

Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten

Teil 6: Leitsätze für die Arbeitsumgebung
(ISO 9241-6:1999) Deutsche Fassung DIN EN ISO 9241-6:1999

DIN

EN ISO 9241-6

ICS 13.180; 35.180

Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 6: Guidance on the work environment (ISO 9241-6:1999);
German version EN ISO 9241-6:1999

Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 6: Guide général relatif à l'environnement de travail (ISO 9241-6:1999);
Version allemande EN ISO 9241-6:1999

Die Europäische Norm EN ISO 9241-6:1999 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Norm wurde von der Arbeitsgruppe 3 „Anforderungen an Arbeitsplatz und -umgebung“ des Technischen Komitees ISO/TC 159 „Ergonomie“, Unterkomitee 4 „Ergonomie der Mensch-Maschine-Interaktion“ erarbeitet. Die Sekretariatsführung dieser Untergruppe liegt bei Deutschland. Die Internationale Norm wurde von CEN unverändert in die Europäische Norm überführt.

Für die im Abschnitt 2 genannten Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 5349	siehe DIN V ENV 25349
ISO 6385	siehe DIN V ENV 26385
ISO 7730	siehe DIN EN ISO 7730
ISO 9241-3	siehe DIN EN 29241-3
ISO 9241-7	siehe DIN EN ISO 9241-7
ISO 11960-1	siehe DIN EN ISO 11690-1
IEC 61000-4-2	siehe DIN EN 61000-4-2
IEC 61000-4-8	siehe DIN EN 61000-4-8

Nationaler Anhang (informativ)

Literaturhinweise

DIN V ENV 25349, *Mechanische Schwingungen – Leitfaden zur Messung und Beurteilung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen (ISO 5349:1986); Deutsche Fassung ENV 25349:1992.*

DIN V ENV 26385, *Prinzipien der Ergonomie in der Auslegung von Arbeitssystemen (ISO 6385: 1981)*

Fortsetzung Seite 2
und 33 Seiten EN

Normenausschuss Informationstechnik (NI) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Normenausschuss Ergonomie (FNErg) im DIN
Normenausschuss Lichttechnik (FNL) im DIN

DIN EN ISO 7730, *Gemäßigtes Umgebungsklima – Ermittlung des PMV und des PPD und Beschreibung der Bedingungen für thermische Behaglichkeit (ISO 7730:1994); Deutsche Fassung EN ISO 7730:1995.*

DIN EN 29241-3, *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten – Teil 3: Anforderungen an visuelle Anzeigen (ISO 9241-3:1992); Deutsche Fassung EN 29241-3:1993.*

DIN EN ISO 9241-7, *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten – Teil 7: Anforderungen an visuelle Anzeigen bezüglich Reflexionen (ISO 9241-7:1998); Deutsche Fassung EN ISO 9241-7:1998.*

DIN EN ISO 11690-1, *Akustik – Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen maschinenbestückter Arbeitsstätten – Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 11690-1:1996); Deutsche Fassung EN ISO 11690-1:1996.*

DIN EN 61000-4-2, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4: Prüf- und Messverfahren; Hauptabschnitt 2: Prüfung der Störfestigkeit gegen Entladung statischer Elektrizität; EMV-Grundnorm (IEC 61000-4-2:1995); Deutsche Fassung EN 61000-4-2:1995.*

DIN EN 61000-4-8, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4: Prüf- und Messverfahren; Hauptabschnitt 8: Prüfung der Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen; EMV-Grundnorm (IEC 61000-4-8:1993); Deutsche Fassung EN 61000-4-8:1993.*

Deutsche Fassung

**Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten
mit Bildschirmgeräten
Teil 6: Leitsätze für die Arbeitsumgebung
(ISO 9241-6:1999)**

Ergonomic requirements for office work with
visual display terminals (VDTs) –
Part 6: Guidance on the work environment
(ISO 9241-6:1999)

Exigences ergonomiques pour travail de bureau
avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) –
Partie 6: Guide général relatif à l'environnement de travail
(ISO 9241-6:1999)

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 30. Oktober 1999 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



**EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION**

Zentralsekretariat: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text der Internationalen Norm ISO 9241-6:1999 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“ in Zusammenarbeit mit dem CMC erarbeitet.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2000, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2000 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 9241-6:1999 wurde von CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

ANMERKUNG Die normativen Verweisungen auf Internationale Normen sind im Anhang ZA (normativ) aufgeführt.

Inhalt

	Seite
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe und Definitionen	4
4 Allgemeine Leitsätze	7
5 Leitsätze zur natürlichen und künstlichen Beleuchtung	8
6 Leitsätze zu Schall und Lärm	10
7 Leitsätze zu mechanischen Schwingungen	12
8 Leitsätze zu elektromagnetischen Feldern und statischen Aufladungen	13
9 Leitsätze zur thermischen Umgebung	14
10 Leitsätze zur Raumnutzung und Arbeitsplatzauslegung	16
Anhang A (informativ) Beleuchtung	17
Anhang B (informativ) Verfahren zur Messung und Bewertung von Schall	25
Anhang C (informativ) Messungen, Bewertung und Beurteilung von Ganzkörper-Schwingungen	29
Anhang D (informativ) Thermische Umgebung	30
Literaturhinweise	31
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen ..	33

Einleitung

Dieser Teil von ISO 9241 gilt für Arbeitssysteme gemäß ISO 6385 mit Bildschirmgeräten, wie sie in ISO 9241-1 beschrieben sind. Büroarbeit mit Bildschirmgeräten kann in verschiedenen Arbeitsumgebungen ausgeübt werden. Diese Umgebungen können sowohl das Wohlbefinden als auch die Leistungsfähigkeit der Benutzer beeinflussen. Darüber hinaus kann die Arbeitsumgebung durch bestimmte Merkmale der Bildschirmgeräte und damit zusammenhängender Geräte (z. B. Drucker, Rechneinheiten) beeinflusst werden.

Dieser Teil von ISO 9241 wurde erarbeitet, um eine Anleitung für die Festlegung von Umgebungsbedingungen zu geben, die das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit der Benutzer verbessern. Die Verbesserung der Wechselwirkung zwischen Benutzern und Arbeitsumgebungen erfordert oft einen ausgewogenen Kompromiss. Aus diesem Grunde enthält dieser Teil von ISO 9241 allgemeine Grundsätze als generische (übergeordnete) Ziele, grundsätzliche Aspekte zu jeder Umgebungsbedingung (z. B. Beleuchtung, Lärm) und Anleitungen zur Entwicklung von Lösungen für bestimmte Randbedingungen (z. B. Verfahren zur Beherrschung der akustischen Umgebung für eine bestimmte Arbeitsaufgabe und eine bestimmte Arbeitsumgebung).

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 9241 enthält Leitsätze für die ergonomische Gestaltung der Arbeitsumwelt und der Arbeitsstation unter Berücksichtigung von Beleuchtung, Einwirkungen von Geräuschen und mechanischen Schwingungen, elektrischen und magnetischen Feldern und statischer Elektrizität, thermischer Umgebung, Raumnutzung und Arbeitsplatzauslegung.

Dieser Teil der Norm ist anwendbar auf die Arbeitsumgebung und die Arbeitsstation in Arbeitssystemen, bei denen ein Bildschirmgerät für die Büroarbeit genutzt wird. Dieser Teil der Norm legt jedoch keine technischen Merkmale der Ausstattung fest, die erforderlich sind, um den ausstattungsbezogenen Leitsätzen zu entsprechen, die im Zusammenhang mit der Arbeitsumgebung stehen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm werden. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Internationalen Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung. Vertragspartner, deren Vereinbarung auf dieser Internationalen Norm basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der laufenden gültigen Internationalen Normen.

ISO 1996-1, *Acoustics – Descriptions and measurement of environmental noise – Part 1: Basic quantities and procedures.*

ISO 2631-1, *Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 1: General requirements.*

ISO 2631-2, *Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 2: Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz).*

ISO 5349, *Mechanical vibration – Guidelines for the measurement and the assessment of human exposure to hand-transmitted vibration.*

ISO 6385, *Ergonomic principles in the design of work systems.*

ISO 7730:1994, *Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort.*

ISO 8995:1989, *Principles of visual ergonomics – The lighting of indoor work systems.*

ISO 9241-3:1992, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 3: Visual display requirements.*

ISO 9241-7, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 7: Requirements for display with reflections.*

ISO 9612, *Acoustics – Guidelines for measurement and assessment of exposure to noise in a working environment.*

ISO 11690-1:1996, *Acoustics – Recommended practice for the design of low-noise workplaces containing machinery – Part 1: Noise control strategies.*

IEC 61000-4-2:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 2: Electrostatic discharge immunity test.*

IEC 61000-4-8:1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 8, Power frequency magnetic field immunity test.*

3 Begriffe und Definitionen

Für den Zweck dieses Teils von ISO 9241 gelten die in ISO 6385, ISO 1996-1 und ISO 11690-1 festgelegten sowie die folgenden Begriffe und Definitionen.

3.1

Adaptation, visuelle

Vorgang der Anpassung des Sehorgans an vorherige und gegenwärtige Lichtreize unterschiedlicher Leuchtdichte, spektraler Strahlungsverteilung und Winkelausdehnung

[IEC 60050(845):1987, IEC 845-02-07]

3.2

Isolationswert der Bekleidung

Widerstand einer Kleidungsausstattung gegen die Ableitung trockener Wärme (Konvektion, Strahlung, Leitung) vom Körper

ANMERKUNG Nach ISO 9920:1995.

3.3

Farbwiedergabe

Auswirkung einer Lichtart auf den Farbeindruck von Objekten, die mit ihr beleuchtet werden, im bewussten oder unbewussten Vergleich zum Farbeindruck der gleichen Objekte unter einer Bezugslichtart
[IEC 60050(845):1987, IEC 60050-845-02-59]

3.4

allgemeiner Farbwiedergabeindex

R_a

Mittelwert der speziellen Farbwiedergabe-Indizes CIE 1974 für einen festgelegten Satz von acht Testfarben
[IEC 60050(845):1987, IEC 845-02-63]

3.5

Farbtemperatur

Temperatur des Planckschen Strahlers, bei der dieser eine Strahlung der gleichen Farbart hat wie der zu kennzeichnende Farbreiz
[IEC 60050(845):1987, IEC 845-03-49]

3.6

Luftzugsquote

vorausgesagter Prozentsatz von Menschen, die durch Luftzug gestört werden
[ISO 7730:1994]

3.7

Flimmern

Eindruck der Unstetigkeit visueller Empfindungen, hervorgerufen durch Lichtreize mit zeitlicher Schwankung der Leuchtdichten oder der spektralen Verteilung
[IEC 60050(845):1987, IEC 845-02-49]

3.8

Allgemeinbeleuchtung

im Wesentlichen gleichmäßige Beleuchtung eines Raumes ohne Berücksichtigung der besonderen Erfordernisse für einzelne Raumteile
[IEC 60050(845):1987, IEC 845-09-06]

ANMERKUNG Allgemeinbeleuchtung kann als die Raumbeleuchtung betrachtet werden, die in etwa an allen Stellen des Raumes die gleichen Sehbedingungen schafft.

3.9

Blendung

Sehzustand, der als unangenehm empfunden wird oder eine Herabsetzung der Sehfunktion zur Folge hat, verursacht durch eine ungünstige Leuchtdichteverteilung und durch zu hohe Kontraste
[IEC 60050(845):1987, IEC 845-02-52]

3.10

Reflexblendung

durch Reflexion verursachte Blendung, speziell wenn sich die Reflexbilder dem beobachteten Objekt überlagern oder in seiner Nähe auftreten
[IEC 60050(845):1987, IEC 845-02-54]

3.11

Beleuchtungsstärke

(in einem Punkt einer Oberfläche) Quotient des Lichtstroms ($d\Phi_v$), der auf ein den Punkt enthaltendes Element der Oberfläche auftrifft, und der Fläche (dA) dieses Elements
[IEC 60050(845):1987, IEC 845-01-38]

3.12

arbeitsplatzorientierte Allgemeinbeleuchtung

für die Beleuchtung einer Zone eines Raumes vorgesehene Allgemeinbeleuchtung, bei welcher die Beleuchtungsstärke an bestimmten Stellen, beispielsweise an Arbeitsplätzen, erhöht ist
[IEC 60050(845):1987, IEC 845-09-08]

3.13

Leuchtdichteverhältnis

das Verhältnis der Leuchtdichten einer Anzeige zu denen ihrer näheren Umgebung, oder zu der Leuchtdichte nacheinander beobachteter Flächen

ANMERKUNG Nach der Definition der „Leuchtdichte“ in IEC 60050(845):1987, IEC 845-01-35.

3.14

mittlere Strahlungstemperatur

gleichmäßige Temperatur einer angenommenen Umhüllung, in der die Strahlungswärmeabgabe vom menschlichen Körper gleich der Strahlungswärmeabgabe in die vorhandene ungleichmäßige Umhüllung ist

[ISO 7726:1998]

3.15

operative Temperatur

gleichmäßige Temperatur einer im strahlungsphysikalischen Sinne schwarzen Umhüllung, in der ein Bewohner die gleiche Wärmemenge durch Strahlung und Konvektion austauschen würde wie in der bestehenden, nicht gleichmäßigen Umgebung

ANMERKUNG Nach ISO 7726:1998.

3.16

vorausgesagtes mittleres Votum

PMV

Index, der den Durchschnittswert der erwarteten Urteile einer großen Gruppe von Personen anhand einer 7-stufigen Klimabeurteilungsskala angibt

[ISO 7730:1994]

3.17

vorausgesagter Prozentsatz Unzufriedener

PPD

Index, der den Durchschnittswert der erwarteten Urteile einer großen Gruppe von Personen angibt, die der gleichen Umgebung ausgesetzt sind, als quantitative Vorhersage der Anzahl von thermisch unzufriedenen Personen

ANMERKUNG Nach ISO 7730:1994.

3.18

Asymmetrie der Strahlungstemperatur

Differenz der Strahlungstemperaturen auf gegenüberliegenden Seiten eines Flächenelements

[ISO 7726:1998]

3.19

Beurteilungspegel L_{Ar}

äquivalenter A-bewerteter Schalldruckpegel während eines festgelegten Zeitintervalls zuzüglich eines Zuschlags für Tonhaltigkeit und Impulshaltigkeit

ANMERKUNG Zuschlag für Tonhaltigkeit $\Delta L_T = 0$ dB oder 5 dB entsprechend subjektiver Beurteilung. Die Impulshaltigkeit ΔL_I wird nur dann angegeben, wenn $\Delta L_I = L_{IAeq} - L_{Aeq} > 2$ dB, beide entsprechend ISO 11690-1.

3.20

relative Luftfeuchte

Verhältnis zwischen dem Partialdruck von Wasserdampf in feuchter Luft und dem Wasserdampf-sättigungsdruck bei gleicher Temperatur und gleichem Gesamtdruck
[ISO 7726:1998]

3.21

Nachhall

Andauern eines Schallereignisses in einem geschlossenen Raum, nachdem die Quelle aufgehört hat; ein Ergebnis von Reflexionen an den Begrenzungsflächen

3.22

Turbulenzstärke

Verhältnis der Standardabweichung des Luftzugs an einem Ort zu dem mittleren Luftzug an diesem Ort
[ISO 7730:1994]

3.23

Arbeitsplatz

Anordnung von Arbeitsstationen, die einer Person zur Erledigung einer Arbeitsaufgabe zugewiesen ist
[ISO 9241-5:1998]

3.24

Arbeitsstation

Anordnung, bestehend aus einem Bildschirmgerät mit oder ohne Rechneinheit, die mit einer Tastatur und/oder anderen Eingabemitteln und/oder einer die Mensch-Maschine-Schnittstelle bestimmenden Software ausgestattet sein kann, sowie wahlweisem Zubehör, Peripherieelementen und der unmittelbaren Arbeitsumgebung
[ISO 9241-5:1998]

4 Allgemeine Leitsätze

Eine Verbesserung der ergonomischen Eigenschaften bei der Gestaltung der Arbeitsstation, der Ausstattung mit Arbeitsmitteln und der Arbeitsumgebung trägt dazu bei, die Leistungsfähigkeit der Benutzer zu steigern, Fehler und Beeinträchtigungen zu reduzieren und das allgemeine Wohlbefinden zu verbessern.

Die Gestaltung der Arbeitsumwelt sollte eine angemessene Einflussnahme von Einzelpersonen auf ihre Umgebungsbedingungen ermöglichen.

Störungen der relevanten Eigenschaften der Arbeitsmittel durch Umgebungsfaktoren sollten so gering wie möglich gehalten werden. Unerwünschte Einflüsse der Arbeitsmittel auf die Arbeitsumgebung sollten ebenfalls so gering wie möglich gehalten werden.

ANMERKUNG „Störung“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Funktion eines bestimmten Gerätes durch den Einfluss eines bestimmten Umgebungsfaktors beeinträchtigt wird.

Die Eigenschaften der Arbeitsmittel und der Arbeitsumgebung werden im Hinblick auf folgende Aspekte betrachtet:

- natürliche und künstliche Beleuchtung;
- Geräusch und Lärm;
- mechanische Schwingungen;
- elektromagnetische Felder und elektrostatische Aufladung;
- thermische Umgebung;
- Raumnutzung und Arbeitsplatzauslegung.

ANMERKUNG Dieser Teil von ISO 9241 enthält keine Aussagen über potentielle gesundheitliche Auswirkungen im Zusammenhang mit elektromagnetischer Strahlung durch Arbeitsmittel und Arbeitsumgebung.

5 Leitsätze zur natürlichen und künstlichen Beleuchtung

5.1 Allgemeines

Sehaufgaben bei der Arbeit mit den meisten Bildschirmanzeigen unterscheiden sich primär in drei Punkten von den Sehaufgaben bei traditioneller Büroarbeit:

- Das Hauptsehobjekt, die Bildschirmeinheit, ist vertikal orientiert.
- Das Hauptsehobjekt kann zu einem hohen Grad umgebungsabhängig sein (z. B. aufgrund von Reflexionen, Kontrastverlust und Farbinformation durch Umgebungslicht).
- Die angehobene Sehachse erhöht die Bedeutung der Berücksichtigung der Eigenschaften der visuellen Umgebung.

5.2 Grundsätzliche Aspekte

5.2.1 Sehaufgaben

Bezüglich der Art der Büroarbeit, die mit einem Bildschirmgerät durchgeführt wird, sollte eine grundsätzliche Unterscheidung zwischen zwei Sehaufgaben getroffen werden:

- a) Aufnahme von Informationen, die auf der Bildschirmanzeige dargeboten werden (z. B. Lesen von Text, Betrachtung von grafischen Darstellungen, Beobachtung von technischen Abläufen auf dem Bildschirm oder Wahrnehmen und Unterscheiden von Zeichen auf dem Bildschirm);
- b) Aufnahme von Informationen, die auf passiven Medien dargeboten werden (z. B. Lesen von Texten oder Betrachten von grafischen Darstellungen auf Papier oder Wahrnehmen und Unterscheiden von Zeichen auf einer Tastatur).

Diese verschiedenen Sehaufgaben lassen, jede für sich allein betrachtet, erkennen, dass die Beleuchtung unterschiedlichen Benutzeranforderungen genügen sollte. Das Beleuchtungssystem sollte eine hinreichende Flexibilität aufweisen, um den Anforderungen der Benutzer von aktiven und passiven Anzeigen zu genügen.

Eine sachgerecht gestaltete Beleuchtung dient nicht als Ausgleich im Falle einer nicht oder nicht der Sehaufgabe entsprechend ausreichend korrigierten Sehkraft des Benutzers.

5.2.2 Grundlegende Gestaltungsziele

Eine gute Beleuchtung sollte so ausgeführt sein, dass sie ihre vorgesehenen Funktionen erfüllt, und sie sollte zu der Arbeitsumgebung passen. Sachdienliche Maßnahmen beziehen folgendes ein:

- eine günstige Verteilung der Leuchtdichte und der Kontraste im Arbeitsraum;
- die Beleuchtungsstärke in der horizontalen und vertikalen Ebene;
- das Verhältnis zwischen den Beleuchtungsstärken in diesen beiden Ebenen.

Darüber hinaus ist es wichtig zu berücksichtigen, dass

- die Beleuchtung von vielen Arbeitsumgebungen durch eine Kombination von natürlichem und künstlichem Licht erzeugt wird;
- Fenster eine Doppelaufgabe erfüllen, die beides einschließt,
 - die Sichtverbindung nach außen und
 - die Erzeugung eines angemessenen und annehmbaren Helligkeitsniveaus im Innenraum;
- die Güteigenschaften für künstliche Beleuchtung in der Einleitung von ISO 8995:1989 festgelegt sind und die folgenden Ziele der visuellen Ergonomie einschließen:
 - die Wahrnehmung visueller Information, die während des Arbeitsverlaufs gebraucht wird, zu optimieren;
 - einen angemessenen Grad an Leistungsfähigkeit aufrechtzuerhalten;
 - maximale Sicherheit zu gewährleisten;
 - annehmbares visuelles Wohlbefinden zu schaffen;
- die sich ergebende Qualität durch unkontrolliertes Tageslicht beeinflusst werden kann.

In vielen Fällen kann die Aufstellung der Arbeitsstationen und der Arbeitsmittel auf der Basis der Anforderungen von Arbeitsorganisation oder Benutzern geändert werden. Gut gestaltete Beleuchtungssysteme berücksichtigen daher häufige Veränderungen im Hinblick auf Anordnung der Arbeitsstationen, Arbeitsmittel und Arbeitsraumgestaltung.

5.3 Leuchtdichteverteilung im Arbeitsraum

Die Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfeld sollte so gewählt werden, dass

- die Sehbedingungen verbessert werden,
- Blendung vermieden wird,
- die Wahrnehmung relevanter Sehobjekte sichergestellt ist,
- die Modellierung räumlicher Objekte, z. B. von Gesichtern, verbessert wird,
- eine ausgeglichene Leuchtdichteverteilung erreicht wird,
- die visuelle Kommunikation verbessert wird und
- die Sicherheit bei der Arbeit nicht beeinträchtigt wird.

Sowohl im Hinblick auf gute Sehbedingungen als auch aus psycho-physischen Gründen ist ein ausgewogenes Verhältnis der Leuchtdichten im Gesichtsfeld vorteilhaft.

Im Anhang A sind zusammen mit einer Anleitung für die Auswahl von Beleuchtungssystemen weitere Informationen zur Beleuchtung enthalten (siehe A.8).

5.4 Begrenzung der Blendung

Blendung sollte durch geeignete Gestaltung und Einrichtung der Arbeitsmittel und der Arbeitsumgebung vermieden werden.

In diesem Zusammenhang wird unterschieden zwischen

- Direktblendung und
- Reflexblendung.

Unter Direktblendung wird Blendung (siehe ISO 8995) durch Leuchten und andere licht-emittierende Flächen (Lampen, leuchtende Decken, Himmel, Verbauungen wie nahe gelegene Gebäude mit reflektierenden Glasflächen) verstanden. Blendung kann durch zu hohe örtliche oder zeitliche Leuchtdichteunterschiede im Gesichtsfeld verursacht werden. Sie hängt sowohl von großen Raumbegrenzungsflächen ab als auch von Objekten im näheren und weiteren Umfeld. Der Grad der Beeinträchtigung hängt von der sichtbaren Ausdehnung der Störquelle, ihrer Leuchtdichte und Lage im Gesichtsfeld und vom Adaptationszustand des Betrachters ab.

Reflexblendung ist Blendung, die durch reflektiertes Licht verursacht wird (siehe ISO 8995). Sie kann durch gerichtete Reflexionen verursacht werden, die in einem deutlich sichtbaren Bild des Originalobjekts resultieren, aber auch durch gestreute Reflexionen, die hohe Leuchtdichten erzeugen. Reflexblendung kann sowohl die Leistungsfähigkeit als auch das Wohlbefinden beeinflussen. Die Leistungsfähigkeit kann beeinflusst werden, wenn das reflektierte Bild eines Objekts die Sehaufgabe auf dem Bildschirm oder auf anderen Sehobjekten überlagert. Darüber hinaus kann das Kontrastverhältnis von Bildschirmdarstellungen in einem Ausmaß gesenkt werden, dass die Leserlichkeit oder Lesbarkeit beeinträchtigt wird. Das Wohlbefinden kann direkt beeinflusst werden durch die Ungleichmäßigkeit der Leuchtdichte, die durch das reflektierte Bild verursacht wird, oder indirekt durch die Beeinträchtigung visueller Funktionen.

Zur Vermeidung von Reflexblendung sollten Bildschirme mit einer der Aufgabe und der Umgebung angemessenen Behandlung zur Begrenzung von Reflexionen verwendet werden (siehe ISO 9241-7). ISO 9241-7 legt drei Bildschirmklassen fest. Klasse I wird als geeignet betrachtet für den allgemeinen Bürogebrauch, Klasse II hingegen ist für die meisten, aber nicht für alle Büroumgebungen geeignet. Klasse-III-Bildschirme benötigen für den Gebrauch eine besonders ausgelegte Beleuchtungsumgebung. Um annehmbare visuelle Bedingungen zu erreichen, sollte entweder die visuelle Umgebung entsprechend der genutzten Bildschirmkategorie gestaltet werden oder aber die Bildschirmkategorie entsprechend der visuellen Umgebung gewählt werden.

Verfahren zur Blendungsbegrenzung werden in A.3 diskutiert. Aufgrund unterschiedlicher Eigenschaften der Arbeitsmittel und der Arbeitsumgebung kann das geeignete Verfahren für die jeweilige Arbeitsstation unterschiedlich sein.

Die gewählten Verfahren zur Blendungsbegrenzung sollten sicherstellen, dass eine beeinträchtigungsfreie Arbeitshaltung eingehalten werden kann. Das bedeutet, dass das Verfahren zur Blendungsbegrenzung für den Benutzer keine Einschränkungen hinsichtlich der Körperhaltung verursachen sollte. Bezüglich der Fenster sollten geeignete Maßnahmen getroffen sein, um die Blendung durch die Fenster zu begrenzen. Diese Maßnahmen sollten so gewählt sein, dass sie eine Einflussnahme durch den Benutzer und die Beibehaltung des Sichtkontakts nach außen ermöglichen.

Zur Vermeidung oder Begrenzung von Blendung durch Reflexionen können verschiedene Verfahren angewendet werden. Die geeignete Kombination sollte im Hinblick auf die Bedürfnisse des jeweiligen Benutzers und auf die Gegebenheiten der jeweiligen Arbeitsstation gewählt werden (siehe Anhang A). Diese Verfahren können einzeln oder in Kombination miteinander verwendet werden.

Bei Anwendung der Verfahren zur Vermeidung von Reflexblendung sollte daran gedacht werden, dass eine geeignete Anpassung zwischen Bildschirmgerät und Umgebung nicht das Produkt einer einzelnen Maßnahme ist, und dass die in Bild A.2 gezeigten Verfahren unterschiedliche Wege bieten. Unterschiedliche Bildschirmtechniken (z. B. Kathodenstrahlröhren (CRTs) mit gewölbten Oberflächen oder Flachbildschirme) können verschiedene Maßnahmen erfordern, um den gleichen Grad an Sehkomfort zu erreichen. Im Allgemeinen sollten als bevorzugte Lösung Bildschirme mit Positivdarstellung und mit einer geeigneten zusätzlichen Antireflexmaßnahme genutzt werden.

Blendungsbegrenzung bei der künstlichen Beleuchtung (Gestaltung der Leuchten, richtige Anordnung der Leuchten) sollte bereits bei der Planung des Arbeitsraumes berücksichtigt werden. Eine Abschirmung der Blendungsquelle durch bewegliche Trennwände oder ähnliche Techniken ist eine Maßnahme, die angewendet werden sollte, wenn andere beleuchtungsbezogene Maßnahmen unter den gegebenen Umständen nicht anwendbar sind.

Blendungsbegrenzung durch richtige Anordnung des Bildschirms und/oder der Arbeitsstation kann durch Anwendung einer oder mehrerer der in A.3 beschriebenen Möglichkeiten erfolgen.

Werden mehrere Bildschirme genutzt, kann eine Kombination von den in diesem Teil von ISO 9241 beschriebenen Maßnahmen erforderlich werden.

6 Leitsätze zu Schall und Lärm

6.1 Grundsätzliche Aspekte

Die Ausführungen dieses Abschnitts dienen als Anleitung zur schalltechnischen Verbesserung der Arbeitsplätze und Arbeitsräume für Tätigkeiten mit Bildschirmgeräten.

Im Gegensatz zu jenen Schallereignissen, die der Informationsübertragung dienen (z. B. Sprachkommunikation und Warnsignale), wird der Begriff Lärm für Schallereignisse genutzt, die stören, unerwünscht sind oder eine beeinträchtigende Wirkung haben. Unerwünschte Auswirkungen von Lärm können wie folgt eingeteilt werden:

- Beeinträchtigung des Gehörs;
- unerwünschte Reaktionen des zentralen und vegetativen Nervensystems;
- Behinderung bei der sprachlichen und sonstigen Kommunikation;
- Minderung von Leistungsfähigkeit und Wahrnehmungsfunktionen;
- Lästigkeit.

Belästigungen und andere unerwünschte Auswirkungen von Lärm am Arbeitsplatz sollten mit Hilfe des Beurteilungspegels ($L_{A,T}$) (siehe ISO 9612) ermittelt werden. Darüber hinaus sollten bei der Beurteilung von Lärm die Informationshaltigkeit des Geräuschs und die Art der Tätigkeit berücksichtigt werden.

Unerwünschte Auswirkungen von Lärm wie verminderte Leistungsfähigkeit, Lästigkeit und Reaktionen des Nervensystems sind umso wahrscheinlicher, je schwieriger und komplexer die Arbeitsaufgabe ist. Diese Auswirkungen zeigen sich in Form einer Minderung der Leistungsfähigkeit bei Gedächtnisprozessen, wie z. B. beim schnellen Erinnern, beim Aufnehmen und Behalten von Informationen, wenn kontinuierliche Aufmerksamkeit und Konzentration gefordert werden, und bei komplexen Verarbeitungsvorgängen. Informationshaltige Geräusche (einschließlich Sprache, Maschinengeräusche mit einem ausgeprägten Zeitverlauf) können auch bei niedrigen Pegeln die Leistungsfähigkeit beeinträchtigen. Menschliche Sprache als unerwünschtes Geräusch kann sowohl akustische Kommunikation als auch

die mit dem Kurzzeitgedächtnis verbundenen geistigen Fähigkeiten stören. Lärm, vor allem informationshaltiges Geräusch, führt zu Störungen der Aufmerksamkeit und zur Beeinträchtigung der Sprachkommunikation. Dies gilt sowohl für direkte als auch für medien-gestützte Kommunikation.

ANMERKUNG In Büros mit mehreren Arbeitsplätzen ist es nicht erforderlich, von der Arbeitsumgebung alle Geräusche weiter entfernter Schallquellen fernzuhalten, da sich in „zu ruhigen“ Umgebungen sogar Geräusche mit geringem Pegel von Gesprächen und von Arbeitsmitteln aus der näheren Umgebung störend auswirken können.

Gebäudetechnik und Büroarchitektur können auf unterschiedliche Art und Weise Geräusche verursachen. Bei der Gebäudetechnik gibt es Geräusche von der Luftzufuhr durch Gitter und Klappen, vom Luftleitungssystem übertragene Lüftergeräusche und Schallübertragung zwischen Gebäudeteilen über haustechnische Leitungssysteme. Bei der Büroarchitektur gibt es Schalldurchlässigkeit bei Trennwänden und Schallübertragung über die Decke und über leere Bodenflächen.

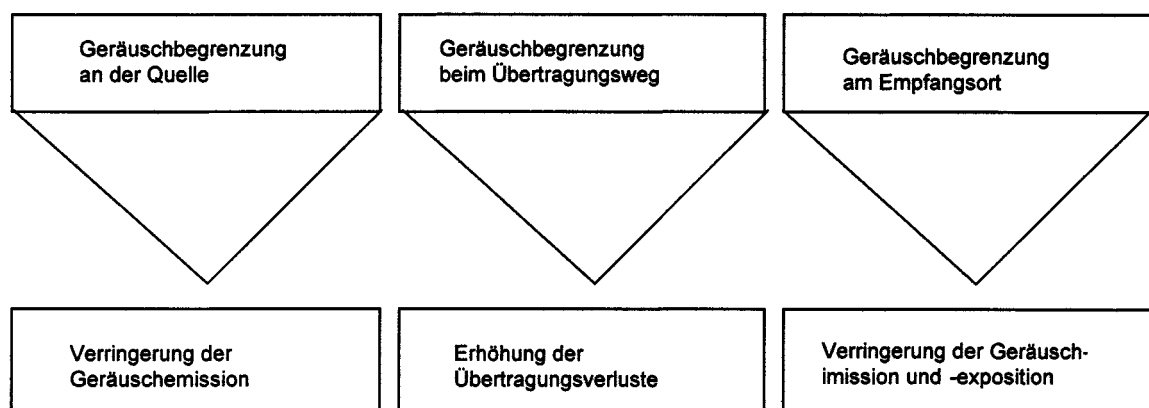
6.2 Verringerung von Auswirkungen von Geräuschen

Um unerwünschte Auswirkungen von Geräuschen zu vermeiden, sollte der Beurteilungspegel (L_{Ar}) am Arbeitsplatz gering genug sein, um die vorgesehenen Arbeitsaufgaben erfüllen zu können. In ISO 11690-1 werden für bestimmte Arbeitsaufgaben Geräuschimmissionswerte am Arbeitsplatz empfohlen (35 dB(A) bis 55 dB(A)), die nicht überschritten werden sollten. Um dies zu erreichen, sollte die Geräuschemission der Arbeitsmittel gering genug sein, um bei der Verrichtung der Arbeitsaufgabe nicht zu stören. Allerdings können in bestimmten Umgebungen diese allgemeinen Maßnahmen möglicherweise nicht anwendbar sein, so z. B. dann, wenn mehrere Personen telefonieren müssen. In diesen Fällen sollten daher Einzeleinflüsse (wie z. B. Geräusche von externen Quellen) ermittelt und in Bezug auf die relevanten Benutzerbedürfnisse geeignete Lärminderungsmaßnahmen überlegt werden (z. B. Verbesserung der verbalen Kommunikation, Verringerung von Störungen durch Mithören und Lästigkeit). Grundsätzliche Aspekte der Lärminderung sind in Bild 1 dargestellt.

Der Zusammenhang zwischen verschiedenen Lärminderungsmaßnahmen und den speziellen Zielen für ihre Einführung wird in Bild B.1 dargestellt.

Bei der Beschaffung bzw. beim Ersatz von Arbeitsmitteln und Gebäudetechnik sollten die in den Gerätebeschreibungen für die Geräuschemission relevanten Daten berücksichtigt werden. Darüber hinaus sollten die Arbeitsräume schalltechnisch so gestaltet sein, dass der Beurteilungspegel für die vorgesehene Arbeitsaufgabe geeignet ist. Die Wahl geeigneter Maßnahmen hängt von der zu erledigenden Arbeitsaufgabe und von den Kenngrößen der Geräusche ab. Strategien und Maßnahmen zur Lärminderung werden in ISO 11690-1 und ISO 11690-2 beschrieben.

Weitere Maßnahmen, einschließlich der Verfahren zur Messung und Bewertung von Schall und Geräusch, werden im Anhang B erörtert.



ANMERKUNG Nach Bild 1 von ISO 11690-2:1996.

Bild 1 – Grundsätzliche Aspekte zur Lärmbegrenzung

7 Leitsätze zu mechanischen Schwingungen

7.1 Grundsätzliche Aspekte

Mechanische Schwingungen (definiert in ISO 2041) sind periodisch auftretende kinematische Änderungen bei physikalischen Objekten. Sie können den Benutzer sowie die Funktion von Arbeitsmitteln oder von Teilen davon beeinflussen bzw. beeinträchtigen. Diese Auswirkungen sind im großen und ganzen gut erforscht worden (siehe Anhang C).

Beispiele für Schwingungsquellen in der Büroarbeitsumgebung sind raumluftechnische Anlagen, mechanische Drucker und die Nähe der Arbeitsstation zu Fertigungsbereichen, die mechanische Schwingungen hervorrufen können.

7.2 Minderung von Wirkungen mechanischer Schwingungen

7.2.1 Allgemeines

7.2.1.1 Wirkungen

Dieser Abschnitt gibt Hinweise für die Minderung von Schwingungen am Arbeitsplatz und in Arbeitsräumen. Mechanische Schwingungen bestimmter Intensität, die auf die Benutzer oder ihre Arbeitsmittel einwirken, können die Gesundheit und die Sicherheit bei der Arbeit nachteilig beeinflussen. Zudem können sie das Wohlbefinden der Benutzer und ihre Wahrnehmung der dargestellten Information sowie die Benutzung von Stellteilen, z. B. von Tastaturen, beeinträchtigen. Diese Beeinträchtigung kann folgende Form annehmen:

- a) Wirkung auf den Benutzer;
- b) Auswirkung auf die Ablesbarkeit von optischen Geräten;
- c) Auswirkung auf die Benutzung von Bedienelementen.

7.2.1.2 Wirkungen mechanischer Schwingungen auf den Benutzer

Bei Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Körper des Benutzers (z. B. Füße, Gesäß, Hände, Kopf) kann je nach ermittelter Schwingungsstärke eine Belästigung, Arbeitsbehinderung, Leistungsminderung und Gesundheitsschädigung eintreten (siehe hierzu ISO 2631, ISO 5349). Für die Wahrnehmung von optischen Anzeigen sind im Allgemeinen Schwingungen im Bereich von 2 Hz und im Resonanzbereich des Augapfels (16 Hz bis 32 Hz) bedeutsam. Bestimmte Formen von Schwingungen resultieren in einer Abnahme der Sehschärfe von bis 20 %. Bei einer Schwingungsbelastung in der vertikalen oder seitlichen Achse des Körpers können erheblich längere Wahrnehmungszeiten (bis 50fach) erwartet werden

7.2.1.3 Wirkungen mechanischer Schwingungen auf die Leserlichkeit von optischen Arbeitsmitteln

Die Wirkung von Schwingungen auf zeitlich konstante Anzeigen (z. B. gedruckte Zeichen) beeinträchtigt die Wahrnehmung anders als bei zeitlich veränderlichen Anzeigen (z. B. Kathodenstrahlröhren). Im Allgemeinen leiden die Leserlichkeit und die Sichtbarkeit von zeitlich konstanten Anzeigen weniger stark durch Schwingungen als die von zeitlich veränderlichen Anzeigen. Zeilenorientierte Texte sind verlustgefährdeter als Graustufenbilder auf dem gleichen Gerät (siehe Çakir und Çakir, 1988 [21]). Der Einfluss von Schwingungen auf die Leserlichkeit hängt auch von den Geräteeigenschaften der Bildschirmeinheit ab (z. B. von der Bildelementfolgefrequenz). Werden Körper und optische Anzeigen gleichzeitig Schwingungen ausgesetzt, können sich die Wirkungen verstärken.

7.2.1.4 Wirkungen mechanischer Schwingungen auf die Benutzung von Bedienelementen

Die Wirkung mechanischer Schwingungen auf Bedien- und Eingabegeräte (z. B. Tastatur, Maus) kann zu einer Minderung der Leistung führen (Geschwindigkeit und Genauigkeit).

7.2.2 Vermeidung von Schwingungsbelastungen

Die Entstehung und Ausbreitung mechanischer Schwingungen sollten, wenn möglich, völlig vermieden oder bereits an der Quelle gemindert werden. Die Auswahl schwingungsarmer Arbeitsmittel und Arbeitsverfahren ist hierzu das beste Mittel. Zur weiteren Schwingungsminderung an der Erregerstelle und bei den Übertragungswegen gibt es eine Reihe von Maßnahmen. Diese sollten auf das Einzelerfordernis abgestimmt werden. Werden schwingungsmindernde Systeme nicht richtig aufeinander abgestimmt, kann sich eine Schwingungsverstärkung ergeben.

ANMERKUNG Zur grundsätzlichen Information zur Schwingungsminderung wird auf ISO 2017 und ISO 10846 und auch EN 1299 verwiesen. (Beispiele sind in VDI 2062 Blatt 2 und VDI 3831 enthalten.)

Wenn die Schwingung an der Erregerstelle nicht genügend gemindert werden kann, sollten schwingungsmindernde Maßnahmen bei den Übertragungswegen getroffen werden. Wo erforderlich, sollten betroffene Gegenstände am Arbeitsplatz oder sogar ganze Arbeitsbereiche von den Schwingungserregern entkoppelt werden. Hierauf sollte bereits bei der Planung und Einrichtung von Arbeitsplätzen geachtet werden, da die erforderlichen Maßnahmen zu diesem Zeitpunkt am wirkungsvollsten und wirtschaftlichsten ausgeführt werden können.

Bei Arbeitsumgebungen, in denen Schwingungsbelastungen nicht vollständig vermieden werden können, sollten geeignete Maßnahmen getroffen werden, um sicherzustellen, dass die Leserlichkeit von Anzeigen und die Benutzbarkeit von Bedienelementen, wie z. B. von Stellteilen, nicht beeinträchtigt werden.

8 Leitsätze zu elektromagnetischen Feldern und statischen Aufladungen

8.1 Grundsätzliche Aspekte

In diesem Abschnitt werden mögliche Einflüsse von statischen elektrischen und magnetischen Feldern, magnetischen Wechselfeldern im ELF-Bereich (besonders niedrige Frequenzen) und elektromagnetischen Wechselfeldern auf die Bildqualität von visuellen Anzeigen, insbesondere auf die von Kathodenstrahlanzeigen erörtert, z. B.:

- Statische (terrestrische) Magnetfelder beeinflussen die Gleichförmigkeit der Anzeigen von Kathodenstrahlröhren;
- Statische magnetische Felder allen Ursprungs beeinflussen die Konvergenz von mehrfarbigen Anzeigen von Kathodenstrahlröhren;
- Magnetische Wechselfelder im ELF-Bereich von Stromversorgungsleitungen oder sonstigen nahen Quellen einschließlich benachbarter Bildschirmgeräte können ein Zittern der Bilde hervorrufen (zur maximalen örtlichen Instabilität siehe 5.24 von ISO 9241-3:1992).

In diesem Teil von ISO 9241 werden nur einige Wirkungen von elektrischen und magnetischen Feldern behandelt, die einen Einfluss auf die Informationsaufnahme von Bildschirmen ausüben können (z. B. Zittern (jitter)).

Elektrische und magnetische Felder können die Qualität von optischen Anzeigen und die Übertragung von Signalen von Teilen der Arbeitsmittel beeinträchtigen.

Der Einfluss von elektromagnetischen Wechselfeldern auf die optischen Anzeigen kann sich als Bildverzerrung (Moiré-Effekt) bzw. als Zittern (jitter) bemerkbar machen.

Statische Aufladungen, die vom Bildschirm herrühren, können die Leserlichkeit der Anzeige durch Staubansammlung reduzieren. Statische Entladungen durch Reibung an Teppichen, Kleidung oder Möbelstoffen können zu Beeinträchtigungen und zu Störungen bei den Arbeitsmitteln führen (besonders im Winter, wenn die Luftfeuchte gering ist).

Potentielle Emissionsquellen sollten zwar bereits auf die geringstmöglichen Emissionswerte, die von Produkt- und Umgebungs-Sicherheitsnormen berücksichtigt werden, hin ausgelegt werden, trotzdem ist es wichtig, auch mögliche kumulative Wirkungen infolge eines Zusammenwirkens mehrerer potentieller lokaler Emissionsquellen zu berücksichtigen. Derartige lokale Emissionsquellen (z. B. Emissionen von Energieübertragungsleitungen, Bahn- oder Straßenbahnlinien in der Nähe von Bürogebäuden, interne Emissionen von Maschinen, Stromversorgungen) und ihre gegenseitigen Wechselwirkungen können nicht völlig von den Entwicklern eines Bildschirmgerätes vorausgesehen werden. Die Auswirkungen derartiger Quellen sollten daher erforderlichenfalls in der jeweiligen Umgebung untersucht werden.

8.2 Vermeiden ungünstiger Einflüsse aus der Umgebung

Die Qualität der optischen Anzeige sollte nicht unzulässig durch die Einflüsse externer elektrischer und magnetischer Felder beeinträchtigt werden. Als unzulässige Beeinträchtigung kann das Überschreiten der in ISO 9241-3 festgelegten Maximalwerte für ortsabhängige Verzerrungen der Zeichengestalt, zeitabhängige Schwankungen des Zeichenortes und zeit- bzw. ortsabhängige Verzeichnungen sowie Farbverzeichnungen verstanden werden.

Unzulässige Beeinträchtigungen können entweder durch andere Arbeitsmittel am Arbeitsplatz oder durch externe Felder mit Ursprung außerhalb des Arbeitsplatzes verursacht werden. Um mögliche Beeinträchtigungen der erstgenannten Art zu vermeiden, sollte der Installations- und Aufstellanleitung des Herstellers gefolgt werden. Bildverzerrungen durch störende externe Quellen kann man auf zwei Arten begegnen:

- Abschirmen, Abtrennen, Ändern, Umsetzen oder Beseitigen der Störquelle;
- Abschirmen oder Abtrennen des gestörten Geräts.

Aufgrund der Kombinationsvielfalt von Eigenschaften der Arbeitsmittel (Abschirmung, andere Einrichtungen im Raum) und der Eigenschaften der Störfelder (Feldstärkevektoren, Frequenzen, Homogenität der Felder u. ä.) können geeignete Maßnahmen nicht unmittelbar angegeben werden.

Die folgenden Maßnahmen können die Einflüsse von externen statischen und dynamischen elektrischen Feldern vermeiden bzw. mindern:

- Physikalisches Abschirmen der Störquelle;
- Physisches Abtrennen, Umsetzen oder Neu-Ausrichten der Quelle;
- Abschirmen oder Anpassen des beeinflussten Bildschirms.

Die Unempfindlichkeit von Bildschirmeinheiten gegenüber externen magnetischen Wechselfeldern ist bei den verschiedenen Bildschirmtechniken unterschiedlich. CRT-Anzeigen sind, abhängig von ihrer technischen Ausführung, unterschiedlich stark unempfindlich. Die meisten CRT-Anzeigen erfüllen ISO 9241-3 in Magnetfeldern mit bis 0,02 A/m. In vielen Bürobereichen können die magnetischen Felder diesen Wert übersteigen und daher Zitter-(jitter-)Probleme verursachen. Wo derartige Probleme festgestellt werden, kann eine andere Ausrichtung des betroffenen Bildschirms ausreichend sein, das Problem zu behandeln.

Weist ein bestimmter Bildschirm unerwünschte Wechselwirkungen mit einer vorhandenen Arbeitsumgebung auf, sollte geprüft werden, ob folgende technische Maßnahmen beim Gestaltungsprozess des betrachteten Bildschirms getroffen worden sind:

a) dynamisch:

- Schaltungstechnische Maßnahmen oder metallische Abschirmungen der Gehäuse (z. B. Bedampfen der Gehäuseinnenseiten, Beschichten mit Leitlacken und einwandfreie Kontaktierung);
- Abschirmen der Ablenkspulen durch hochpermeable Materialien;
- Felddämpfung durch entgegengerichtete Wirbelstrominduktion.

Standardisierte EMV-Prüfanforderungen (siehe IEC 61000-4-8) legen Prüf- und Messtechniken für externe magnetische Wechselfelder fest.

b) statisch:

- Nutzung von Geräten, die entsprechend IEC 61000-4-2 robust gegen elektrostatische Entladungen sind;
ANMERKUNG Eventuell müssen andere EMV-Anforderungen berücksichtigt werden.
- Entmagnetisierung des Bildschirms;
- antistatische Behandlung der Bildschirmoberfläche.

Bei Problemen mit bereits vorhandenen Geräten können die folgenden Umgebungsmaßnahmen hilfreich sein:

- antistatische Raumausstattung (Bodenbelag, Möblierung);
- Erhöhen der Luftfeuchte (siehe 9.2.5).

9 Leitsätze zur thermischen Umgebung

9.1 Grundsätzliche Aspekte

Die thermischen Bedingungen an den Arbeitsstationen beeinflussen direkt das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit der Benutzer. Die Einführung von Bildschirmgeräten in den Arbeitsbereich führt zu zusätzlicher Wärmebelastung und zu Veränderungen der Luftbewegungen. Der Zweck von 9.2 ist, die

relevanten thermischen Einflussgrößen zu beschreiben und anzugeben, wie diese Einflussgrößen an die menschlichen Erfordernisse anzupassen sind, um eine akzeptable thermische Umgebung zu schaffen, die möglichen nachteiligen Auswirkungen auf das Wohlbefinden und die Gesundheit vorbeugen. (Siehe Anhang D.)

Die relevanten Einflussgrößen, die sich auf die Beschäftigten im Arbeitsbereich auswirken, sind folgende:

- Persönliche Einflussgrößen:
 - Isolationswert der Bekleidung;
 - Aktivitätsgrad.
- Umgebungsgrößen:
 - Raumlufttemperatur;
 - mittlere Strahlungstemperatur;
 - Raumluftgeschwindigkeit;
 - Luftfeuchte.

Thermische Behaglichkeit kann gemindert werden durch

- unerwünschte örtliche Kühlung;
- Erwärmung des Körpers aufgrund von ungleichmäßig einwirkender Strahlung von kalten und heißen Oberflächen;
- Luftzug (Raumluftgeschwindigkeit);
- eine zu hohe vertikale Temperaturdifferenz zwischen Kopf und Füßen und
- zu hohe oder zu geringe Fußbodentemperaturen.

Örtliche Wärmestaus durch Wärmestrahlung oder Warmluft, ob von Quellen in den Arbeitsmitteln oder durch klimatische Wirkungen (z. B. Einfall von Sonnenlicht), sollten durch geeignete Regelung der thermischen Verhältnisse, verbunden mit einer sorgfältigen Verteilung der Wärmelast durch Arbeitsmittel und andere elektrische Wärmequellen im Arbeitsbereich, vermieden werden.

In ISO 7730 wird ein Modell dargestellt, das die Beziehung zwischen den relevanten Einflussgrößen für thermische Behaglichkeit beschreibt und das eine Größe für den kombinierten Einfluss dieser Einflussgrößen auf die allgemeine thermische Empfindung angibt (PMV-Index, PPD-Index). Ausführliche Informationen über Aktivitätsgrade sind in ISO 8996 zu finden. Für den Isolationswert von Bekleidung sind ausführliche Informationen in ISO 9920 enthalten.

9.2 Relevante Einflussgrößen für thermische Behaglichkeit

9.2.1 Aktivität und Kleidung

Aufgrund individueller Unterschiede ist es nicht möglich, eine thermische Umgebung so zu gestalten, dass sie jeden zufrieden stellt, auch wenn alle Personen die gleiche Kleidung tragen und die gleiche Tätigkeit ausüben. Es ist daher wichtig, dass der Einzelne durch Änderung einiger thermischer Umgebungsparameter oder persönlicher Parameter einen gewissen Einfluss auf seinen Wärmehaushalt nehmen kann.

9.2.2 Temperaturen

Die annehmbare operative Temperatur, d. h. diejenige Einflussgröße, die zur Beschreibung des gemeinsamen Einflusses der Lufttemperatur, der Luftgeschwindigkeit und der mittleren Strahlungstemperatur genutzt wird, hängt hauptsächlich vom Aktivitätsgrad und der Bekleidung der Person ab. Darüber hinaus hängt die thermische Behaglichkeit von der Asymmetrie der Strahlungstemperatur ab, d. h. von dem Unterschied der Strahlungstemperaturen der Umgebungsflächen.

An Bildschirmarbeitsstationen in Bürobereichen kann angenommen werden, dass die operative Temperatur der einfache Mittelwert aus der Raumlufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur an einem bestimmten Punkt ist. In Gebäuden mit gut isolierten Fenstern und Wänden können die Raumlufttemperatur und die mittlere Strahlungstemperatur als gleich angenommen werden, wenn keine örtlichen Wärmequellen durch Arbeitsmittel und Beleuchtung vorhanden sind.

Eine inakzeptable Asymmetrie der Strahlungstemperatur kann durch kalte bzw. warme senkrechte Flächen (z. B. schlecht isolierte Fenster im Winter, direkte Sonnenstrahlung durch Fenster im Sommer) oder warme bzw. kalte horizontale Flächen (z. B. geheizte oder gekühlte Decken) verursacht werden. Menschen sind besonders empfindlich gegenüber warmen Decken und kalten senkrechten Flächen. In Gebäuden mit kleinen oder gut isolierten Fenstern und gut isolierten Wänden stellt die Asymmetrie der Strahlungstemperatur üblicherweise kein Problem dar.

In Arbeitsräumen mit Bildschirmgeräten können vertikale Temperaturdifferenzen aus einem oder mehreren der folgenden Gründe zu groß werden:

- ungleichmäßige vertikale Raumlufthtemperaturverteilung, verursacht durch Heizungs-, Kühl- oder Belüftungssysteme;
- ungleichmäßige vertikale Raumlufthtemperaturverteilung, verursacht durch Wärmeabgabe der Arbeitsmittel;
- Fließen von Kaltluft entlang kalter Flächen in Richtung Fußboden.

9.2.3 Raumlufthgeschwindigkeit

Die Raumlufthgeschwindigkeit beeinflusst die allgemeine thermische Empfindung. In den meisten Fällen kann sie auch eine Luftzugempfindung verursachen. Die Luftzugempfindung wird sowohl durch die mittlere Raumlufthgeschwindigkeit als auch durch die Schwankungen der Raumlufthgeschwindigkeit (Turbulenz) und der Raumlufthtemperatur beeinflusst. Raumlufthgeschwindigkeit kann entstehen durch Klimaanlageanlagen oder Belüftungssysteme und durch kalte Flächen (Luftfluss in Richtung Fußboden).

Bei der Ausführung von Klimaanlageanlagen oder Belüftungssystemen sollte erforderlichenfalls berücksichtigt werden, dass Menschen, die in üblicher Kleidung arbeiten, gegenüber Luftzug im Bereich der Knöchel und des Nackens besonders empfindlich sind.

9.2.4 Temperatur der Fußbodenflächen

Fußbodentemperaturen, die von der Raumlufthtemperatur abweichen (zu hoch oder zu niedrig), können thermische Unbehaglichkeit hervorrufen, besonders dann, wenn direkter Kontakt möglich ist. Die Fußbodentemperatur ist jedoch von geringer Bedeutung, wenn die Benutzer der Bildschirmarbeitsstationen Schuhwerk tragen.

9.2.5 Raumlufthfeuchte

Thermische Unbehaglichkeit wird auch beeinflusst durch die Raumlufthfeuchte, wobei der Wirkung einer erhöhten Luftfeuchte die einer höheren operativen Temperatur entspricht. Für im Sitzen ausgeübte Tätigkeiten ist der Einfluss der Luftfeuchte bei Temperaturen im gemäßigten Bereich (d. h. 20 °C bis 26 °C) jedoch ziemlich gering. So entspricht ein Anstieg von 10 % relative Luftfeuchte weniger als 0,3 K bei der operativen Temperatur.

Ist die Luftfeuchte zu gering, besteht die Gefahr trockener Schleimhäute. Darüber hinaus können Personen mit Kontaktlinsen Augenbeschwerden bekommen.

Aus Gründen der Raumlufthqualität kann es erforderlich werden, die Luftfeuchte zu begrenzen: Ist die Luftfeuchte zu hoch, besteht die Gefahr der Kondensation an kalten Flächen und der Schimmelbildung.

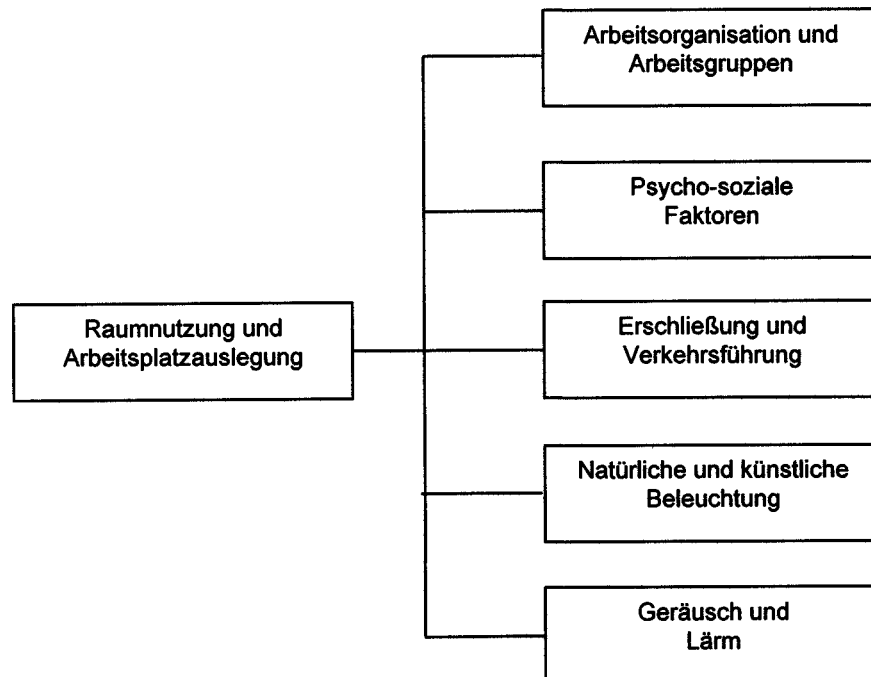
10 Leitsätze zur Raumnutzung und Arbeitsplatzauslegung

Die Abschnitte 5, 6, 7, 8 und 9 von diesem Teil der ISO 9241 befassen sich jeweils mit einem Hauptaspekt der Umgebungsanforderungen als Teil ergonomischer Anforderungen der Büroarbeit mit Bildschirmgeräten. Raumnutzung und Arbeitsplatzauslegung haben einen wichtigen Einfluss auf die gute Ausführung von jedem dieser Aspekte. So hängt zum Beispiel die Beherrschung von Geräusch und Lärm von einer geeigneten Verteilung potentieller Geräuschquellen unter Berücksichtigung der für die jeweilige Arbeitsaufgabe und jeweils vorgesehene Benutzerpopulation erforderlichen akustischen Umgebungsbedingungen ab, unabhängig davon, ob die Geräuschquellen Menschen sind oder Büro- und Gebäudesysteme bzw. Arbeitsmittel. Ähnlich hängt die Qualität der natürlichen und künstlichen Beleuchtung davon ab, wie Arbeitsstationen und die dazugehörigen Bildschirmgeräte im Hinblick auf mögliche Blendung durch Tageslicht angeordnet werden können.

Zudem sind Probleme am Arbeitsplatz häufig vielschichtig. So verlangen sie da, wo mehrere Aspekte und ihre möglichen Wechselwirkungen betrachtet werden, eher ganzheitliche Lösungen als Teillösungen für einzelne Aspekte (z. B. Wahl des Aufstellortes von Arbeitsstationen im Hinblick auf Blendungs-

begrenzung auf Bildschirmen als einziger Aspekt). Für spezielle Bürosituationen sollte man sich gleichzeitig mit den Aspekten der Abschnitte 5, 6, 7, 8 und 9 zur Umgebung befassen, um eine ganzheitliche Lösung mit annehmbaren Kompromissen zwischen den unterschiedlichen Aspekten zu entwickeln.

Die Maßnahmen, die an einzelnen Arbeitsstationen oder in Arbeitsbereichen zu treffen sind, sollten kombiniert werden, um Grundziele ergonomisch gestalteter Arbeitssysteme zu erreichen, wie sie in ISO 6385 beschrieben sind. Hauptkategorien der Kriterien, die berücksichtigt werden sollten, sind in Bild 2 dargestellt. Raumnutzung und Arbeitsplatzauslegungen sollten alle Kriterien in Bild 2 berücksichtigen.



**Bild 2 – Raumnutzung und Arbeitsplatzauslegung;
Hauptkategorien der Kriterien**

Anhang A (informativ)

Beleuchtung

A.1 Beleuchtungsstärke

Die Beleuchtungsstärke stellt eine physikalische Größe dar, die Dichte des Lichtstroms, der auf eine Fläche auftrifft. Sie ist definiert als der Quotient aus dem auf eine Fläche auftreffenden Lichtstrom und der Größe dieser Fläche (Definition siehe 3.11).

Die in einer Arbeitsumgebung geforderte Beleuchtungsstärke kann durch Tageslicht oder durch künstliches Licht erbracht werden. Sofern nicht eine andere Bezugsebene festgelegt ist, in der sich die wesentlichen Sehobjekte befinden, bezieht sich im allgemeinen Normungsgebrauch die Beleuchtungsstärke auf die horizontale Arbeitsebene. In Regelwerken werden typische Bereiche für die Beleuchtungsstärke in Abhängigkeit von einer bestimmten Arbeitsaufgabe, Tätigkeit oder Raumzone angegeben (siehe CIE-Publikation 29.2 und informativer Anhang B von ISO 8995:1989).

Neben der Horizontalbeleuchtungsstärke sollte der Vertikalbeleuchtungsstärke besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, insbesondere dann, wenn die Betonung von Körperlichkeit von Bedeutung

ist. Im Allgemeinen kann durch einen hohen Anteil der Vertikalbeleuchtungsstärke die Betonung von Körperlichkeit verbessert werden. Dadurch kann der Zeichen-Hintergrund-Kontrast C auf dem Bildschirm verringert werden.

ANMERKUNG Neben der Zeichengröße ist das Kontrastverhältnis C der wichtigste visuelle Faktor für gute Leserlichkeit. Die Erfahrung zeigt, dass der Zeichen-Hintergrund-Kontrast auf dem Bildschirm nicht unter einen Mindestwert von 1:3 bzw. 3:1 fallen sollte (siehe ISO 9241-3).

A.2 Ausgewogene Leuchtdichtevertellung

Besondere Aufmerksamkeit sollte der ausgewogenen Leuchtdichtevertellung an Arbeitsplätzen mit Bildschirmgeräten gewidmet werden, vor allem bei Negativdarstellung. Der Grund hierfür ist, dass wegen der Anordnung der Bildschirme die Blickrichtung weniger stark nach unten gerichtet ist als bei konventionellen Büroarbeitsplätzen. Große Leuchtdichteunterschiede im Gesichtsfeld haben eine störende Auswirkung, so z. B. bei Unterschieden zwischen

- Leuchten und Decke,
- Decke und Wänden/Fenstern,
- Bildschirm und Einrichtungsgegenständen,
- Bildschirm und Fenster und
- bei externen Ursachen (z. B. dunkle Gebäude gegen einen hellen Himmel, Schnee).

A.3 Begrenzung der Blendung

A.3.1 Direkte Blendung durch Tageslicht

Direktblendung durch Tageslicht kann typischerweise durch direkten Blick auf die Sonne oder auf Wolken oder auf deren Reflexionen auf benachbarten Gebäuden verursacht werden. Gegen Blendung durch die Sonne oder durch sonnenbeschienene Flächen sollte erforderlichenfalls ein Schutz vorgesehen werden. Hierzu geeignet sind z. B. bewegliche Vorrichtungen wie Vorhänge, Rollos, Jalousien, Vertikaljalousien und Markisen oder aber Tageslichtlenksysteme.

Oberlichter sollten so abgeschirmt werden, dass sie keine störenden Blendungen am Arbeitsplatz hervorrufen.

Eine Behandlung der Fenster zur Blendungsbegrenzung sollte weder das Farbklima noch das Erscheinungsbild der Außenwelt beeinflussen.

Blendschutzvorrichtungen wie Vorhänge, Rollos, Jalousien usw. sollten von den betroffenen Personen geregelt werden können. Die Leuchtdichte von Vorhängen oder anderen vertikal angeordneten Vorrichtungen kann bei direkter Sonneneinwirkung höher werden als die der hellsten Lampen, die für den Bürobereich genutzt werden. Dadurch können sie während bestimmter Tagesabschnitte mehr Blendung verursachen als die künstliche Beleuchtung. Der Transmissionsgrad dieser Vorrichtungen sollte daher so gering sein, dass ausreichender Schutz gegen Blendung vorhanden ist und keine Störungen durch Direkt- oder Reflexblendungen verursacht werden (üblicherweise weniger als 0,3). Kann die Vorrichtung oder Teile davon sichtbare Reflexionen auf der Anzeige verursachen, sollte die Leuchtdichte der Vorrichtung vom Innenraum her gesehen gleich hoch sein wie die der Raumbegrenzungsflächen.

Die Einrichtung einer Abschirmung verringert sowohl die Verfügbarkeit von Tageslicht als auch dessen Verteilung im Raum.

Die Aufstellung von Arbeitsplätzen mit ständiger Blickrichtung zu Flächen mit hoher Leuchtdichte (Himmelsausschnitt, Verbauung) sollte vermieden werden.

ANMERKUNG Wenn Blendschutzmaßnahmen auf der Innenseite des Fensters gewählt werden, sollte die Wärmebilanz im Raum beachtet werden.

A.3.2 Direktblendung durch künstliche Beleuchtung

Direktblendung durch künstliche Beleuchtung kann durch Leuchten oder angestrahlte Raumflächen mit hoher Leuchtdichte verursacht werden. Entscheidende Faktoren für die Blendwirkung sind ihre Leuchtdichte, die Leuchtdichte der unmittelbaren Umgebung, ihre Positionierung im Gesichtsfeld, ihre räumliche Ausdehnung und der Adaptationszustand.



Bild A.1 – Situation, bei der besondere Maßnahmen gegen Direktblendung benötigt werden

Für Leuchten mit nach unten gerichtetem Licht sollten erforderlichenfalls blendungsbegrenzende Maßnahmen getroffen werden.

ANMERKUNG Die in den verschiedenen Ländern verwendeten Verfahren zur Blendungsbegrenzung werden in nationalen Normen beschrieben.

Für Blickrichtungen, die von der Horizontalen nach oben abweichen (z. B. bei Banken in Kundendienstbereichen), sollten zusätzliche Vorkehrungen zur weiteren Verringerung von Blendung getroffen werden (siehe Bild A.1).

Leuchten für individuelle Arbeitsbeleuchtung sollten keine Blendung an der eigenen Arbeitsstation oder an benachbarten Arbeitsstationen verursachen.

A.3.3 Reflexblendung

A.3.3.1 Allgemeine ergonomische Überlegungen

Aus ergonomischen Gründen sollte das Gesamtsystem aus Beleuchtung, Arbeitsplatz und Bildschirmereinheit verbessert werden. Das Ziel sollte in einer Verminderung der Reflexblendung

- a) auf dem Bildschirm und
 - b) auf den anderen Arbeitsmitteln
- bestehen.

Reflexblendung kann in vertikalen, horizontalen und dazwischen liegenden Ebenen auftreten. Sie kann die visuelle Informationsaufnahme und/oder das Befinden beeinträchtigen. Störende Blendung durch Reflexionen auf Arbeitsflächen und Arbeitsmitteln (z. B. auf Bildschirmen, gedruckten Vorlagen, Tastaturen) sollte durch geeignete Ausführung und Anordnung der Arbeitsmittel und der Beleuchtung vermieden werden (siehe Bild A.2).

Bei der Wahl einer geeigneten Maßnahme ist es erforderlich, sicherzustellen, dass die Ausrichtung der Arbeitsmittel leicht den Anforderungen der Arbeitsaufgabe entsprechend geändert werden kann, und

dass der Sichtkontakt nach außen so wenig wie möglich gestört wird. (Dies ist nicht der Fall, wenn zur Vermeidung von störender Blendung die Vorhänge den ganzen Tag über genutzt werden müssen.) Darüber hinaus sollte den Benutzern bei der Organisation ihrer Arbeitsplätze und der Anordnung aller visuellen Darstellungen, die sie für ihre Arbeitsaufgaben benötigen (verschiedene elektronische oder gedruckte visuelle Darstellungen oder andere Arbeitsmittel), so viel Freiheit wie möglich eingeräumt werden, ohne dass sie durch Reflexblendung eingeschränkt werden.

A.3.3.2 Auswahl geeigneter Maßnahmen

Die Tischoberflächen und die Oberflächen der Arbeitsmittel, einschließlich der von Belegen, sollten so matt wie möglich gehalten werden. Um Reflexblendung auf Arbeitsmitteln zu begrenzen, deren Glanzgrad nicht bzw. begrenzt beeinflussbar ist, kann es erforderlich sein, eine oder mehrere der folgenden Maßnahmen zu treffen (siehe Bild A.2):

- Änderung der Lichteinfallrichtung durch geeignete Ausrichtung und Aufstellung der Arbeitsmittel an den Arbeitsstationen oder durch geeignete Anordnung der Leuchten;
- Einsatz geeigneter Leuchten;
- Änderung der Ausrichtung der Arbeitsstation;
- Änderung des Verhältnisses von Vertikalbeleuchtungsstärke zu Horizontalbeleuchtungsstärke.

Bei der Wahl einer geeigneten Maßnahme sind drei Klassen von Informationsmitteln zu unterscheiden:

- Bildschirme und sonstige optische Anzeigen mit vertikaler oder nahezu vertikaler Ausrichtung,
- Bildschirme und sonstige optische Anzeigen mit horizontaler oder nahezu horizontaler Ausrichtung,
- Arbeitsmittel mit mehrdimensional gekrümmten Oberflächen bzw. Oberflächenelementen (Tastenköpfe, Konfigurationen aus mehreren Bildschirmen u. ä.).

A.3.3.3 Berücksichtigung der Bildschirmklassen

In Teil 7 von ISO 9241 werden drei Kategorien von Bildschirmen eingeführt, basierend auf den jeweils für ihre Benutzung geeigneten Beleuchtungsbedingungen. Um annehmbare Sehbedingungen zu erreichen, sollte entweder

- a) das visuelle Umfeld entsprechend der Kategorie des benutzten Bildschirms gestaltet sein oder
- b) die Bildschirmkategorie im Hinblick auf das visuelle Umfeld gewählt werden.

ANMERKUNG Befinden sich in einem Bereich nur relativ wenige Bildschirme der Klasse III, ist es wahrscheinlich effizienter, die Bildschirme sorgfältig aufzustellen oder die Umgebung um sie herum zu ändern, als den gesamten Raum nach ihren Bedürfnissen zu beleuchten.

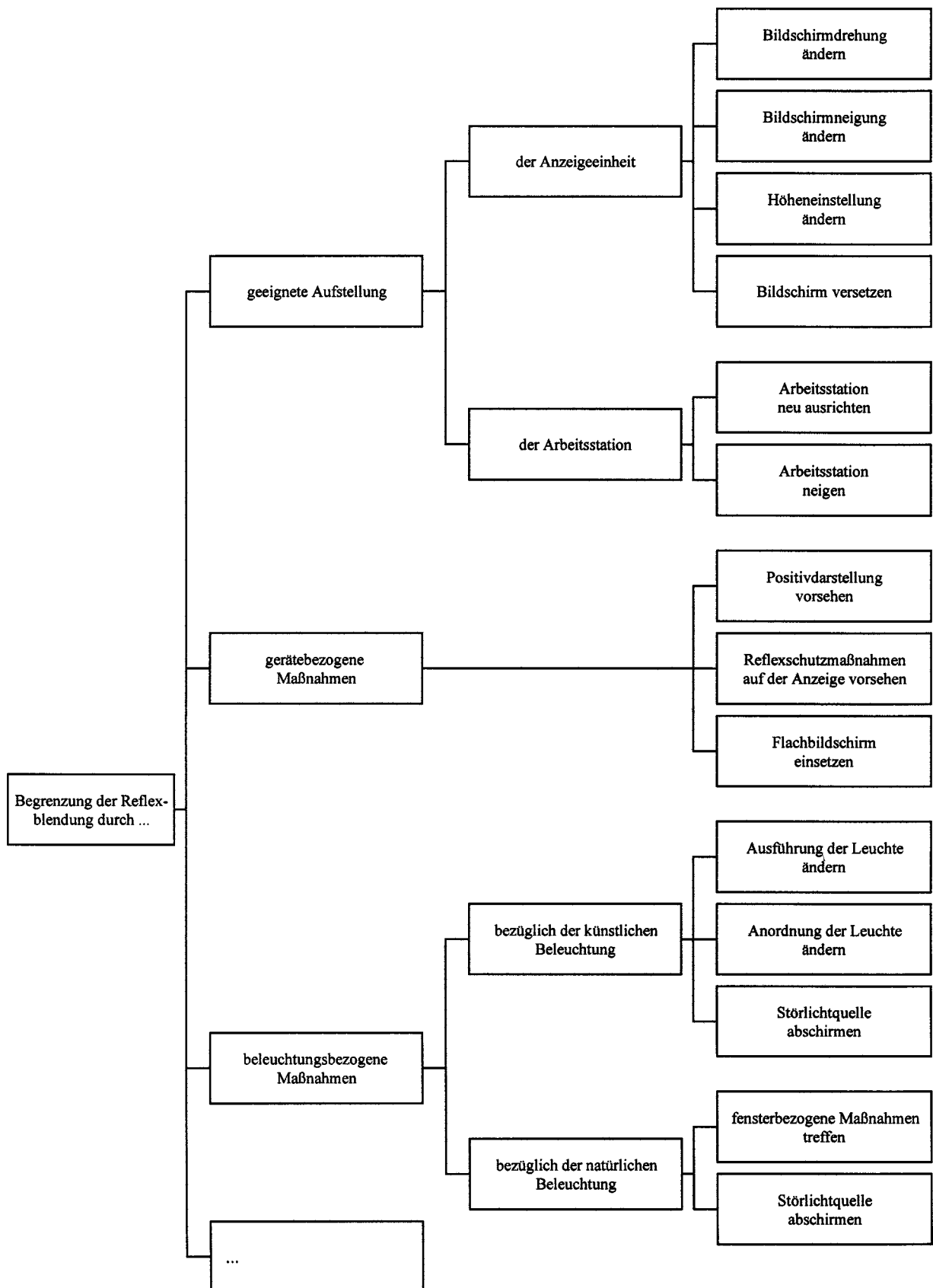


Bild A.2 – Methoden zur Vermeidung von Reflexblendung

Die Bildschirmklassen werden bei folgenden Testbedingungen ermittelt (zu Testmethoden siehe ISO 9241-7):

Klasse I	$L_{A(REF,EXT)} = 200 \text{ cd/m}^2$	und	$L_{A(REF,SML)} = 2\,000 \text{ cd/m}^2$
Klasse II	$L_{A(REF,EXT)} = 200 \text{ cd/m}^2$	oder	$L_{A(REF,SML)} = 2\,000 \text{ cd/m}^2$
Klasse III	$L_{A(REF,EXT)} = 125 \text{ cd/m}^2$	und	$L_{A(REF,SML)} = 200 \text{ cd/m}^2$

Um annehmbare Sehbedingungen zu erhalten, sollte die Leuchtdichte von Leuchten oder von leuchtenden Raumflächen (z. B. Fenster und andere Öffnungen, Oberlichter, durchsichtige bzw. durchscheinende Wände, hell getönte Ausstattung, Wände), die vom Bildschirmbenutzer im Bildschirm reflektiert gesehen werden können, begrenzt werden auf eine durchschnittliche Leuchtdichte von

- $\leq 1\,000 \text{ cd/m}^2$ für Klasse-I- und Klasse-II-Bildschirme
- $\leq 200 \text{ cd/m}^2$ für Klasse-III-Bildschirme.

A.3.3.4 Berücksichtigung der Leuchtdichten

Aus Gründen der Praktikabilität wird empfohlen, dass mittlere Leuchtdichtewerte gemessen werden anstelle von Leuchtdichtespitzen, auch wenn die Messung letzterer sinnvoller wäre.

Es ist daher wichtig, dass die Spitzenwerte der Leuchtdichte so wenig wie möglich von mittleren Werten abweichen.

Sind Anzeigen nahezu horizontal angeordnet, gelten die oben angeführten Grenzwerte immer noch, aber der Decke und der an der Decke montierten Leuchten sollte besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

ANMERKUNG 1 Es hat sich gezeigt, dass bei der Darstellung dunkler Symbole auf hellerem Hintergrund Reflexionen von hellen Oberflächen eine weniger störende Auswirkung haben und Leuchtdichteunterschiede zwischen Bildschirm, Beleg und Tastatur geringer sind. In der Regel sollte daher diese Darstellungsart bevorzugt werden.

ANMERKUNG 2 Maßnahmen zur Reduktion von Reflexionen sind angebracht, wenn der Störeffekt durch Reflexion deutlich gesenkt werden kann, ohne dass dabei beispielsweise die Zeichenschärfe und die Hintergrundleuchtdichte wahrnehmbar reduziert werden und die visuelle Beeinträchtigung steigt.

A.3.3.5 Berücksichtigung der Form und Anordnung von Flächen

Störungen durch Reflexblendung auf horizontal ausgerichteten Flächen können vermieden werden durch

- geeignete Anordnung der Arbeitsmittel und ihrer Oberfläche,
- indirekte Beleuchtung oder eine Kombination von direkter und indirekter Beleuchtung und
- gleichmäßige Leuchtdichteverteilung bei den reflektierten Flächen, wodurch Leuchtdichtemuster im reflektierten Bild vermieden werden.

Reflexblendung kann verursacht werden durch gerichtete Reflexionen auf gekrümmten Flächenelementen von Arbeitsmitteln (z. B. Tastenköpfen) oder durch Arbeitsmittel mit mehr als einem reflektierenden Flächenelement (z. B. Schalttafeln, die Stillelemente mit glänzender Oberfläche und verschiedene visuelle Anzeigen enthalten). In diesen Fällen können zur Vermeidung von Reflexblendung Kombinationen der oben genannten Maßnahmen erforderlich werden. Da die Begrenzung der Blendung durch Beleuchtung, wie z. B. durch Änderung der Leuchtenkonstruktion oder des Tageslichteinfalls, immer irgendwelche Nachteile für die visuelle Umgebung zur Folge hat, sollten derartige Maßnahmen nur dann überlegt werden, wenn andere Maßnahmen, wie z. B. eine geeignete Anordnung der Arbeitsmittel, nicht zu befriedigenden Ergebnissen geführt haben.

Werden Bürotätigkeiten in Arbeitsbereichen durchgeführt, die entweder für andere Arten von Arbeit vorgesehen worden sind (z. B. im Fertigungsbereich oder in Verkaufsräumen) oder im Hinblick auf bestimmte wirkungsvolle Maßnahmen zur Reflexblendung mit Restriktionen verbunden sind, z. B., wenn Hygienevorschriften eine beherrschende Rolle spielen und die Oberflächen der Arbeitsmittel eher glatt sein müssen als matt, sollte die Blendfreiheit durch passende Kombinationen von Maßnahmen, wie in Bild A.2 dargestellt, angestrebt werden.

A.4 Anteil von gerichtetem Licht

Um Gesichter, Objekte und Oberflächenstrukturen leichter erkennbar zu machen, sollte die Beleuchtung einen angemessenen Modellierungseffekt erzielen, wozu ein bestimmter Anteil an gerichtetem

Licht erforderlich ist. Der Modellierungseffekt wird hervorgerufen durch Schatten auf dem beleuchteten Objekt.

Ist die Beleuchtung zu diffus, fehlt es an Schatten, was als unangenehm empfunden werden kann und daher vermieden werden sollte. Andererseits kann Beleuchtung, die zu direkt ist (der diffuse Teil der Beleuchtung ist verglichen mit dem Direktanteil zu gering), zu nicht akzeptablen Schatten führen, die zu tief sind und harte Übergänge aufweisen.

Eine annehmbare Beleuchtungsinstallation erzeugt ein ausgewogenes Verhältnis von direktem und diffusem Licht und erzeugt so einen angemessenen Modellierungseffekt.

A.5 Verwendung von Farbe

Die Farbgebung des Arbeitsraums und die Lichtfarbe der Lampen oder ihre spektrale Lichtverteilung können die Erkennbarkeit von farblich gestalteter Information beeinflussen, die Konzentrationsfähigkeit fördern, dem Leistungsabfall entgegenwirken, Fehlleistungen verringern und Stresssituationen entschärfen. Darüber hinaus können sie durch richtige Wiedergabe von Sicherheits- und Warnfarben auch zur Unfallverhütung beitragen.

Die farbliche Gestaltung des Arbeitsraumes sollte im Rahmen der durch die empfohlenen Reflexionsgrade gegebenen Grenzen frei wählbar und mit Rücksicht auf die natürliche und künstliche Beleuchtung erfolgen. Die Wände sollten heller als der Fußboden sein, die Decke heller als die Wände.

Die Lampen, Leuchten und Farben der Raumbegrenzungsflächen sollten so gewählt werden, dass Warn- und Sicherheitsfarben als solche erkannt werden können (für weitere Informationen zur Farbe siehe ISO 6385).

Für ausgedehnte Flächen und als Hintergrundfarbe sollten möglichst helle Farben mit geringer Sättigung (Pastellfarben) gewählt werden. Bei der Farbgestaltung kleinerer Objekte sollten stärker gesättigte Farben verwendet werden.

Bei monotonen Arbeiten sollten Objekte mit eher lebhaften, anregenden Farben in die Arbeitsumgebung eingebracht werden.

A.6 Farbwiedergabe und zugehörige Farbtemperatur

Die Wahl der Farbwiedergabeeigenschaften und der damit korrelierten Farbtemperatur hängt sowohl von den Lichtquellen, dem Beleuchtungsniveau, der Farbgebung des Raumes und der Einrichtungsgegenstände ab als auch von den Arbeitsaufgaben und vom subjektiven Empfinden.

Um eine geeignete Wiedergabe der Farben zu erhalten, sollten Lampen mit einem allgemeinen Farbwiedergabeindex R_a über 80 bevorzugt werden.

Die Wahl der Lichtfarbe und der Grad der Farbwiedergabe sollten sicherstellen, dass sowohl Warn- und Sicherheitsfarben als auch farbcodierte Objekte oder Diagramme zuverlässig als solche erkannt werden (z. B. auf Schalttafeln oder auf Sicherheitszeichen).

A.7 Wahrnehmung von Flimmern

Zur Vermeidung einer Störung durch Flimmern durch künstliche Beleuchtung sollte diese weit oberhalb der Flimmerverschmelzungsfrequenz des menschlichen Auges betrieben werden. Flimmerwahrnehmung aufgrund künstlicher Beleuchtung kann z. B. reduziert oder vermieden werden durch den Einsatz von

- Duoschaltung,
- Dreiphasenschaltung,
- Vorschaltgeräten mit höherer Frequenz.

Da vor kurzem durchgeführte Forschungsarbeiten gezeigt haben, dass selbst Flimmern oberhalb der kritischen Flimmerverschmelzungsfrequenz Probleme bei Personen verursachen kann, die empfindlich gegenüber dem Flimmern von Licht sind, sollte die Verwendung von Vorschaltgeräten mit höherer Frequenz bevorzugt werden (siehe Wilkins u. a., 1988).

A.8 Auswahl der Beleuchtungsart

A.8.1 Grundlegende Aspekte

Die Auswahl der Art der Beleuchtung sollte unter Berücksichtigung von A.1 bis A.7 und der folgenden grundlegenden Aspekte erfolgen:

- Nutzung von Tageslicht oder einer Kombination von künstlicher Beleuchtung und Tageslicht während des Tages;
- Nutzung von rein künstlicher Beleuchtung, wenn und wo Tageslicht nicht verfügbar ist oder wenn die Sehaufgabe dies verlangt (z. B. in Reinnräumen);
- Erfordernisse, die sich aus Sehaufgaben und allgemeiner Beleuchtung ergeben;
- Eigenschaften des Raums, z. B. physikalische Abmessungen, Flexibilität im Hinblick auf eine Regelung der Beleuchtung entsprechend der Arbeitsaufgabe.

Unter Berücksichtigung der Qualitätskriterien für die Beleuchtungsplanung und wirtschaftlicher Aspekte kann die Auswahl in Form von direkter oder indirekter Beleuchtung erfolgen oder in Kombination von beiden.

Die Anwendung der Qualitätskriterien für die Beleuchtungsplanung wird in A.8.2.1 bis A.8.2.4 beschrieben.

A.8.2 Allgemeinbeleuchtung

Die Aufgabe der Allgemeinbeleuchtung ist, den gesamten Raum unter Vermeidung von Direkt- und Reflexblendung wirkungsvoll auszuleuchten und dabei das Erfordernis von gutem Kontrast, ausgewogenen Leuchtdichteverhältnissen, guter Farbwiedergabe und anderen Faktoren in Betracht zu ziehen (siehe 5.1.2. von ISO 8995:1989 und Abschnitt 5).

Jede Arbeitsstation in einem bestimmten Raum oder in einer bestimmten Raumzone sollte die den durchzuführenden Sehaufgaben entsprechenden Beleuchtungsstärkenniveaus aufweisen, entweder bei geeignetem Niveau durch die Allgemeinbeleuchtung oder durch Einzelplatzbeleuchtung in Ergänzung zur Allgemeinbeleuchtung. In diesem Fall sollte die Arbeitsplatzbeleuchtung nicht mehr als doppelt soviel wie die Allgemeinbeleuchtung betragen.

Im gesamten Raum sowie an jeder einzelnen Arbeitsstation sollten gute Sehbedingungen herrschen.

ANMERKUNG Eine Raumzone wird als derjenige Raumbereich betrachtet, in dem an mehreren Arbeitsstationen eine ähnliche Art der Tätigkeit erfolgt.

A.8.2.1 Direktbeleuchtung

Die Lichtstärke- und Leuchtdichteverteilung der Leuchten ist der wichtigste zu berücksichtigende Faktor bei der Erzielung visueller Annehmlichkeit. Leuchten, die das Licht zur Arbeitsebene lenken (Direktstrahlung), erzielen dann die besten visuellen Bedingungen (Reduktion der Reflex- und Direktblendung auf ein Minimum), wenn die Arbeitsstationen seitlich unter den Leuchten angeordnet werden.

Direktbeleuchtung kann nicht geeignet sein, wenn Sehobjekte glänzende Oberflächen haben.

A.8.2.2 Direkt-Indirekt-Beleuchtung

Direkt-Indirekt-Beleuchtung ermöglicht bei der Anordnung der Arbeitsplätze im Raum mehr Unabhängigkeit von der Beleuchtungsinstallation, da die relative Leuchtdichte des Direktanteils der Beleuchtung durch die angeleuchtete Decke darüber reduziert ist. Kann diese Art der Beleuchtung verwendet werden, können Arbeitsplätze mit wenigen Einschränkungen hinsichtlich Größe und Lage aufgestellt werden.

Ein Teil des in der Leuchte erzeugten Lichts wird gegen die Decke gerichtet. Im Hinblick auf eine gut ausgewogene Leuchtdichteverteilung im Arbeitsbereich sollte die maximale Leuchtdichte der Decke nicht so hoch sein, dass die Decke selbst eine Blendquelle wird.

A.8.2.3 Indirektbeleuchtung

Leuchten mit dieser Charakteristik lenken das Licht an die Decke. Es fällt wenig direktes Licht von den Leuchten auf den Arbeitsplatz. Leuchten mit dieser Charakteristik können eingesetzt werden, wenn die Anordnung der Arbeitsplätze ohne jede Berücksichtigung der Beleuchtungsinstallation durchzuführen ist.

Die Effizienz der Beleuchtung hängt wesentlich von den Eigenschaften des Raumes ab, insbesondere von den Reflexionseigenschaften der Decke und von der Raumhöhe.

Wichtig ist, dass die Leuchten eine breite Lichtstärkeverteilung haben und die Decke diffus reflektiert.

ANMERKUNG Decken mit hohem Glanz können die hohen Lampenleuchtdichten reflektieren und so Blendung verursachen. Vollkommen indirekte Beleuchtung kann zu einer kontrastarmen Atmosphäre mit geringer Schattigkeit führen.

A.8.2.4 Allgemeinbeleuchtung und Einzelplatzbeleuchtung

Einzelplatzbeleuchtung in Ergänzung zur Allgemeinbeleuchtung ist ein geeignetes Mittel zur Versorgung mit Licht entsprechend den aufgrund von Benutzer- und/oder Aufgabenmerkmalen besonderen Anforderungen an bestimmten Arbeitsplätzen.

Aufgabe der Einzelplatzbeleuchtung ist die Beleuchtung der unmittelbaren Umgebung des Benutzers. Die Vorteile individueller Beleuchtung sind wie folgt:

- am einzelnen Arbeitsplatz wird individuelle Einflussnahme geboten im Hinblick auf die Höhe der Beleuchtungsstärke und die Lichteinfallrichtung,
- dem Benutzer wird ermöglicht, die Beleuchtungsbedingungen an persönliche oder aufgabenbezogene Anforderungen anzupassen, und
- es wird den persönlichen Erfordernissen entsprochen, die sich aus individuellen Unterschieden der visuellen Fähigkeiten ergeben.

Wo erforderlich, sollte individuelle Beleuchtung zur Verfügung gestellt werden, um die Beleuchtungsstärke auf das für die Aufgaben der Benutzer erforderliche Niveau zu bringen. Einzelplatzbeleuchtung wird getrennt von der Allgemeinbeleuchtung geregelt. Sie sollte so angebracht werden, dass keine Direkt- bzw. Reflexblendung oder übermäßige Leuchtdichteunterschiede verursacht wird und Personen an anderen Arbeitsstationen nicht nachteilig beeinflusst werden.

Anhang B (informativ)

Verfahren zur Messung und Bewertung von Schall

B.1 Geräuschmessungen

Der Beurteilungspegel (L_{Ar}) ist der Kennwert für die Geräuschimmission. Der Beurteilungspegel wird ermittelt über ein bestimmtes Zeitintervall (siehe ISO 1996-1, ISO 9612, ISO 11690). Bei der Ermittlung des Beurteilungspegels werden Schallereignisse, die der Kommunikation zwischen der Person am betreffenden Arbeitsplatz mit anderen Personen dienen (Gespräche, Mitteilungen), nicht mit einbezogen.

Die akustischen Grundgrößen für die Bestimmung des Beurteilungspegels und der Schallemissionswerte sind der A-bewertete Schalldruckpegel (L_{pA}) sowie der äquivalente A-bewertete Dauerschall-druckpegel (L_{Aeq}), die mit Messgeräten nach IEC 60651 und IEC 60804 gemessen werden können.

B.2 Geräuschquellen

Störungen durch Lärm entstehen vor allem durch die Geräuschemission von Maschinen, Geräten und haustechnischen Einrichtungen (Klimageräte) und durch von außen einwirkende Maschinen- und Verkehrsgeräusche. Häufig haben informationshaltige Geräusche wie Gespräche, Sprachein-/ausgabe bei Rechnern, Telefongespräche und Rückmeldesignale von benachbarten Arbeitsplätzen, in einigen Fällen aber auch vom Publikumsverkehr ausgehende Geräusche eine störende Wirkung.

Der A-bewertete Schallleistungspegel (L_{WA}) ist die wesentliche Größe bei den Geräuschemissionen von Informations- und Telekommunikationsgeräten. Er wird ergänzt durch eine weitere Emissionsgröße, den A-bewerteten Schalldruckpegel am Ort des Benutzers oder anderer Anwesender (L_{pA}) (ISO 7779).

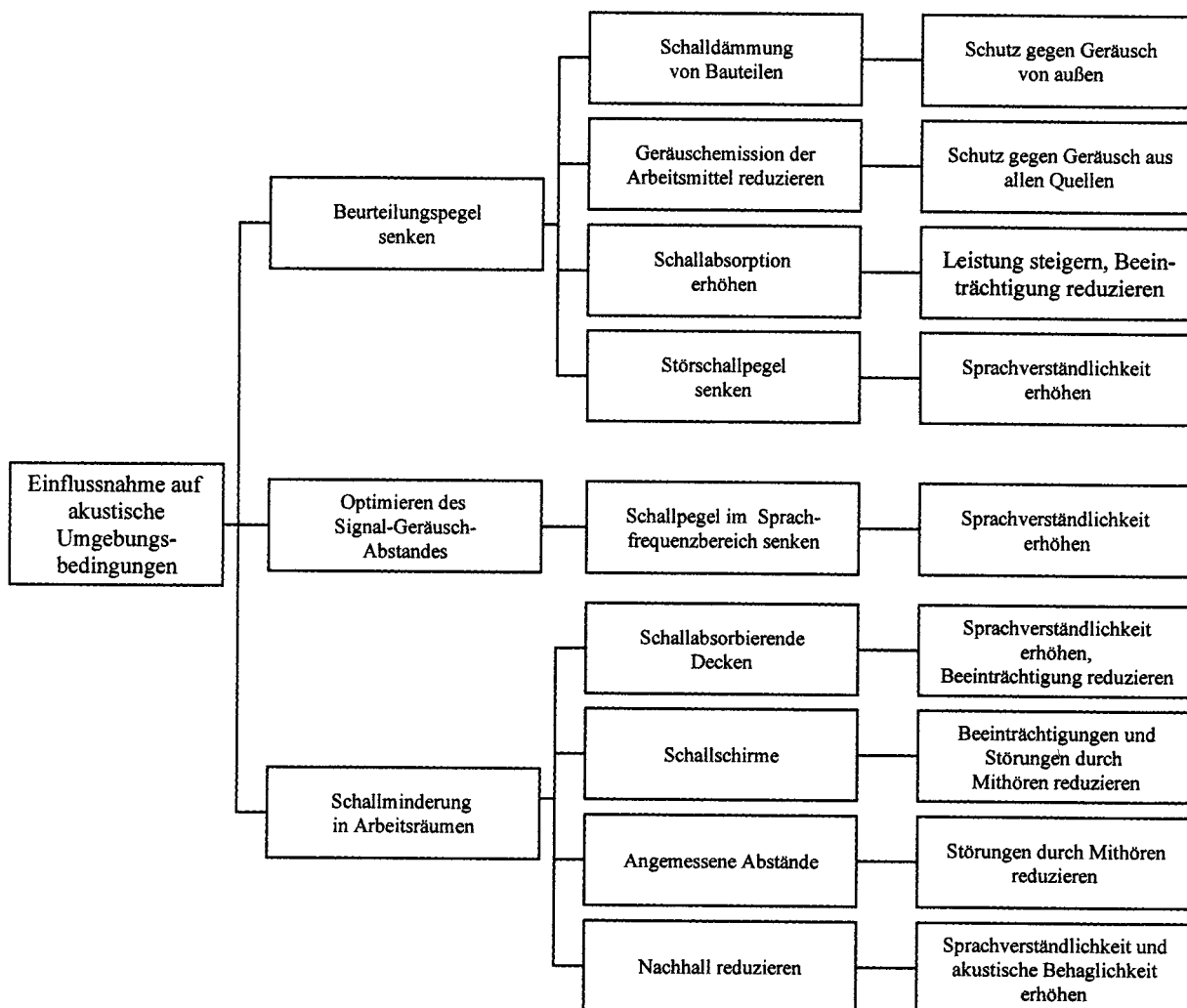
In den Produktinformationen sollten Geräuschemissionswerte nach ISO 9296 enthalten sein.

Darüber hinaus sollten Informationen über die Geräuscheigenschaft hinsichtlich Impulshaltigkeit und Tonhaltigkeit enthalten sein.

B.3 Schallpegel in Arbeitsumgebungen

B.3.1 Einflussnahme auf die akustische Umgebung

Je nach dem speziellen Problem in einer vorhandenen Arbeitsumgebung kann eine Vielfalt an Maßnahmen getroffen werden (siehe Bild B.1). Zur Ermittlung angemessener Maßnahmen für eine bestehende Situation sollte die Art des Problems analysiert werden (z. B. Umgebung zu laut für Telefonnutzung). Bei der Wahl einer geeigneten Maßnahme (z. B. Minderung des Schallpegels im Sprachfrequenzbereich) sollten mögliche negative Nebeneffekte berücksichtigt werden.



**Bild B.1 – Einflussnahme auf akustische Umgebungsbedingungen:
Gründe, Handlungen und Primärziele**

B.3.2 Schalldämmung von Bauteilen

Zum Schutz gegen von außen in die Arbeitsräume eindringende Geräusche sollte eine ausreichende Körper- und Luftschalldämmung der Bauteile (Wand, Decke, Fenster) vorhanden sein. Wegen der unterschiedlichen Raumgrößen, Tätigkeiten und Innenraumgeräuschpegel (Hintergrundgeräusche) können die schalltechnischen Anforderungen an die Bauteile den entsprechenden Verhältnissen angepasst werden (siehe Tabelle B.1).

Die Anforderungen an die Schalldämmung können in Abhängigkeit vom Hintergrundgeräusch gewählt werden.

Tabelle B.1 – Empfehlungen für die Schalldämmung von Bauteilen für verschiedene Bürotätigkeiten und für Hintergrundgeräuschpegel (ohne Aktivitäten und Geräte), die nicht überschritten werden sollten (nach ISO 11690-1)

Art der Tätigkeit	Akustische Empfehlungen Schalldämmung, Einschränkungen	Art des Arbeitsraums	Hintergrund- Geräuschpegel im Raum, L_{Aeq} dB(A)
Tätigkeiten mit zeitweiliger Konzentration, gelegentlich repetitiv	Gute Schalldämmung zu benachbarten Büros; sehr gute Sprachverständlichkeit	Einzelbüro mit üblichen Benutzeranforderungen	35 bis 40
Tätigkeiten mit zeitweiliger Konzentration, gelegentlich mechanisiert	Gute Schalldämmung zu benachbarten Arbeitsbereichen und ausreichende Abschirmung zu Nachbararbeitsplätzen; gute Sprachverständlichkeit	Mehrpersonen-Büros mit üblichen Benutzeranforderungen	35 bis 45
Tätigkeiten überwiegend mechanisiert	Ausreichende Schalldämmung zu benachbarten Arbeitsbereichen und geringe Abschirmung zu Nachbararbeitsplätzen; begrenzte Vertraulichkeit, gute Sprachverständlichkeit	Mehrpersonen-Büros mit geringen Benutzeranforderungen	40 bis 45

B.3.3 Verringerung des Schallpegels in Arbeitsumgebungen

Um die Schallübertragung von einer Geräuschquelle (z. B. Gespräche, Geräte, Maschinen) zu benachbarten Arbeitsplätzen zu verringern, können folgende Maßnahmen getroffen werden: schallschluckende Decken, Wände und Fußbodenbeläge, Schallschirme, Trennwände, angemessene Abstände zwischen Gruppen mit Arbeitsstationen (siehe ISO 11690-1 und ISO 11690-2).

In größeren Arbeitsbereichen sollte eine Schallpegelabnahme von 4 dB bis 5 dB je Entfernungsverdoppelung geschaffen werden.

Für eine gute verbale Kommunikation und angemessene „akustische Beeinträchtigungsfreiheit“ sollte der Nachhallzeit so gering wie möglich sein. In dem Frequenzbereich 250 Hz bis 4 kHz sollte eine Nachhallzeit von 0,5 s bis 1 s angestrebt werden.

Die als maximal empfohlene Nachhallzeit für einen Arbeitsbereich hängt von seinem Raumvolumen ab. In Tabelle B.2 werden die empfohlenen Höchstwerte als Funktion des Raumvolumens dargestellt.

Bei Überschreitung der in der Tabelle angegebenen Werte für die Nachhallzeit sollte vorrangig eine schalltechnische Behandlung der Decke erfolgen. In größeren Arbeitsbereichen können aufwendigere Maßnahmen erforderlich werden (siehe ISO 11690-1).

Tabelle B.2 – Maximale Nachhallzeit(en) als Funktion des Raumvolumens

Raumvolumen m^3	Als maximal empfohlene Nachhallzeit s	
	Gesprächsführung	Sonstiger Gebrauch
50	nicht spezifiziert	nicht spezifiziert
100	0,45	0,8
200	0,6	0,9
500	0,7	1,1
1 000	0,8	1,2
2 000	0,9	1,3

B.3.4 Geräuschemission von Maschinen und Arbeitsmitteln

Sofern vorhanden, sollten beim Ersatz oder Kauf von Arbeitsmitteln und Maschinen die in Maschinen-dokumentationen oder Verträgen enthaltenen Angaben über Geräuschemissionen von Geräten und Arbeitsmitteln herangezogen werden (siehe ISO 11690-1).

Geräuschemissionsdaten bestehen aus Geräuschemissionswerten, z. B. dem A-bewerteten Schallleistungspegel, dem A-bewerteten Emissions-Schalldruckpegel. Sie können anzeigen, ob das Geräusch auffällige ton- oder impulshaltige Anteile enthält (siehe ISO 9296, ISO 7779 und ISO 4871).

B.3.5 Geräusche am Arbeitsplatz

Es wird empfohlen, dass der Beurteilungspegel je nach Schwierigkeit und Komplexität der Arbeitsaufgaben weniger als 35 dB(A) bis 55 dB(A) beträgt.

Je nach schalltechnischer Anforderung und Tätigkeitsart sollte der Hintergrundgeräuschpegel die in Tabelle B.1 aufgeführten Werte nicht überschreiten.

Sind am Arbeitsplatz Gespräche erforderlich, sollte der Geräuschpegel in Abhängigkeit von den akustischen Anforderungen und dem sprachlichen Aufwand sowie der Sprachverständlichkeit (Signal-Geräusch-Abstand) die in Tabelle B.3 angegebenen Werte nicht überschreiten (siehe ISO 9921-1, Lazarus (1986), Lazarus (1987)).

Für eine störungsfreie Eingabe akustischer Information sollte der A-gewichtete Signal-Geräusch-Abstand am Mikrofon bis 30 dB betragen. In Tabelle B.4 sind die für eine entsprechende Qualität bei der Nutzung von Telefonen empfohlenen Maximalgeräuschpegel angegeben.

Tabelle B.3 – Als maximal empfohlener Geräuschpegel L_{Aeq} am Arbeitsplatz in Abhängigkeit von dem Aufwand des Sprechers, der Qualität der Sprachverständigung und der Entfernung zwischen den Gesprächspartnern (nach ISO 9921-1)

Sprachlicher Aufwand	Sprach- pegel L_{SA} in 1 m	Als maximal empfohlener Geräuschpegel L_{Aeq}											
		Qualität der Sprachverständigung Signal-Geräusch-Abstand $L_{SA}-L_{Aeq}$ dB											
		perfekt = 18			sehr gut = 12			gut = 7			zufrieden- stellend = 2		
		1 m	2 m	4 m	1 m	2 m	4 m	1 m	2 m	4 m	1 m	2 m	4 m
erhobene Stimme	66	48	42	36	54	48	42	59	53	47	64	58	52
normale Stimme	60	42	36	30	48	42	36	53	47	41	58	52	46
entspannte Stimme	54	36	30	24	42	36	30	47	41	35	52	46	40
		L_{SA} ist der A-bewertete äquivalente Schalldruckpegel der Sprache am Ohr des Hörers, $L_{SA, 1m}$ in 1 m Entfernung vom Mund des Sprechers, L_{Aeq} entspricht dem Beurteilungspegel ohne Zuschläge. Die Spalten zeigen den Abstand zwischen den kommunizierenden Personen in Metern an.											

**Tabelle B.4 – Zusammenhang zwischen dem Geräuschpegel des störenden Geräuschs und der Qualität der Sprachverständigung über akustische Medien (z. B. Telefon)
(nach ISO 9921-1)**

Geräuschpegel L_{Aeq} dB	Qualität der Sprachverständigung
unter 40	vollkommen
40 bis 45	sehr gut
45 bis 50	gut
50 bis 55	zufriedenstellend
55 bis 65	leicht erschwert
65 bis 80	schwierig
über 80	unbefriedigend

Anhang C (informativ)

Messungen, Bewertung und Beurteilung von Ganzkörper-Schwingungen

Die gemessenen Größen zur Ermittlung der mechanischen Übertragung von Schwingungen auf Menschen sind die Beschleunigungen in die drei Richtungen des menschlichen Körpers (siehe ISO 2631-1) und die Dauer der täglichen Exposition.

Die Schwingungen werden richtungsabhängig gemessen und entsprechend ihrer biologischen Wirkung frequenzbewertet, um die Effektivwerte der gewichteten Beschleunigungen zu bestimmen. An Arbeitsplätzen, bei denen schwingungsbedingte visuelle Leistungsbeeinträchtigungen erwartet werden können (z. B. bedingt durch die Art der Arbeitsumgebung oder Arbeitsaufgabe), wird empfohlen, dass zusätzliche Beschleunigungsmessungen auf der Stirn in Augennähe in y- und z-Richtung mit Hilfe von Miniaturbeschleunigungsaufnehmern durchgeführt werden.

ANMERKUNG Diese Empfehlungen gehen über die Anforderungen von ISO 2631-1 hinaus.

Schmalbandfrequenzanalysen dieser Schwingungssignale können Information über das Ausmaß möglicher Sehleistungsbeeinträchtigungen geben.

Die Beurteilung des Störungsausmaßes durch mechanische Schwingungen kann durch den Vergleich der Effektivwerte (r.m.s. Werte) mit den in verschiedenen Tabellen und Bildern von ISO 2631-1 angegebenen Einwirkungsgrenzen erfolgen. Einzelne stoßartige oder kurz andauernde Schwingungen mit hoher Amplitude können eine getrennte Bewertung erforderlich werden lassen. Die Grenzwerte für die Einwirkung hängen mit drei Hauptkriterien zusammen, d. h. mit Ermüdung, mit geminderter Leistungsfähigkeit, Gesundheit oder Sicherheit und mit Beeinträchtigung des Wohlbefindens.

Richtwerte für die maximale Schwingbeschleunigung K_r (siehe ISO 2631-2) sollten unter dem Aspekt der Leistungsbeeinträchtigung, Störung oder Belästigung deutlich unter den erwähnten Grenzwerten angesetzt werden. Dies gilt in besonderem Maße für Arbeitsplätze mit überwiegend geistigen Tätigkeiten und solchen, die mit der Aufnahme visueller Informationen verbunden sind oder mit feinmotorischen Tätigkeiten. Da an diesen Arbeitsplätzen ganz andere gesundheitliche Auswirkungen (z. B. infolge ständiger Kompensationsversuche zur Aufrechterhaltung der Sehleistung) erwartet werden können als diejenigen, die Grundlage der Grenzwerte waren, sollten auch die als maximal empfohlenen Werte niedriger sein.

Anhang D (informativ)

Thermische Umgebung

Die unten angeführten Werte sind für gemäßigte Klimazonen und für Arbeitsbereiche anwendbar, für die keine bestimmten Bekleidungsvorschriften vorliegen. In Ländern außerhalb der gemäßigten Klimazonen können andere Aspekte als die hier betrachteten eine wichtige Rolle spielen, so z. B. die Verschlechterung des mikrobiologischen Klimas in Arbeitsräumen oder Schimmelbefall des Gebäudes und seines Belüftungssystems. Spezielle Bekleidungsvorschriften können den Einfluss der Benutzer auf ihre Kleidung eingrenzen. Aus diesen Gründen sollten bei der Planung oder Bewertung einer Arbeitsumgebung alle damit zusammenhängende Aspekte berücksichtigt werden.

D.1 Empfohlene Werte für thermische Behaglichkeit

Tabelle D.1 zeigt die Werte für personenbezogene und umgebungsbezogene Einflussgrößen, die zum Erreichen thermischer Behaglichkeit in der Winter- und Sommerperiode empfohlen werden. Schätzungsweise finden mehr als 80 % der Benutzer diese thermischen Bedingungen annehmbar. Die Schätzung basiert auf Anhang A von ISO 7730:1994, wobei eine Stoffwechselrate für sitzende Aktivitäten und eine relative Luftfeuchte von 50 % angenommen werden.

Tabelle D.1 – Empfohlene Werte für personen- und umgebungsbezogene Einflussgrößen

Einflussgrößen	Winterperiode	Sommerperiode
Personenbezogene Einflussgrößen		
Isolationswert der Kleidung	1,0 clo ^a	0,5 clo ^a
Aktivitätsgrad	1,2 met	
Umgebungsabhängige Einflussgrößen für allgemeine thermische Empfindung		
PMV-Index	– 0,5 < PMV < 0,5	
PPD-Index	< 10 %	
Umgebungsabhängige Einflussgrößen für örtliche thermische Empfindung		
Asymmetrie der Strahlungstemperatur ^b – Kalte vertikale Flächen (Wand, Fenster) – Warme horizontale Flächen (Decke)	< 10 K < 5 K	
Vertikaler Raumlufthtemperaturunterschied	< 3 K	
Luftzugsquote	< 15 %	
Mittlere Raumlufthgeschwindigkeit ^c	< 0,13 m/s bei 20 °C	
^a 1 clo = 0,155 m ² · °C/W		
^b Empfehlungen für warme vertikale Flächen und kalte horizontale Flächen sind weniger streng und sind nicht in ISO 7730 enthalten.		
^c Es wird angenommen, dass die Raumlufthtemperatur gleich der operativen Temperatur ist und der Turbulenzgrad 40 % beträgt.		

Die Werte der Einflussgrößen für andere Akzeptanzstufen können in Anlehnung an ISO 7730 geschätzt werden. Tabelle D.2 zeigt die Empfehlungen für drei Kategorien. In Tabelle D.2 entspricht die Kategorie B der Tabelle D.1. Die Unterschiede zwischen den Kategorien bestehen im Temperaturbereich mit der optimalen operativen Temperatur, d. h. die Temperatur, bei der die größte Anzahl der Beschäftigten zufrieden sind, ist dieselbe für alle Kategorien.

Tabelle D.2 – Zusammenhang zwischen umgebungs- und personenbezogenen Einflussgrößen für drei Kategorien des PMV-Indexes und PPD-Indexes

Einflussgröße	Winterperiode			Sommerperiode		
Personenbezogene Einflussgrößen						
Isolationswert der Bekleidung	1,0 clo ^a			0,5 clo ^a		
Aktivitätsgrad	1,2 met					
Umgebungsbezogene Einflussgrößen						
Kategorie	A	B	C	A	B	C
PMV-Index	± 0,2	± 0,5	± 0,7	± 0,2	± 0,5	± 0,7
PPD-Index, %	< 6	< 10	< 15	< 6	< 10	< 15
Operative Temperatur °C	22±1,0	22±2,0	22±3,0	24,5±0,5	24,5±1,5	24,5±2,5
^a 1 clo = 0,155 m ² · °C/W						

D.2 Schätzung und Messung von thermischen Einflussgrößen

D.2.1 Personenbezogene Einflussgrößen

Der Aktivitätsgrad kann entsprechend ISO 7730 geschätzt werden oder mit Hilfe genauerer Informationen in ISO 8996. Für im Sitzen ausgeübte Tätigkeiten an Bildschirmarbeitsplätzen wird vorgeschlagen, dass der Wert 1,2 met herangezogen wird.

Der Temperaturleitwiderstand von Kleidung kann entsprechend ISO 7730 geschätzt werden oder mit Hilfe genauerer Informationen in ISO 9920. Es wird vorgeschlagen, dass die Werte 1,0 clo für Winterbedingungen und 0,5 clo für Sommerbedingungen herangezogen werden.

D.2.2 Umgebungsbezogene Einflussgrößen

Die umgebungsbezogenen Einflussgrößen sollten entsprechend ISO 7726 gemessen werden.

Die operative Temperatur (PMV-PPD-Index), die einseitige Temperaturstrahlung und die Raumluftfeuchte werden in Höhe des Unterleibs gemessen, üblicherweise 0,60 m über dem Fußboden bei sitzenden und 1,1 m bei stehenden Personen. Zur Beurteilung des Luftzugs und der vertikalen Raumtemperaturdifferenzen werden die Raumtemperatur, die mittlere Luftgeschwindigkeit und -turbulenz in Höhe des Kopfes und der Knöchel gemessen, üblicherweise 1,1 m bzw. 0,1 m über dem Boden bei sitzenden und 1,7 m bzw. 0,1 m bei stehenden Personen.

Literaturhinweise

- [1] CIE Publication 29.2-1986, *Guide on interior lighting*.
- [2] IEC 60050(845):1987, *International Electrotechnical Vocabulary — Chapter 845: Lighting*.
- [3] IEC 60651:1979, *Sound level meters*.
- [4] IEC 60804:1985, *Integrating-averaging sound level meters*.
- [5] ISO 2017:1992, *Vibration and shock – Isolators – Procedure for specifying characteristics*.
- [6] ISO 2041:1990, *Vibration and shock – Vocabulary*.
- [7] ISO 4871:1996, *Acoustics – Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment*.
- [8] ISO 7726:1998, *Ergonomics of thermal environment – Instruments for measuring physical quantities*.
- [9] ISO 7779:1988, *Acoustics – Measurement of airborne noise emitted by information technology and telecommunications equipment*.
- [10] ISO 8996:1990, *Ergonomics – Determination of metabolic heat production*.

- [11] ISO 9241-1:1997, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 1: General introduction.*
- [12] ISO 9241-2:1992, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 2: Guidance on task requirements.*
- [13] ISO 9241-5:1998, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 5: Workstation layout and postural requirements.*
- [14] ISO 9296:1988, *Acoustics – Declared noise emission values of computer and business equipment.*
- [15] ISO 9920:1995, *Ergonomics of the thermal environment – Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble.*
- [16] ISO 9921-1:1996, *Ergonomic assessment of speech communication – Part 1: Speech interference level and communication distances for persons with normal hearing capacity in direct communication (SIL method).*
- [17] ISO 10846-1:1997, *Acoustics and vibration – Laboratory measurement of vibro-acoustic transfer properties of resilient elements – Part 1: Principles and guidelines.*
- [18] ISO 10846-2:1997, *Acoustics and vibration – Laboratory measurement of vibro-acoustic transfer properties of resilient elements – Part 2: Dynamic stiffness of elastic supports for translatory motion – Direct method.*
- [19] ISO 11690-2:1996, *Acoustics – Recommended practice for the design of low-noise workplaces containing machinery – Part 2: Noise control measures.*
- [20] EN 1299, *Mechanische Schwingungen und Stöße (korrigierte Fassung April 1999).*
- [21] ÇAKIR, A., ÇAKIR, G. (1988): *Robustness of Perceptibility of Electronic Displays under Unfavourable Environmental Conditions. In: Designing for a Better World, 10th IEA International Congress, Proceedings, Sydney.*
- [22] LAZARUS, H.: *Prediction of verbal communication in noise – Part 1: A review. Applied Acoustics 19 (1986), pp. 439–464.*
- [23] LAZARUS, H.: *Prediction of verbal communication in noise – Part 2: Development of generalized SIL curves and the quality of communication. Applied Acoustics 20 (1987), pp. 245–261.*
- [24] WILKINS, A. J., NIMMO-SMITH, M. I., SLATER, A., BEDOCS, L., *Fluorescent lighting, headaches and eyestrain, Proceedings of CIBSE National Lighting Conference, Cambridge (UK), 1988, pp. 188–196.*
- [25] VDI 2062-1, *Schwingungsisolierung – Begriffe und Methode.*
- [26] VDI 2062-2, *Schwingungsisolierung – Isolierelemente.*
- [27] VDI 3729-1, *Emissionskennwerte technischer Schallquellen – Geräte der Büro- und Informationstechnik; Rahmenrichtlinie.*
- [28] VDI 3729-6, *Emissionskennwerte technischer Schallquellen – Geräte der Büro- und Informationstechnik – Arbeitsplatzcomputer.*
- [29] VDI 3831, *Schutzmaßnahmen gegen die Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Allgemeine Schutzmaßnahmen, Beispiele.*

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

ANMERKUNG Ist eine internationale Publikation durch gemeinsame Abweichungen modifiziert worden, gekennzeichnet durch (mod.), dann gilt die entsprechende EN/HD.

Publikation	Jahr	Titel	EN/HD	Jahr
ISO 5349	1986	Mechanical vibration – Guidelines for the measurement and the assessment of human exposure to hand-transmitted vibration	ENV 25349	1992
ISO 6385	1981	Ergonomic principles of the design of work systems	ENV 26385	1990
ISO 7730	1994	Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort	EN ISO 7730	1995
ISO 9241-3	1992	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 3: Visual display requirements	EN 29241-3	1993
ISO 9241-7	1998	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 7: Requirements for display with reflections	EN ISO 9241-7	1998
ISO 11690-1	1996	Acoustics – Recommended practice for the design of low-noise workplaces containing machinery – Part 1: Noise control strategies	EN ISO 11690-1	1996