizontalen Beleuchtungsstärke von zum Beispiel  $\bar{E}_w = 500$  Lux ergibt sich für eine saubere Raumatmosphäre ein Planungswert der mittleren horizontalen Beleuchtungsstärke von 750 Lux.

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



**Abb. 40**  
Bereich des Arbeitsplatzes  
Bildschirm- und Büroarbeit

### 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 ungefähr ein Verhältnis der Leuchtdichten

- zwischen Arbeitsfeld – zum Beispiel Papier – und näherem Umfeld – zum Beispiel Arbeitstisch – von 3:1 sowie
- zwischen ausgedehnten Flächen der Arbeitsumgebung, beispielsweise Wände, und dem Arbeitsfeld – zum Beispiel 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 müssen die Reflexionsgrade im Bereich von 0,15 bis 0,75 sowie Glanzgrade von matt bis seidenmatt ( $60^\circ$ -Glanzwert  $\leq 20$ ) liegen. Für Einrichtungen und Geräte sollten diese Werte ebenfalls eingehalten werden.

### Begrenzung der Direktblendung

Störende Direktblendung kann durch helle Flächen im Gesichtsfeld – zum Beispiel von Leuchten, Fenstern oder beleuchteten Flächen im Raum – 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 (Abbildung 43).

### Begrenzung der Reflexblendung

Auch Reflexionen (Spiegelungen) können zu störenden Blendungen führen. Diese sogenannte Reflexblendung entsteht durch Spiegelungen hoher Leuchtdichten auf glänzenden Flächen – zum Beispiel 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 41). Bildschirme mit glänzenden Anzeigen sollten daher nicht für die Büroarbeit eingesetzt werden.



Abb. 41 Helle Flächen – zum Beispiel von Fenstern, Leuchten oder anderen 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. So sollten zum Beispiel nach unten offene Leuchten, bei denen die Lampen einsehbar sind, nicht direkt über dem Arbeitsplatz, insbesondere über den Beschäftigten angeordnet werden.

### Begrenzung der Blendung durch Tageslicht

Um eine Blendung durch Tageslicht weitgehend zu vermeiden, sollen die Arbeitsplätze möglichst mit einer zur Hauptfensterfront parallelen Blickrichtung angeordnet

sein (Abbildung 44). Eine Aufstellung von Bildschirmen vor den Fenstern kann durch große Leuchtdichteunterschiede zwischen Bildschirm und Arbeitsumgebung zur Direktblendung führen (Abbildung 42).

Nahe gelegene Fenster im Rücken der Benutzer können sich im Bildschirm spiegeln und zu Reflexblendung führen. 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- beziehungsweise Sonnenschutzvorrichtungen an den Fenstern angebracht sein.

Ebenso sollen hohe Leuchtdichten an Fensterflächen durch geeignete Sonnenschutzvorrichtungen vermieden werden.

### *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.

Deshalb sollten die Leuchten das Licht breitstrahlend abgeben. Es wird eine Direkt-/Indirektbeleuchtung (Abbildung 45) empfohlen. Für Arbeitsplätze mit besonderen Bedingungen sollten Leuchten mit geeigneten Lichtstärkeverteilungen ausgewählt werden.

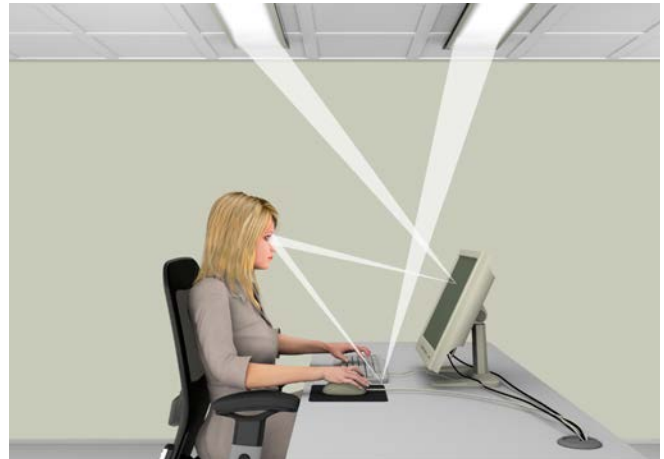


Abb. 43 Reflexblendung durch Reflexionen heller Leuchten auf dem Bildschirm



Abb. 44 Richtige Ausrichtung der Bildschirmarbeitsplätze zum Fenster

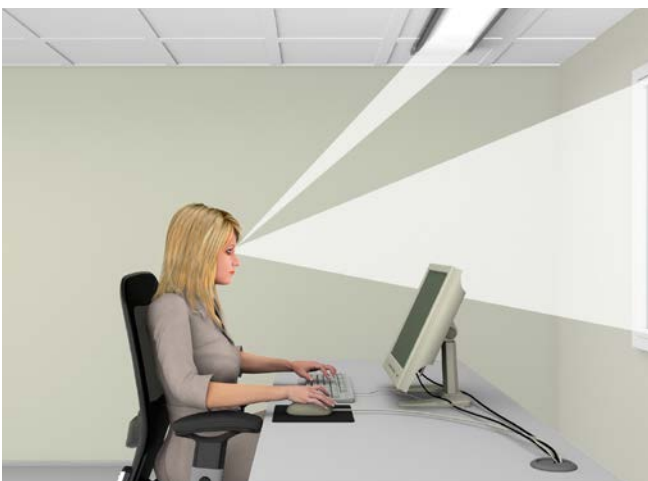


Abb. 42 Direktblendung durch zu große Helligkeitsunterschiede im Blickfeld – zum Beispiel durch Fenster



Abb. 45 Beispiel für Direkt-/Indirektbeleuchtung



## Lichtfarbe und Farbwiedergabe

Für die Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen sollte die Lichtfarbe der Lampen entsprechend der Wirkung ausgewählt werden, die im Raum erzielt werden soll. Warmweiße Lampen erzeugen eine etwas wohnlichere, neutralweiße eine sachlichere Stimmung. Tageslichtweiße Lampen können zu einem fahl wirkenden Licht führen, wenn die Beleuchtungsstärke nicht angehoben wird.

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.



### Weitere Literatur

- Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV
- ASR A3.4 „Beleuchtung“
- DGUV Information 215-444 „Sonnenschutz im Büro“
- DGUV Information 215-442 „Beleuchtung im Büro“
- DGUV Information 215-211 „Tageslicht am Arbeitsplatz“
- DGUV Information 215-210 „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“
- DGUV Information 215-211 „Tageslicht am Arbeitsplatz“
- DIN 5034-1 „Tageslicht in Innenräumen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen“ (2011-07)
- DIN 5035-8 „Beleuchtung mit künstlichem Licht – Teil 8: Arbeitsplatzleuchten, Anforderungen, Empfehlungen und Prüfung“ (2007-07)
- DIN EN ISO 9241-6 „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten – Teil 6: Leitsätze für die Arbeitsumgebung“ (2001-03)
- DIN EN 12464-1 „Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen“ (2011-08)
- DIN 5032-7 „Lichtmessung – Teil 7: Klasseneinteilung von Beleuchtungsstärke- und Leuchtdichtemessgeräten“ (2017-02)

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

### Bezugsquelle der Glanzgradtafeln:

Institut für Lackprüfung, Andreas Keiner GmbH  
Felsweg 10, D-35435 Wettenberg  
Telefon: 0641 86-188, Telefax: 0641 86-387  
E-Mail: info@ilak.eu

### Bezugsquelle der Reflexionsgradtafel:

ecomед Sicherheit, Justus-von-Liebig-Str. 1,  
D-86899 Landsberg  
Telefon: 08191 125-0, Telefax: 08191-125-526  
E-Mail: info@ecomед.de

## 8.4.3 Lärm



### Anhang der Arbeitsstättenverordnung Nr. 3.7

In Arbeitsstätten ist der Schalldruckpegel so niedrig zu halten, wie es nach der Art des Betriebes möglich ist. Der Schalldruckpegel am Arbeitsplatz in Arbeitsräumen ist in Abhängigkeit von der Nutzung und den zu verrichtenden Tätigkeiten so weit zu reduzieren, dass keine Beeinträchtigungen der Gesundheit der Beschäftigten entstehen.

Der Schalldruckpegel an Büroarbeitsplätzen ist so niedrig zu halten, wie es nach der Art des Betriebes möglich ist. Er ist so weit zu reduzieren, dass keine Beeinträchtigungen der Gesundheit der Beschäftigten entstehen.

Der Beurteilungspegel soll auch unter Berücksichtigung der von außen einwirkenden Geräusche möglichst niedrig sein. In Abhängigkeit von der Tätigkeit sollte der Beurteilungspegel höchstens 55 dB(A) beziehungsweise 70 dB(A) betragen.

Der Beurteilungspegel darf bei Tätigkeiten die eine hohe Konzentration oder hohe Sprachverständlichkeit erfordern, einen Wert von 55 dB(A) nicht überschreiten. Diese Tätigkeiten sind zum Beispiel durch folgende Anforderungen gekennzeichnet:



- kreative Entfaltung von Gedankenabläufen
- Schöpferisches Denken
- exaktes sprachliches Formulieren
- das Verstehen von komplexen Texten mit komplizierten Satzkonstruktionen
- Entscheidungsfindung
- Problemlösungen
- Einwandfreie Sprachverständlichkeit

Beispiele aus der Praxis hierzu sind:

- wissenschaftliches und kreatives Arbeiten
- Entscheidungen unter Zeitdruck
- Entwicklung von Software
- Weitreichende Entscheidungen
- Entwerfen, Übersetzen, Diktieren, Aufnehmen und Korrigieren von schwierigen Texten

Bei Tätigkeiten, die eine mittlere bzw. nicht andauernd hohe Konzentration oder gutes Verstehen gesprochener Sprache bedingen, darf ein Beurteilungspegel von 70 dB(A) nicht überschritten werden. Merkmale dieser Tätigkeiten sind zum Beispiel:

- wiederkehrende ähnliche und leicht zu bearbeitende Aufgaben
- Treffen von Entscheidungen geringerer Tragweite (in der Regel ohne Zeitdruck)
- eine für Kommunikationszwecke erforderliche Sprachverständlichkeit

Beispiele aus der Praxis hierzu sind:

- Disponieren
- einfache Sachbearbeitung
- Tätigkeiten mit Publikumsverkehr
- Daten- und Texterfassung
- Einfache Prüf- und Kontrolltätigkeiten

Geräte mit geringer Geräuschemission und somit einem möglichst kleinen Schalleistungspegel sind bei der Anschaffung zu bevorzugen.

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

Konzentration und Sprachverständigung können insbesondere beeinträchtigt werden durch:

- Informationsgehalt von Geräuschen
- Höhe des Schalldruckpegels
- Zusammensetzung des Frequenzspektrums
- Zeitliche Strukturierung des Lärms

Geeignete Maßnahmen zur Lärminderung am Arbeitsplatz sind zum Beispiel:

- Einsatz lärmarmer Arbeitsmittel
- Räumliche Trennung von Arbeitsplätzen und Lärmquellen
- Schallabsorbierende Ausführung von Fußboden, Decke, Wänden, Möbelteilen und Stellwänden sowie Einsatz von weiteren schallabsorbierenden Einrichtungsgegenständen – zum Beispiel schallabsorbierende Bilder, Deckensegel



#### Weitere Literatur

- Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV
- ASR A3.7 „Lärm“
- VBG-Fachwissen „Gesundheit im Büro – Fragen und Antworten“
- DGUV Information 215-443 „Akustik im Büro“
- DIN EN ISO 7779 „Akustik – Geräuschemissionsmessung an Geräten der Informations- und Telekommunikationstechnik“ (2011-01)
- DIN EN ISO 11690-1 „Akustik – Richtlinien für die Gestaltung lärmarmer maschinenbestückter Arbeitsstätten – Teil 1: Allgemeine Grundlagen“ (1997-02)
- VDI 2058 Blatt 3 „Beurteilung von Lärm am Arbeitsplatz unter Berücksichtigung unterschiedlicher Tätigkeiten“ (2014-08)
- DIN EN ISO 3382-3 „Akustik-Messung von Parametern der Raumakustik – Teil 3: Großraumbüros“ (2012-05)
- DIN 18041 „Hörsamkeit in Räumen – Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung“ (2016-03)

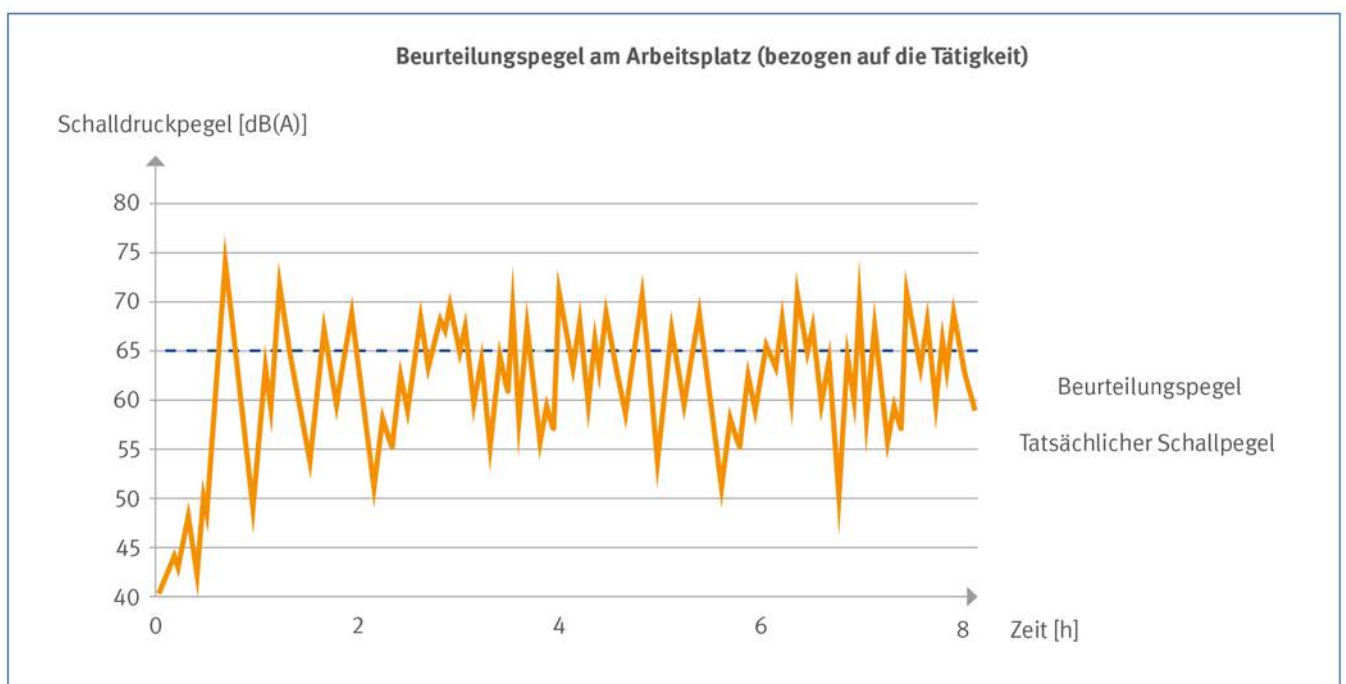


Abb. 46 Lärmmessung im Büro und Messergebnis (Beurteilungspegel)

#### 8.4.4 Raumklima



##### Anhang der Arbeitsstättenverordnung Nr. 6.1 Ziffer 10

- (10) Die Arbeitsmittel dürfen nicht zu einer erhöhten, gesundheitlich unzutraglichen Wärmebelastung am Arbeitsplatz führen.

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, Aufenthalts-

dauer 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 raumlufttechnische Anlagen eingesetzt, müssen sie regelmäßig gereinigt, gewartet und gegebenenfalls instand gesetzt werden, um gesundheitliche Gefährdungen auszuschließen.

Werden die nachfolgend angegebenen Bereiche der Klimafaktoren eingehalten, wird das Raumklima von einem Großteil der Beschäftigten als behaglich empfunden (Abbildung 47).



Abb. 47 Behaglichkeitsbereich

Wird davon abgewichen, können die Beschäftigten sich in ihrem Wohlbefinden gestört fühlen und ihr Konzentrationsvermögen und ihre Leistungsfähigkeit beeinträchtigt sein.

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. Energie-sparende 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.

Wenn die Außenlufttemperatur über 26 °C beträgt und geeignete Sonnenschutzmaßnahmen verwendet werden, darf die Lufttemperatur höher sein. Beim Überschreiten einer Lufttemperatur im Raum von 26 °C sollen, von 30 °C müssen zusätzliche, zweckmäßige Maßnahmen, wie z. B. effektive Steuerung des Sonnenschutzes und der Lüftungseinrichtungen, Arbeitszeitverlagerung, Bereitstellung von Getränken, ergriffen werden. Wird die Lufttemperatur im Raum von 35 °C überschritten, so ist der Raum für die Zeit der Überschreitung ohne besondere Maßnahmen nicht als Arbeitsraum geeignet.

Die Lufttemperatur wird für sitzende Tätigkeiten in einer Höhe von 0,60 m und bei stehenden Tätigkeiten in einer Höhe von 1,10 m über dem Fußboden gemessen.

Um übermäßige Erwärmung der Räume (Temperatur über 26 °C) durch Sonneneinstrahlung entgegenzuwirken, sind an Fenstern, Oberlichtern oder Glaswänden wirksame Sonnenschutzvorrichtungen vorzusehen. Sie sollen auch störende direkte Sonneneinstrahlung auf den Arbeitsplatz vermeiden.

Die Luftgeschwindigkeit im Raum soll bei sitzender Tätigkeit und einer Lufttemperatur von 20 °C einen Wert von 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 aus gesundheitlichen Gründen nicht notwendig und sollte nur dann erfolgen,

wenn dies betriebstechnische Gründe – zum Beispiel in Druckereien – erfordern.

Vorhandene raumluftechnische Anlagen mit Luftbefeuchtern sollten so ausgelegt sein, dass die relative Luftfeuchte höchstens 50 Prozent beträgt. Eine zu hohe Luftfeuchte ist problematisch, weil sie die Bildung von Schimmelpilzen unterstützt, die wiederum Ursache für verschiedene Gesundheitsstörungen sein können.



#### Weitere Literatur

- Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV
- ASR A3.5 „Raumtemperatur“
- ASR A3.6 „Lüftung“
- DGUV Information 215-444 „Sonnenschutz im Büro“
- DGUV Information 215-520 „Klima im Büro – Antworten auf die häufigsten Fragen“
- DIN EN ISO 9241-6 „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten – Teil 6: Leitsätze für die Arbeitsumgebung“ (2001-03)
- VDI 6022 Blatt 1 „Raumluftechnik, Raumlufqualität – Hygieneanforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte“ (2018-01)

## 8.4.5 Strahlung



### Anhang der Arbeitsstättenverordnung Nr. 6.2 Ziffer 5

- (5) Die von den Bildschirmgeräten ausgehende elektromagnetische Strahlung muss so niedrig gehalten werden, dass die Sicherheit und die Gesundheit der Beschäftigten nicht gefährdet werden.

Die Begriffe Strahlung und Feld werden häufig gleichbedeutend verwendet, wobei man meist in niedrigeren Frequenzbereichen von Feldern, in höheren Frequenzbereichen von Strahlung spricht. Die elektromagnetischen Wellen werden in ionisierende und nichtionisierende Strahlung unterschieden.

Zur nichtionisierenden Strahlung zählen statische, niederfrequente und hochfrequente elektromagnetische Felder, Infrarot-Strahlung, sichtbares Licht und Ultraviolett-Strahlung. Im Hinblick auf Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit an Bildschirmgeräten sind statische, niederfrequente und hochfrequente elektromagnetische Felder zu betrachten. Elektromagnetische Felder in diesem Frequenzbereich besitzen eine zu geringe Photonenenergie, um Moleküle zu ionisieren (Anheben von Elektronen in eine energiereichere Schale), daher spricht man hier von nichtionisierender Strahlung in Abgrenzung zu ionisierender Strahlung wie z. B. die Röntgenstrahlung, die immer schädigend ist. Mit der Entfernung zur Strahlungsquelle nimmt die Feldstärke deutlich ab.

### Bildschirmgeräte

Elektrostatische Felder am Arbeitsplatz entstehen sowohl durch die Aufladung des Benutzers als auch durch die Aufladung des Bildschirmgerätes bzw. Mobiliars und anderer Oberflächen. Maßgeblich für die Stärke des Feldes sind die Leitfähigkeit der Geräteoberfläche, die Bewegungen und die Kleidung des Benutzers, die Materialeigenschaften der Einrichtungen und die relative Luftfeuchte im Raum.

Niederfrequente elektromagnetische Felder entstehen bei Bildschirmgeräten zum Beispiel durch die Stromversorgung. Die von der Stromversorgung hervorgerufenen Felder entsprechen den sonst im Haushalt oder Büro auftretenden Feldern (siehe Tabelle 16). Nach dem derzeitigen Stand der Technik, Arbeitsmedizin und -hygiene liegen keine gesicherten Erkenntnisse darüber vor, dass elektromagnetische Felder dieser Größenordnungen negative Auswirkungen auf die Gesundheit haben können. In den verschiedenen elektronischen Bauelementen und Leitungen des Bildschirmgerätes können hochfrequente elektromagnetische Felder entstehen. Aufgrund ihrer geringen Feldstärken haben sie keine Auswirkungen auf die Gesundheit. Anhand anerkannter wissenschaftlicher Studien ist eine gesundheitliche Auswirkung aufgrund der Expositionen nicht belegbar. Insgesamt ist der Aufenthalt in Büroumgebungen mit denen im alltäglichen Leben, wie beispielsweise im eigenen Haushalt, vergleichbar.

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 können außer Licht auch Strahlung in den Wellenlängenbereichen Infrarot und Ultraviolett emittieren. Im Vergleich zur künstlichen und natürlichen Beleuchtung am Arbeitsplatz machen diese Wellenlängenbereiche nur einen unerheblichen Bruchteil aus und sind deshalb zu vernachlässigen. Die von Bildschirmgeräten emittierten Blaulichtanteile sind für die Augennetzhaut ebenfalls unbedenklich.

### Funk-Netzverbindungen

Bei der drahtlosen Kommunikation zwischen Geräten beziehungsweise der drahtlosen Netzwerkanbindung kommen zahlreiche Standards zur Anwendung. Die einzelnen Funkstandards verwenden funktechnisch zugeordnete Frequenzbänder und unterscheiden sich zum Beispiel hinsichtlich ihrer Kanalzahl, Übertragungsrate und Sendeleistung. In der Regel handelt es sich hierbei um die Standards Bluetooth (im Nahbereich), WLAN (Wireless Local Area Network) im Bereich lokaler PC-Netze und DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) zur Datenübertragung zwischen kabellosen Telefonen und deren Basisstationen.

**Bluetooth** ermöglicht die kabellose und mobile Verbindung verschiedener Geräte zur Telekommunikation und Datenverarbeitung, z. B. PC, Notebook, Tablet-PC, Drucker, Scanner, Lautsprecher. 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 circa 10 cm, 2,5 mW im Bereich des Büroarbeitsplatzes bis circa 10 m sowie 100 mW für Entfernungen bis circa 100 m. Der Schwerpunkt der Anwendungen von Bluetooth liegt aufgrund seines Zielbereiches auf den beiden niedrigeren Leistungsklassen. Bluetooth arbeitet in einem Frequenzband bei circa 2,4 GHz. Zur Überbrückung größerer Entfernungen und insbesondere auch für die Bildung lokaler Funk-Netzwerke kommt **WLAN** zur Anwendung. Hier liegen die drei Leistungsklassen je nach Anforderungen an die Gestaltung von Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen bei 100 mW, 200 mW und 1W. WLAN nutzt zwei verschiedene Frequenzbänder bei 2,4 GHz und bei 5 GHz.

**Tabelle 16: Repräsentative Werte magnetischer Flussdichten von Haushaltsgeräten (50 Hz) in unterschiedlichen Abständen**

Typische 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              | <b>6–2000</b>                               | 0,01–7           | 0,01–0,3         |
| Elektrorasierer       | <b>15–1500</b>                              | 0,08–9           | 0,01–0,3         |
| Bohrmaschine          | 400–800                                     | <b>2–3,5</b>     | 0,08–0,2         |
| Staubsauger           | 200–800                                     | <b>2–20</b>      | 0,13–2           |
| Handmixer             | 60–700                                      | <b>0,60–10</b>   | 0,02–0,25        |
| Mikrowellengerät      | 73–200                                      | <b>4–8</b>       | 0,25–0,6         |
| Waschmaschine         | 0,8–50                                      | <b>0,15–3</b>    | 0,01–0,15        |
| Bügeleisen            | 8–30  | <b>0,12–0,30</b> | 0,01–0,03        |
| Geschirrspüler        | 3,5–20                                      | <b>0,60–3</b>    | 0,07–0,3         |
| <b>CRT-Bildschirm</b> | <b>5,6–10</b>                               | <b>0,45–1,0</b>  | <b>0,01–0,03</b> |
| <b>LCD-Bildschirm</b> |   | <b>&lt; 0,04</b> |                  |
| Wasserkochtopf (1 kW) | 5,4   | <b>0,08</b>      | < 0,01           |
| Computer (PC)         | 0,5–3,0                                     | <b>&lt; 0,01</b> |                  |
| Kühlschrank           | 0,5–1,7                                     | 0,01–0,25        | < 0,01           |
| Heizofen              | 0–180                                       | 0,15–5           | <b>0,01–0,25</b> |

Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz · Zulässiger Wert für allgemein zugängliche Bereiche (50 Hz): 424 µT (Mikrottesla)

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

DECT ist ein internationaler Standard für Telekommunikation, insbesondere für kabellose Telefone unter Nutzung verschiedener Frequenzbänder von ca. 1,9 - 2,5 GHz.

Funk-Netzverbindungen nutzen hochfrequente elektromagnetische Felder. Die insgesamt abgestrahlte Leistung liegt mit maximal 1W im Bereich der Werte, wie sie zum Beispiel durch Mobiltelefone erreicht werden können. Die maximale Sendeleistung von Mobiltelefonen liegt je nach Netzqualität im D-Netz bei 2W und im E-Netz bei 1W. 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.

Wichtig ist für Bluetooth-, WLAN- und DECT-Anwendungen zu erwähnen, dass in Abhängigkeit zur Entfernung zur Basisstation (Sender) bzw. von der Qualität der Verbindung die vom Empfänger emittierte Leistung schwankt.



Diese Leistungsregelung kann bei guten Verbindungen zwischen Sender und Empfänger zu einer erheblichen Leistungsreduktion seitens des Empfängers beitragen. Folglich sollte an Bildschirmarbeitsplätzen auf eine gute Verbindung zwischen Basisstation und Empfänger geachtet werden, um die Sendeleistung des Empfängers zu minimieren. Das wirkt sich auch positiv auf die Lebensdauer von Batterien und Akkus aus.

Für die am Bildschirmarbeitsplatz auftretenden elektromagnetischen Felder legt die Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern (EMFV) Auslöseschwellen und Grenzwerte für die Exposition des Menschen fest. Ziel ist es, die Gesundheit des Menschen vor möglichen Schäden durch elektromagnetische Felder zu schützen. Das Schutzniveau der EMFV ist identisch zu dem Schutzniveau der DGUV Vorschriften 15 und 16.

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. Zulässig nach EMFV sind für diese Frequenz  $E_{\text{effektiv}} = 137,3 \text{ V/m}$ .

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 – zum Beispiel bei Funktastatur oder Funkmaus – zu vernachlässigen, da die Sendeleistungen erheblich geringer sind.

Die von handelsüblichen Bluetooth-, WLAN- und Funkanwendungen am Büroarbeitsplatz ausgehende Exposition liegt weit unterhalb der Auslöseschwellen und Expositionsgrenzwerten. Auch bei mehreren gleichzeitig betriebenen Quellen von elektromagnetischen Feldern (Summation der Exposition) werden die Auslöseschwellen und Expositionsgrenzwerte weder erreicht noch überschritten. Gesundheitliche Schäden, die durch die elektromagnetischen Felder bei der Datenübertragung per Funk an Büroarbeitsplätzen hervorgerufen werden könnten, sind bisher nicht bekannt.

Grundsätzlich ist für besonders schutzbedürftige Beschäftigte nach EMFV (z. B. Träger von aktiven Implantaten wie Herzschrittmacher oder Defibrillator) die Notwendigkeit individueller Schutzmaßnahmen zu prüfen. Von üblicher Bürotechnik (z. B. Drucker, WLAN, Bluetooth, DECT) geht

jedoch für Träger von Implantaten erfahrungsgemäß keine Gefahr aus.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass in Bürobereichen nicht mit einer Gefährdung von Beschäftigten durch elektromagnetische Felder zu rechnen ist. Auch nach einer Einschätzung des Bundesamtes für Strahlenschutz unter Berücksichtigung des derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstandes existieren keine gesundheitlichen Wirkungen durch die Verwendung hochfrequenter elektromagnetischer Felder von Funk-Netzverbindungen durch handelsübliche Geräte.



#### Weitere Literatur

- Elektromagnetische-Verträglichkeit-Gesetz – EMVG
- Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern – EMFV
- DGUV Regel 103-013 und 103-014 „Elektromagnetische Felder“
- DIN EN 50413; VDE 0848-1 „Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz)“ (2014-07)
- Bundesamt für Strahlenschutz (2014): Elektromagnetische Felder im Haushalt
- LUBW/ LfU (2017): Elektromagnetische Felder im Alltag – Aktuelle Informationen über Quellen, Einsatz und Wirkungen, 3. überarbeitete Auflage
- Börner, F.; Brüggemeyer, H.; Eggert, S.; Fischer, M.; Heinrich, H.; Hentschel, K. und Neuschulz, H. (2011): Elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz – Ein neuer wissenschaftlicher Ansatz für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Beschäftigten. Abschlussbericht, BMAS, Fb 400, ISSN 0174-4992.

## 8.5 Zusammenwirken Mensch – Arbeitsmittel (Softwareergonomie)

Die Bearbeitung von Aufgaben sowie die Darstellung auf dem Bildschirm werden sowohl durch die Software als auch durch die Hardware beeinflusst. Grundvoraussetzung für eine gute Darstellung ist deshalb die Erfüllung der Anforderungen des Abschnittes 8.2.1, 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 sogenannten Nutzungskontext beschrieben, der die Benutzer, die Aufgaben, die Arbeitsmittel (Hardware, Software und Materialien) sowie die physikalische und soziale Umgebung umfasst.



### Anhang der Arbeitsstättenverordnung Nr. 6.5

- (1) Beim Betreiben der Bildschirmarbeitsplätze hat der Arbeitgeber dafür zu sorgen, dass der Arbeitsplatz den Arbeitsaufgaben angemessen gestaltet ist. Er hat insbesondere geeignete Softwaresysteme bereitzustellen.
- (2) Die Bildschirmgeräte und die Software müssen entsprechend den Kenntnissen und Erfahrungen der Beschäftigten im Hinblick auf die jeweilige Arbeitsaufgabe angepasst werden können.
- (3) Das Softwaresystem muss den Beschäftigten Angaben über die jeweiligen Dialogabläufe machen.
- (4) Die Bildschirmgeräte und die Software müssen es den Beschäftigten ermöglichen, die Dialogabläufe zu beeinflussen. Sie müssen eventuelle Fehler bei der Handhabung beschreiben und eine Fehlerbeseitigung mit begrenztem Arbeitsaufwand erlauben.
- (5) Eine Kontrolle der Arbeit hinsichtlich der qualitativen oder quantitativen Ergebnisse darf ohne Wissen der Beschäftigten nicht durchgeführt werden.

Die Software muss gebrauchstauglich sein, das heißt, sie sollte gewährleisten, dass Benutzer festgelegte Ziele in einem bestimmten Nutzungskontext effektiv\*, effizient\*\* und zufriedenstellend erreichen können.

Dies setzt voraus, dass die Grundsätze der Dialoggestaltung nach DIN EN ISO 9241-110, wie

- Aufgabenangemessenheit,
  - Selbstbeschreibungsfähigkeit,
  - Steuerbarkeit,
  - Fehlertoleranz,
  - Erwartungskonformität,
  - Individualisierbarkeit,
  - Lernförderlichkeit
- beachtet und realisiert werden.

Bei der Darstellung von Informationen sollten die Erkenntnisse nach DIN EN ISO 9241-112 bezüglich

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

berücksichtigt werden. So wird der Nutzer dabei unterstützt, seine Aufmerksamkeit auf die Bearbeitung der jeweiligen Arbeitsaufgabe zu lenken und das Risiko einer Fehlinterpretation von Information wird reduziert.

Eine optimale Nutzung der Software wird noch nicht allein durch die Gebrauchstauglichkeit erreicht. Hinzu kommen 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 Beschäftigte mit unterschiedlichen nicht kompatiblen Versionen arbeiten. Dies kann zu Konflikten sowie Problemen in der Zusammenarbeit führen und das Betriebsklima belasten. Eine gebrauchstaugliche Software sollte...

\* Effektivität – die Genauigkeit, Vollständigkeit und das Nichtvorhandensein negativer Folgen, mit denen Benutzer bestimmte Ziele erreicht haben

\*\* Effizienz – das Verhältnis zwischen dem erreichten Ergebnis und den eingesetzten Ressourcen

taugliche 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 Beschäftigten 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.

Auch die barrierefreie Gestaltung von Software im Sinne der Barrierefreien Informationstechnik-Verordnung – BITV 2.0 sollte berücksichtigt werden. Hier wird mithilfe von vier Prinzipien, zwölf Anforderungen und 61 Bedingungen barrierefreie Software spezifiziert. Durch Berücksichtigung der BITV 2.0 kann eine hohe Zugänglichkeit von Softwareprodukten für unterschiedlichste Nutzergruppen erreicht werden.

### Aufgabenangemessenheit

Ein Dialog ist aufgabenangemessen, wenn er den Benutzer unterstützt, seine Arbeitsaufgabe effizient zu erledigen, das heißt negative Beanspruchungsfolgen vermieden werden (Abbildung 48).

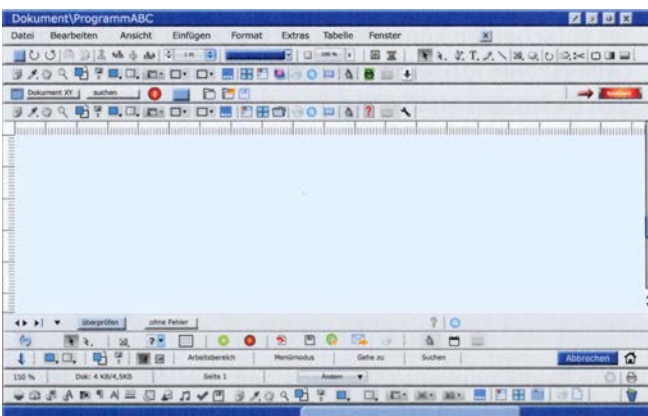


Abb. 48 Aufgabenangemessenheit (Negativbeispiel)

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 – zum Beispiel sollte nach der Eingabe einer Postleitzahl der zugehörige Ort angeboten werden und nicht zusätzlich eingegeben werden müssen
- Automatische Cursorpositionierung zum nächsten Bearbeitungsfeld

### Selbstbeschreibungsfähigkeit

Ein Dialog ist selbstbeschreibungsfähig, wenn jeder einzelne Dialogschritt durch Rückmeldung des Dialogsystems unmittelbar verständlich ist oder dem Benutzer auf Anfrage erklärt wird (Abbildung 49). 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

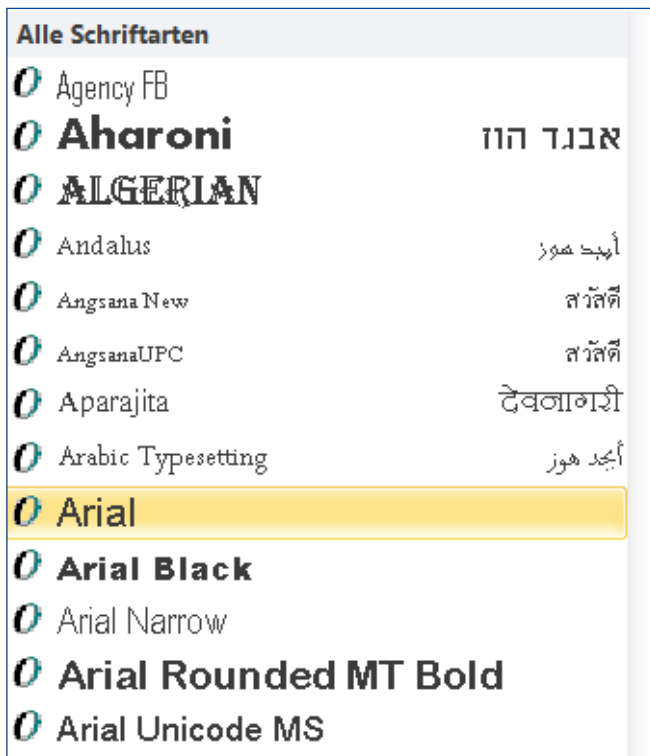


Abb. 49 Selbstbeschreibungsfähigkeit: Auswahlmöglichkeiten für die Schriftart. Die aktuell ausgewählte Schriftart wird durch einen farbigen Balken gekennzeichnet.

### 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 (Abbildung 50).

Ein Dialogsystem ist steuerbar, wenn es unter anderem

- 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,
- den Benutzern ermöglicht, zwischen Anwendungen zu wechseln, deren Benutzung zur Erfüllung der Arbeitsaufgabe erforderlich ist, sowie Daten – zum Beispiel 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,
- Dialogschritte, die nicht rückgängig gemacht werden können, sollen mit einem Warnhinweis versehen werden.

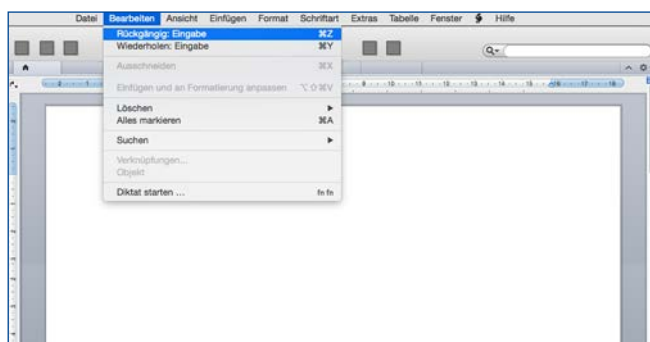


Abb. 50 Steuerbarkeit: Rücknahme von Dialogschritten



Abb. 51 Fehlertoleranz

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 – zum Beispiel übermäßig verlängerte Antwortzeiten bei nicht ausreichender Systemleistung –, ist dem wichtigeren Kriterium der Vorzug zu geben.

### Fehlertoleranz

Ein Dialog ist fehlertolerant, wenn das beabsichtigte Arbeitsergebnis trotz erkennbar fehlerhafter Eingaben entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand durch den Benutzer erreicht werden kann (Abbildung 51).

Dialoge sind fehlertolerant, wenn unter anderem

- 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.

### Erwartungskonformität

Ein Dialog ist erwartungskonform, wenn er konsistent ist und den Merkmalen beziehungsweise den Belangen des Benutzers aus dem Nutzungskontext entspricht. Dazu gehören zum Beispiel Kenntnisse aus dem Arbeitsgebiet, der Ausbildung und der Erfahrung des Benutzers sowie den allgemein anerkannten Konventionen (Abbildung 52).

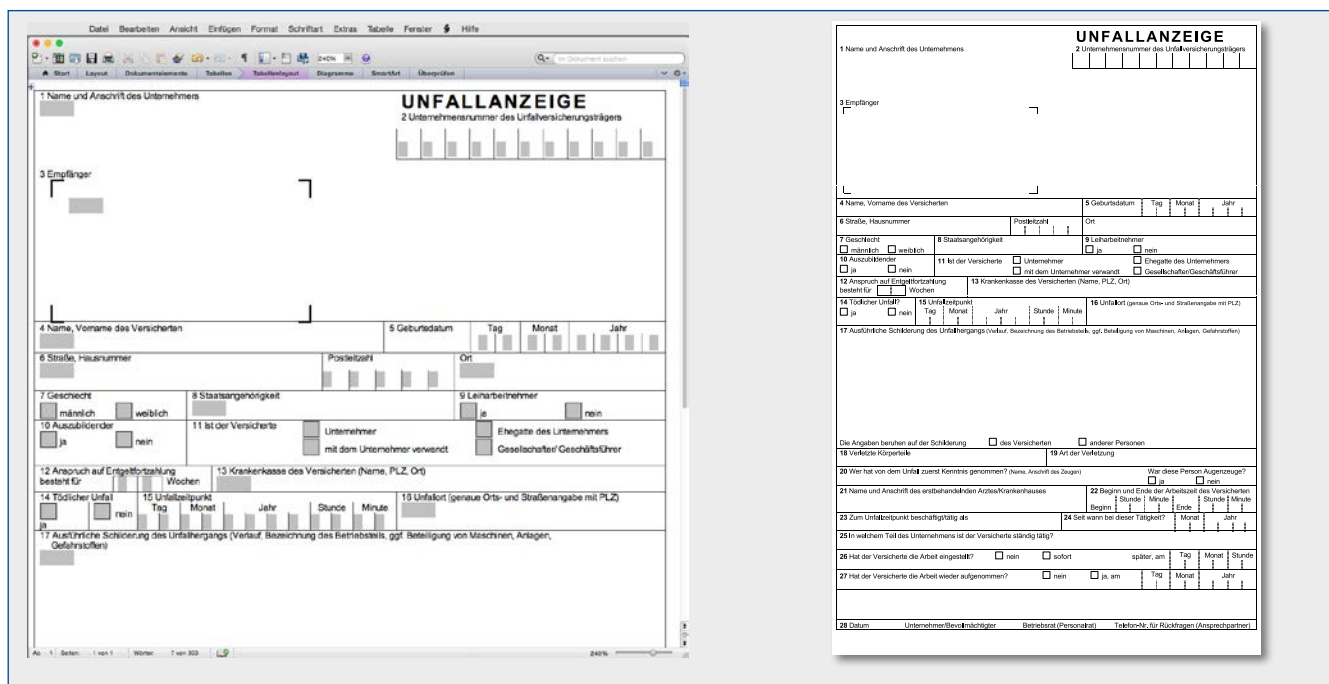


Abb. 52 Erwartungskonformität: WYSIWYG (What you see is what you get) – die Bildschirmanzeige entspricht dem Ausdruck



Dialoge sind erwartungskonform, wenn unter anderem

- 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 dem Bearbeitungsprozess entsprechen und allgemein akzeptabel sind,
- 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.

### *Individualisierbarkeit*

Dialoge sind individualisierbar, wenn die Benutzer die Dialoge an die individuellen Fähigkeiten und Bedürfnisse gemäß den Erfordernissen der Aufgaben anpassen können.

Dialoge sind individualisierbar, wenn unter anderem

- 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 zum Beispiel 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 ihres Kenntnisstandes 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 – zum Beispiel 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 „Kodierverfahren“ behandelt.

### *Lernförderlichkeit*

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

Dialoge sind lernförderlich, wenn unter anderem

- 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 grafisch orientierten Darstellungen (Organisation von Informationen)



- Anwendung grafischer Objekte – zum Beispiel Icons, Zeiger, Positionsmarke
- Gebrauch alphanumerischer Codes, grafische Kodierung, Kodierung mittels Farbe, Kodierung mittels anderer visueller Verfahren – zum Beispiel Blinken, Helligkeitskodierung

Durch sinnvolle Anwendung der aufgezeigten Kriterien wird eine Verbesserung der Lesbarkeit, Verständlichkeit, Widerspruchsfreiheit, Unterscheidbarkeit, Wahrnehmbarkeit, Prägnanz und Klarheit erreicht (Abbildung 53).

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 Aufgabensituationen und auch möglichst sparsam eingesetzt werden.



Weitere Literatur

- Barrierefreie Informationstechnik-Verordnung – BITV 2.0
- DGUV Information 215-450 „Softwareergonomie“
- VBG-Praxis-Kompakt „Software nutzerfreundlich einstellen und gestalten“
- DIN EN ISO 9241 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“
  - Teil 11: „Gebrauchstauglichkeit – Begriffe und Konzepte“ (1999-01)
  - Teil 110: „Grundsätze der Dialoggestaltung“ (2008-09)
  - Teil 112: „Grundsätze der Informationsdarstellung“ (2017-08)
  - Teil 125: „Empfehlung zur visuellen Informationsdarstellung“ (2018-05)
  - Teil 143: „Formulardialoge“ (2012-06)
  - Teil 171: „Leitlinien für die Zugänglichkeit von Software“ (2008-10)

| <p><b>Maske 18</b></p> <p>PKW-Daten<br/>                 Hersteller: VAW<br/>                 Ausstattung: Basis<br/>                 Polster: Leder<br/>                 Hubraum: 2997 ccm<br/>                 Höchstgeschw.: 254 km/h<br/>                 Durchschn. verbr.: 11,5 l</p> <p>Funktion: Ausk. Bearbeiter Bond<br/>                 Fahrzeugtyp: Pecrian<br/>                 Lackierung: Silber<br/>                 Glas: Getönt<br/>                 Leistung: 250 kW<br/>                 Tankinhalt: 65 l<br/>                 Länge: 4700 cm</p> |                |                |              |              |       |         |         |          |       |          |          |          |       |          |          |          |       |          |          |          |   |  |  |
|--|----------------|----------------|--------------|--------------|-------|---------|---------|----------|-------|----------|----------|----------|-------|----------|----------|----------|-------|----------|----------|----------|---|--|--|
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Baujahr</th> <th>Preis S Benzin</th> <th>Preis Turbo</th> <th>Preis Hybrid</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2016:</td> <td>58 000€</td> <td>58 000€</td> <td>80 000 €</td> </tr> <tr> <td>2017:</td> <td>60 000 €</td> <td>61 500 €</td> <td>84 000 €</td> </tr> <tr> <td>2018:</td> <td>63 000 €</td> <td>64 000 €</td> <td>87 000 €</td> </tr> <tr> <td>2019:</td> <td>66 500 €</td> <td>67 500 €</td> <td>90 000 €</td> </tr> </tbody> </table>   | Baujahr        | Preis S Benzin | Preis Turbo  | Preis Hybrid | 2016: | 58 000€ | 58 000€ | 80 000 € | 2017: | 60 000 € | 61 500 € | 84 000 € | 2018: | 63 000 € | 64 000 € | 87 000 € | 2019: | 66 500 € | 67 500 € | 90 000 € | <p>Folgemaske: Maske 19</p> <p>Folgefunktion: Ausk.</p> |  |  |
| Baujahr  | Preis S Benzin | Preis Turbo    | Preis Hybrid |              |       |         |         |          |       |          |          |          |       |          |          |          |       |          |          |          |   |  |  |
| 2016:  | 58 000€        | 58 000€        | 80 000 €     |              |       |         |         |          |       |          |          |          |       |          |          |          |       |          |          |          |   |  |  |
| 2017:  | 60 000 €       | 61 500 €       | 84 000 €     |              |       |         |         |          |       |          |          |          |       |          |          |          |       |          |          |          |   |  |  |
| 2018:  | 63 000 €       | 64 000 €       | 87 000 €     |              |       |         |         |          |       |          |          |          |       |          |          |          |       |          |          |          |   |  |  |
| 2019:  | 66 500 €       | 67 500 €       | 90 000 €     |              |       |         |         |          |       |          |          |          |       |          |          |          |       |          |          |          |   |  |  |

| <p><b>Maske 18</b></p> <p>PKW-Daten:<br/>                 Hersteller: VAW<br/>                 Fahrzeugtyp: Pecrian<br/>                 Ausstattung: Basis<br/>                 Lackierung: Silber<br/>                 Polster: Leder<br/>                 Glas: Getönt</p>  |                | <p><b>Funktion: Ausk. Bearbeiter Bond</b></p> <p>Technik:<br/>                 Hubraum: 2997 ccm<br/>                 Leistung: 250 kW<br/>                 Höchstgeschw.: 254 km/h<br/>                 Tankinhalt: 65 l<br/>                 Durchschn. verbr.: 11,5 l<br/>                 Länge: 4700 cm</p> |              |              |       |          |          |          |       |          |          |          |       |          |          |          |       |          |          |          |   |  |  |
|--|----------------|--|--------------|--------------|-------|----------|----------|----------|-------|----------|----------|----------|-------|----------|----------|----------|-------|----------|----------|----------|---|--|--|
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Baujahr</th> <th>Preis S Benzin</th> <th>Preis Turbo</th> <th>Preis Hybrid</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2016:</td> <td>58 000 €</td> <td>58 000 €</td> <td>80 000 €</td> </tr> <tr> <td>2017:</td> <td>60 000 €</td> <td>61 500 €</td> <td>84 000 €</td> </tr> <tr> <td>2018:</td> <td>63 000 €</td> <td>64 000 €</td> <td>87 000 €</td> </tr> <tr> <td>2019:</td> <td>66 500 €</td> <td>67 500 €</td> <td>90 000 €</td> </tr> </tbody> </table> | Baujahr        | Preis S Benzin   | Preis Turbo  | Preis Hybrid | 2016: | 58 000 € | 58 000 € | 80 000 € | 2017: | 60 000 € | 61 500 € | 84 000 € | 2018: | 63 000 € | 64 000 € | 87 000 € | 2019: | 66 500 € | 67 500 € | 90 000 € | <p>Folgemaske: Maske 19</p> <p>Folgefunktion: Ausk.</p> |  |  |
| Baujahr  | Preis S Benzin | Preis Turbo  | Preis Hybrid |              |       |          |          |          |       |          |          |          |       |          |          |          |       |          |          |          |   |  |  |
| 2016:  | 58 000 €       | 58 000 €   | 80 000 €     |              |       |          |          |          |       |          |          |          |       |          |          |          |       |          |          |          |   |  |  |
| 2017:  | 60 000 €       | 61 500 €   | 84 000 €     |              |       |          |          |          |       |          |          |          |       |          |          |          |       |          |          |          |   |  |  |
| 2018:  | 63 000 €       | 64 000 €   | 87 000 €     |              |       |          |          |          |       |          |          |          |       |          |          |          |       |          |          |          |   |  |  |
| 2019:  | 66 500 €       | 67 500 €   | 90 000 €     |              |       |          |          |          |       |          |          |          |       |          |          |          |       |          |          |          |   |  |  |

Abb. 53 Anordnung und Kodierung: Maskengestaltung

# 9 Telearbeitsplätze und mobiles Arbeiten



## § 1 Arbeitsstättenverordnung Anwendungsbereich

- (3) Für Telearbeitsplätze gelten nur:  
§ 3 bei der erstmaligen Beurteilung der Arbeitsbedingungen und des Arbeitsplatzes,  
§ 6 und der Anhang Nummer 6,  
soweit der Arbeitsplatz von dem im Betrieb abweicht. Die in Satz 1 genannten Vorschriften gelten, soweit Anforderungen unter Beachtung der Eigenart von Telearbeitsplätzen auf diese anwendbar sind.



## § 2 Arbeitsstättenverordnung Begriffsbestimmung

- (7) Telearbeitsplätze sind vom Arbeitgeber fest eingerichtete Bildschirmarbeitsplätze im Privatbereich der Beschäftigten, für die der Arbeitgeber eine mit den Beschäftigten vereinbarte wöchentliche Arbeitszeit und die Dauer der Einrichtung festgelegt hat.

Ein Telearbeitsplatz ist vom Arbeitgeber erst dann eingerichtet, wenn Arbeitgeber und Beschäftigte die Bedingungen der Telearbeit arbeitsvertraglich oder im Rahmen einer Vereinbarung festgelegt haben und die benötigte Ausstattung des Telearbeitsplatzes mit Mobiliar, Arbeitsmitteln einschließlich der Kommunikationseinrichtungen durch den Arbeitgeber oder eine von ihm beauftragte Person im Privatbereich des Beschäftigten bereitgestellt und installiert ist.

### Telearbeitsplatz

Mit den Regelungen zu Telearbeitsplätzen soll für die Unternehmen und deren Beschäftigte mehr Spielraum und Flexibilität bei der Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen gegeben werden. Durch diese Regelungen wird ein Handlungsrahmen für die Gestaltung von Telearbeitsplätzen festgelegt.

Bei einem Telearbeitsplatz, im Sinne der Arbeitsstättenverordnung handelt es sich um einen fest eingerichteten Bildschirmarbeitsplatz im Privatbereich von Beschäftigten. Für die notwendige Ausstattung (Mobiliar, Arbeitsmittel und Kommunikationseinrichtungen) des Telearbeitsplatzes hat die Unternehmerin oder der Unternehmer zu sorgen. Die Regelungen für Bildschirmarbeitsplätze im Betrieb gelten auch für Telearbeitsplätze. Deshalb ist bei deren Einrichtung Kapitel 8 „Anforderungen an die Gestaltung von Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen“ zu berücksichtigen.

### Mobiles Arbeiten

Mobiles Arbeiten zeichnet sich dadurch aus, dass es weder an das Büro, noch an den häuslichen Arbeitsplatz (z. B. Telearbeitsplatz) gebunden ist. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erledigen ihre Arbeit von beliebigen anderen Orten.

Die Beurteilung der Arbeitsbedingungen für mobiles Arbeiten unterliegt den Vorgaben des Arbeitsschutzgesetzes.

Da im Rahmen des mobilen Arbeitens keine festen Arbeitsplätze eingerichtet werden, muss der Arbeitgeber diesen Umstand sowohl bei der Ausstattung mit Arbeitsmitteln als auch bei der Unterweisung berücksichtigen.

Beispiele für Maßnahmen sind:

- die Bereitstellung sicherer und ergonomisch gestalteter Arbeitsmittel

- die spezielle Unterweisung der Beschäftigten im Hinblick auf die Gefährdungen des mobilen Arbeitens
- Benennung von Arbeitsumgebungsbedingungen, unter denen keine mobile Arbeit verrichtet werden darf

## Beschaffung: Notebook

### Ausstattung des Notebooks

Art und Ausstattung von Notebooks (Prozessorgeschwindigkeit, Bildschirmgröße, -auflösung, Festplattenkapazität, Schnittstellen, ...) müssen sich an den zu bearbeitenden Aufgaben orientieren. Kleine Geräte wie Tablett-PCs, Convertibles oder Subnotebooks sind wegen der kleinen, oft unentspiegelten Bildschirmanzeige und der kleinen bzw. virtuellen Tastatur für Bürotätigkeiten nur sehr eingeschränkt geeignet.

### Ergonomie und Gebrauchstauglichkeit

Das Notebook sollte über ein GS-Zeichen verfügen und zusätzlich über

- einen gut entspiegelten Bildschirm,
- eine Bildschirmanzeige mit großer Helligkeit (das heißt hoher Leuchtdichte) – zum Beispiel beim Gerätekauf ins Freie gehen und testen, ob Informationen auf dem Bildschirm dort noch gut erkennbar sind,
- ein stabiles, verwindungssteifes Gehäuse,
- eine positiv beschriftete Tastatur (das heißt helle Tasten mit dunkler Beschriftung); eine solche Tastaturbeschriftung ist auch bei schlechten Lichtverhältnissen noch gut lesbar, selbst dann, wenn Tasten durch häufiges Benutzen glänzen,
- einen für mehrstündigen Betrieb ausreichenden Akku; für längere Laufzeiten bieten einige Geräte die Möglichkeit, Zusatzakkus zu installieren,
- ein Gesamtgewicht möglichst unter 3 kg.

### Bildschirm

Erfordert die Tätigkeit, dass mehrere Personen gleichzeitig den Bildschirm betrachten (zum Beispiel zu Präsentationszwecken), haben sich Notebookbildschirme mit großem Betrachtungswinkel bewährt.

Andererseits kann es beim Arbeiten mit sensiblen Daten auch geboten sein, den seitlichen Einblick – zum Beispiel durch Mitreisende im Zug – durch einen zusätzlichen Blickschutzfilter zu begrenzen.

## Ausstattungsvarianten und Schnittstellen

Speicherkartenleser, Netzwerkanschluss (LAN) und Peripherie-Anschlüsse wie USB-2.0/3.0-Ports sind allgemeine Standards. Bei der Funknetzwerk-Ausstattung (WLAN) können sich die Geräte stark unterscheiden:

- Für allgemeine Online-Anwendungen reicht der alte WLAN-Standard IEEE 802.11g aus.
- Wer größere Datenmengen schnell übermitteln will, sollte zum neueren Standard IEEE 802.11n oder 802.11ac greifen.

Für eine Internetverbindung mittels Mobiltelefon sollte dieses über eine Funktion als WLAN-Hotspot (Mobiler Hotspot) verfügen oder es wird eine Verbindung über die Bluetooth Schnittstelle zwischen Notebook und Mobiltelefon hergestellt.

Idealerweise wird für die mobile Internetverbindung eine sogenannte UMTS/GPRS-Karte oder LTE-Karte verwendet, wobei dann das Mobiltelefon nicht mehr benötigt wird.

Da Notebooks in der Regel auch im Büro verwendet werden, sollten Anschlüsse für externe Tastatur, Maus und Bildschirm oder für eine sogenannte Dockingstation vorhanden sein.

## Beschaffung: Notebook-Zubehör

### Maus

Wer viel mit den im Notebook integrierten Zeigegegeräten, wie Touchpad oder Trackpoint, arbeitet, sollte sich eine zusätzliche Maus anschaffen. Voraussetzung hierfür ist allerdings eine geeignete Arbeitsfläche, wie ein Tisch (auch für die Auflage des Unterarms). Kleine, platzsparende, sogenannte Notebook-Mäuse sollten nur für kurzzeitige Arbeiten benutzt werden – ansonsten ergonomisch geformte, an die Handgröße angepasste Mäuse verwenden.

## Kopfhörer

Als Multimedia-Geräte werden Notebooks zunehmend auch zur Wiedergabe akustischer Informationen verwendet – zum Beispiel bei Lernprogrammen und Videofilmen. Damit nicht jeder mithören kann, sind Kopfhörer zu empfehlen – am besten mit integriertem Regler, bei denen sich die Lautstärke schnell und einfach einstellen lässt.

## Drucker

Wenn unterwegs Dokumente auszudrucken sind, ist ein mobiler Drucker erforderlich. Bei der Anschaffung ist auf Druckqualität und -geschwindigkeit und auf die Akku-Laufzeit zu achten. Wichtig ist auch die Art der Verbindung zum Notebook (kabelgebunden über die USB-Schnittstelle oder drahtlos als WLAN- und Bluetooth-Systeme). Der Drucker kann frei im Umkreis von einigen Metern aufgestellt werden. Zu empfehlen sind leichte Geräte (unter 2 kg) mit guter Druckqualität.

## Smartphone

Smartphones eignen sich zum Verwalten von Terminen, kurzen E-Mails und Notizen. Sie können außerdem zur Anzeige und zum Nachschlagen von Informationen verwendet werden. Für eine umfangreichere Bearbeitung (z. B. Erstellung einer Textdatei) sollten die Daten auf Notebook oder PC übertragen werden.

## Umgang mit dem Notebook

### Standby und Ruhezustand

Das Notebook muss nicht immer vollständig ausgeschaltet werden. Notebooks bieten zumeist zwei abgestufte Stromsparfunktionen:

- Der „Standby-Modus“ hält die aktuellen Daten bei minimalem Stromverbrauch im Hauptspeicher, sodass das System schnell wieder betriebsbereit ist.
- Im „Ruhezustand“ wird alles auf die Festplatte gespeichert und das Gerät dann ausgeschaltet – zu empfehlen für längere Arbeitspausen oder beim Zuklappen des Notebooks.

Die entsprechenden Einstellungen finden sich in der Dokumentation Ihres Betriebssystems – notfalls ist der Administrator zu fragen.

## Gefahren für Geräte und Daten

Mobile Geräte können auf Reisen leicht beschädigt werden, verloren gehen oder gestohlen werden. Dabei sind immer auch die gespeicherten Daten gefährdet. Deshalb sollten die Daten regelmäßig gesichert werden (z. B. USB-Stick, externe Festplatte oder Cloud).

## Telefonieren

Mit einer Freisprecheinrichtung im Auto hat man zum Führen des Fahrzeugs zwar die Hände frei, nicht aber den Kopf. Telefonate können, je nach Gesprächsinhalt, mitunter so viel Aufmerksamkeit erfordern, dass man sich kaum noch auf den Straßenverkehr konzentrieren kann.

Deshalb sollten Autofahrer, auch im eigenen Interesse, möglichst nicht während der Fahrt telefonieren beziehungsweise Telefonate nur auf das Nötigste beschränken. Wer während der Fahrt einen Anruf annehmen muss, kann zum Beispiel einen Rückruf zusagen und den nächsten Parkplatz ansteuern. Außerhalb des fließenden Verkehrs kann man sich Telefonaten viel besser widmen und der Gesprächspartner merkt, dass man sich nur auf ihn konzentriert.

## Arbeiten unterwegs: der mobile „Arbeitsplatz“

### Notebook auf dem Schoß?

Die häufig angetroffene „Arbeitshaltung“ mit dem Notebook auf dem Schoß ist für längeres Arbeiten nicht zu empfehlen. In dieser Haltung treten schnell Schulter- und Nackenverspannungen auf und es kann zu Kopfschmerzen oder anderen Beschwerden kommen. Zudem werden einige Notebooks auf der Unterseite so warm, dass sich eine solche Nutzung auch deshalb nicht empfiehlt.

## Notebook im Auto?

Auch eine Notebook-Nutzung im Auto kann nicht empfohlen werden. Gearbeitet werden sollte möglichst immer an einem Tisch – zum Beispiel in einer Raststätte. Gerade nach längeren Autofahrten empfiehlt sich auch das Arbeiten an einem Stehtisch.

## Notebookständer?

Auf den Einsatz von – vermeintlich ergonomischen – Notebookständern, die den Bildschirm anheben und die Tastatur schräg stellen, sollte verzichtet werden, da die Aufstellung des Notebooks ohne Notebookständer viel ergonomischer ist als mit. Dies gilt insbesondere für spezielle, zusammenklappbare Notebookständer für den Außendienst.

## Entfernung Bildschirm – Auge

Die Entfernung zwischen Bildschirm und Auge sollte auch beim Arbeiten unterwegs circa 500 mm bis 600 mm betragen. Als Zeichenhöhe von Großbuchstaben werden mindestens 3,2 mm empfohlen.

## Spiegelungen

Unterwegs kommt es oft zu Spiegelungen und Reflexionen auf dem Bildschirm. Sollte es nicht am Bildschirm selbst liegen – weil dieser gut entspiegelt ist – ist der Grund vermutlich die Umgebungsbeleuchtung. Durch Änderung des Sitzplatzes kann die Störung eventuell vermieden werden.



### Weitere Literatur

- Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV
- DGUV Regel 115-401 „Branche Bürobetriebe“
- VBG-Fachwissen „Gesundheit im Büro – Fragen und Antworten“
- Beermann, B.; Amlinger-Chatterjee, M.; Brenscheidt, F.; Gerstenberg, S.; Niehaus, M.; Wöhrmann, A. M. (2017): Orts- und zeitflexibles Arbeiten: Gesundheitliche Chancen und Risiken. 1. Auflage. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin







## **Überreicht durch: VBG – Ihre gesetzliche Unfallversicherung**

Massaquoipassage 1  
22305 Hamburg  
[www.vbg.de](http://www.vbg.de)

VBG-Artikelnummer: 34-05-5386-5  
Druck: 2019-12 / Auflage 5.000

### **VBG – Ihre gesetzliche Unfallversicherung**

Die VBG ist eine gesetzliche Unfallversicherung und versichert bundesweit über 1,1 Millionen Unternehmen aus mehr als 100 Branchen – vom Architekturbüro bis zum Zeitarbeitsunternehmen. Der Auftrag der VBG teilt sich in zwei Kernaufgaben: Die erste ist die Prävention von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren. Die zweite Aufgabe ist das schnelle und kompetente Handeln im Schadensfall, um die Genesung der Versicherten optimal zu unterstützen. Knapp 490.000 Unfälle oder Berufskrankheiten registriert die VBG pro Jahr und betreut die Versicherten mit dem Ziel, dass die Teilhabe am Arbeitsleben und am Leben in der Gemeinschaft wieder möglich ist. 2.400 VBG-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeiter kümmern sich an elf Standorten in Deutschland um die Anliegen ihrer Kunden. Hinzu kommen sechs Akademien, in denen die VBG-Seminare für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz stattfinden.

Herausgeber dieser Schrift ist die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)