

# ARBEITSWISSENSCHAFTLICHE ERKENNTNISSE

## Forschungsergebnisse für die Praxis

Bildschirmarbeit – Lärminderung in Mehrpersonnbüros

*Probst, W.*

### **Beurteilung und Minderung des Lärms an Bildschirmarbeitsplätzen im Büro und in der Produktion**

#### Inhalt

- 1 **Vorbemerkung**
- 2 **Einleitung**
- 3 **Anforderungen oder – wie laut darf's denn sein?**
- 4 **Von der Emission zur Immission – wie laut wird's?**
  - 4.1 Die Beiträge zum Geräuschpegel am Arbeitsplatz
  - 4.2 Die innerhalb eines Büros erzeugten Geräuschanteile
  - 4.3 Ermittlung der Geräuschimmission aus Emission und Schallausbreitung
  - 4.4 Planerisches Verfahren zur Ermittlung des Hintergrundpegels für große Büros
  - 4.5 Die aus anderen Bereichen in den Raum übertragenen Geräuschanteile
  - 4.6 Die vom Freien über Fassade und Fenster übertragenen Geräuschanteile
  - 4.7 Die aus benachbarten Räumen übertragenen Geräuschanteile
  - 4.8 Sonstige Geräusche
- 5 **Lärmarme Bildschirmarbeitsplätze – wie erreicht man die?**
  - 5.1 Maßnahmen
  - 5.2 Beurteilung
  - 5.3 Sanierung
  - 5.4 Planung
- 6 **Beispiel**
- 7 **Schrifttum**

Ergebnisse aus dem im Auftrag des Bundesministerium für Wirtschaft, Arbeit und Sozialordnung, Berlin und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund durchgeführten Forschungsvorhaben, dargestellt in der Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – Forschung – Fb 702 und Fb 720 von

*Rau, G.; Roßner, K.:* **Bestandsaufnahme und Minderung der Geräuschbelastung an Arbeitsplätzen mit Bildschirmgeräten in der Produktion**  
*van den Brulle, P.:* **Schalltechnische Gestaltung von Büroräumen mit Bildschirmen**

Nachdruck und auszugsweise Wiedergabe nur mit ausdrücklicher vorheriger Zustimmung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, gestattet.

Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 124

**Bildschirmarbeit – Lärminderung in Mehrpersonnbüros**

Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 2003

ISSN 0720-1699

## 1 Vorbemerkung

Diese Schrift aus der Reihe „Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse – Forschungsergebnisse für die Praxis“ befasst sich wie die „AE Nr. 123“ [1] mit dem Thema „Beurteilung und Minderung des Lärms an Bildschirmarbeitsplätzen im Büro und in der Produktion“.

Während in AE Nr. 123 die kleinen Ein- und Zweipersonenbüros behandelt werden, bezieht sich das Folgende auf große Mehrpersonenbüros und „Bürolandschaften“, wie sie immer häufiger in Verwaltungsgebäuden sowie Entwicklungs- und Konstruktionsbüros anzutreffen sind. Um jede der beiden Schriften für sich lesbar und anwendbar zu halten, werden die für beide Bereiche in gleichem Maße gültigen Inhalte in beiden Unterlagen identisch wiedergegeben.

Mit dem Thema „Bildschirmarbeit – Lärminderung in der Produktion“ befasst sich auch die AE Nr. 125 [2], wobei jedoch ausschließlich Arbeitsplätze in der Produktion bzw. im industriellen Umfeld einbezogen sind.

Eine leichter lesbare und auch für den Nichtfachmann gedachte Behandlung dieser Themen findet sich in:

- Technik Nr. 26 „Akustische Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen in Büros“ [3]
- Technik Nr. 27 „Akustische Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen in der Produktion“ [4].

Grundlage dieser genannten Schriften sind die beiden Forschungsberichte „Schalltechnische Gestaltung von Büroräumen mit Bildschirmen“ [4] und „Bestandsaufnahme und Minderung der Geräuschbelastung an Arbeitsplätzen mit Bildschirmgeräten in der Produktion“ [6].

## 2 Einleitung

Ein großer Teil der arbeitenden Bevölkerung der Bundesrepublik verbringt die meiste Zeit des Lebens an einem Büroarbeitsplatz. Dieser Arbeitsplatztyp prägt und bestimmt die Arbeitswelt wie kein anderer. Ob Verwaltungsbüro, Schreibbüro, Konstruktionsbüro oder Verkaufsbüro – alle diese Arbeitsplätze haben gemeinsam, dass an ihnen Informationen erarbeitet, gesammelt aufbereitet und gespeichert werden. Diese Verwaltung von Informationen erfolgt heute fast ausschließlich mit den modernen Techniken der Informations- und Telekommunikationstechnologie, wodurch praktisch alle Büroarbeitsplätze auch zugleich Bildschirmarbeitsplätze sind.

Mit dem flächendeckenden Vordringen von Computern in die Büro-Arbeitswelt hat sich die Effizienz dieser Arbeit und damit die Produktivität der arbeitenden Menschen enorm erhöht. Dies gilt sowohl für den Durchsatz an geschriebenen Seiten bei der Abfassung von Texten wie auch für die Anzahl von Zeichnungen mit Varianten im Konstruktionsbüro. Die extreme Erleichterung der Arbeit durch rechnerunterstützte Techniken wird jeder bestätigen, der früher seine Texte mit der Schreibmaschine geschrieben (und mit Tipp-Ex korrigiert) oder seine Zeichnungen Strich für Strich mit dem Tuschefüller erzeugt hat.

Allerdings ergab sich durch diese produktiveren Techniken nur in wenigen Fällen eine echte Arbeitserleichterung. Die Produktivitätssteigerung führte aufgrund des Wettbewerbs im Wirtschaftsleben schnell zu einer Anpassung quer durch alle Unternehmen und letztlich zu einer erhöhten Produktivität des gesamten Bürobetriebs. Die Arbeit selbst ist letztlich anspruchsvoller geworden.

Mit der Technisierung der Büro-Arbeitsplätze hat sich die Anforderung an die Mitarbeiter eher erhöht. Durch den Wandel zum Bildschirm-Arbeitsplatz ist eine qualifiziertere Ausbildung zur Bedienung der Systemkomponenten und der Software (Computerprogramme) erforderlich und die auf einen sehr kleinen räumlichen Bereich konzentrierte Aufmerksamkeit der Bearbeiter erlaubt keine Unaufmerksamkeit oder Ablenkung.

---

Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 124

**Bildschirmarbeit – Lärminderung in Mehrpersonenbüros**

Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 2003

Dies hat auch die Anforderungen an das Arbeitsumfeld erhöht. Wer lange Zeitspannen konzentriert bei der Sache sein muss, benötigt ergonomisch optimale Werkzeuge, eine die Bildschirmbeobachtung und –arbeit nicht beeinträchtigende Umgebung und möglichst keine die Aufmerksamkeit störende Immission aus dem Umfeld.

Eine dieser störenden Immissionen ist unerwünschter Schall, der bei dieser Qualifizierung auch als Lärm bezeichnet wird.

Schon für konventionelle Arbeitsplätze gelten entsprechend den gesetzlichen Grundlagen bestimmte maximale Schallimmissionen als quasi Grenzwerte des gerade noch erlaubten bzw. entsprechend der betrieblichen Praxis als anzustrebende Obergrenzen der Lärmbelastung. Den durch Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) [7] und BGV B3 (bisher UVV Lärm, VBG 121) [8] vorgegebenen Grenzwerten sind im Hinblick auf die genannten höheren Anforderungen bei Bildschirmarbeitsplätzen erheblich niedrigere, dieser geänderten Situation Rechnung tragende Zielwerte beiseite zu stellen.

Bei der Planung eines Büro-Arbeitsplatzes für Bildschirmarbeit sollte diesen erhöhten Anforderungen durch Berücksichtigung des Lärms und die Einbeziehung von lärmindernden Strategien und Maßnahmen entsprochen werden. Um dies leisten zu können, ist die Geräuschemission der einzelnen Quellen so niedrig wie möglich zu halten und der Raum so zu gestalten, dass sich bei gegebener Quellenemission ein möglichst geringer Schallpegel an den Arbeitsplätzen ergibt.

Diese Maßnahmen sind allerdings im Zusammenhang mit den übrigen Anforderungen an derartige Arbeitsplätze zu sehen und zu bewerten. Im Hinblick auf die Flächenaufteilung, die Sitzposition des Arbeitnehmers, seine relative Position bezogen auf Bildschirm, Tastatur und andere Bedienelemente sowie seine räumliche Zuordnung zu anderen Mitarbeitern bestehen ebenfalls recht konkrete Anforderungen – sie sollten bei der schalltechnischen Betrachtung stets mit berücksichtigt werden.

Mit den folgenden Ausführungen soll deshalb versucht werden, die optimale schalltechnische Gestaltung von Arbeitsstätten mit Bildschirmarbeitsplätzen im Zusammenhang darzustellen und somit ein bei der Büroplanung direkt umsetzbares Konzept vorzulegen.

Diese Unterlage orientiert sich an der von D. Lorenz vorgelegten systemischen Arbeitsplatz-Analyse nach der EU-Richtlinie „Arbeit an Bildschirmgeräten“ [9]. Die dort vorgenommene Beurteilung eines Arbeitsplatzes nach

- Arbeitssystem „Fläche“,
- Arbeitssystem „Sitzen und Bewegen“,
- Arbeitssystem „Sehen und Wahrnehmen“,
- Arbeitssystem „Sicherheit und Gesundheit“,
- Arbeitssystem „Mensch-Maschine-Kommunikation“

wird mit diesen Ausführungen im Themenfeld Arbeitssystem „Sicherheit und Gesundheit“ hinsichtlich des Teilthemas „Lärm“ detailliert.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf Bildschirmarbeitsplätze in größeren Büros mit mehreren Beschäftigten. Diese großen Büros sind dadurch gekennzeichnet, dass die dort arbeitenden Personen zueinander Sichtverbindung haben und somit auch miteinander kommunizieren können, ohne andere Räume betreten zu müssen. Der Vorteil der einfachen Kommunikation geht dabei mit einigen Nachteilen bzw. Erschwernissen bei der Gestaltung eines akzeptablen akustischen Raumklimas einher. Bei derartigen „Bürolandschaften“ ist es unbedingt erforderlich, die schalltechnischen Aspekte bei der Planung zu berücksichtigen, wenn die Arbeit an den Bildschirmarbeitsplätzen aufgrund der ständigen Ablenkung nicht zu Frustration und Misserfolg führen soll. Der Planer derartiger

### **3 Anforderungen oder – wie laut darf's denn sein?**

Arbeitsstätten sollte alle Möglichkeiten nutzen, um den späteren „Bewohnern“ ein für die Bildschirmarbeit geeignetes Arbeitsumfeld zur Verfügung zu stellen.

Will man vorhandene Bildschirm-Arbeitsplätze im Hinblick auf die Lärmsituation beurteilen oder neue schalltechnisch optimal planen, so sollte man sich zuerst über die anzustrebenden Ziele im Klaren sein. Diese werden in der Regel als maximal zulässige oder als anzustrebende A-bewertete Schalldruckpegel oder auch – unter Einbeziehung von Korrekturen für Ton- und Informationshaltigkeit und von Zeitkorrekturen bei zeitlich schwankender Schalleinwirkung – als Beurteilungspegel [10] beschrieben.

Grenzwerte dieser Art orientieren sich meist an den Pegeln, bei deren Unterschreitung nur noch ein geringes Risiko für das Eintreten einer unerwünschten Wirkung besteht. Dies gilt z. B. für den von der Arbeitsstättenverordnung und der BGV B 3 genannten Wert eines maximalen Beurteilungspegels von 85 dB(A) zur Vermeidung von Gehörschäden. Dieser Wert wird durch zahlreiche Untersuchungsbefunde belegt und praktisch weltweit anerkannt.

Als weiteres und höhere Anforderungen begründendes Kriterium wird auch häufig eine ausreichende Sprachverständlichkeit zugrunde gelegt. Nach DIN 33410 [11] und anderen Erkenntnisquellen kann der maximal zulässige Geräuschpegel bestimmt werden, mit dem bei gegebenem Sprecher-Hörer-Abstand und mit bestimmtem Sprechaufwand eine gewünschte Qualität der Sprachverständlichkeit noch erreicht wird. Dieses Kriterium wird z. B. auch in der VDI-Richtlinie 2569 „Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro“ [12] herangezogen.

Schließlich seien noch die beiden auf den Beurteilungspegel bezogenen Grenzwerte 70 dB(A) und 55 dB(A) nach VDI-Richtlinie 2058 Bl. 3 [13] genannt, die auch in der Arbeitsstättenverordnung festgeschrieben sind. Der Wert von 70 dB(A) gilt für „einfache und überwiegend mechanisierte Bürotätigkeiten und vergleichbare Tätigkeiten“, der 55 dB(A) Grenzwert für „überwiegend geistige Tätigkeiten“.

Die Heranziehung dieser Grenzwerte bzw. der auf Gehörschädigung oder Sprachverständlichkeit bezogenen Grenzpegel hat sich allerdings als völlig unzureichend zur Formulierung von Zielvorstellungen für Bildschirmarbeitsplätze erwiesen. Selbstverständlich sichern die Grenzwerte nach Arbeitsstättenverordnung entsprechend dem Willen des Gesetzgebers ab, dass keine die Arbeitssicherheit und die Gesundheit der Beschäftigten gefährdenden Geräuscheinwirkungen quasi festgeschrieben werden – ein optimales und erstrebenswertes akustisches Klima am Arbeitsplatz stellen sie aber nicht sicher.

Geeignete Anforderungen müssen sich am menschlichen Empfinden und an der Reaktion von Betroffenen orientieren. Und hier zeigt die Erfahrung Folgendes:

Bei der konzentrierten Tätigkeit am Bildschirm ist grundsätzlich jede Geräuscheinwirkung, die nicht von der betrachteten Person selbst verursacht wird, als störend zu betrachten. Selbstverursachte Geräusche sind nur das eigene Sprechen und das des Gesprächspartners, das selbstverursachte Tastaturgeräusch und die zur eigenen Information erwarteten Signalgeräusche (z. B. Klingeln des eigenen Telefons).

Dagegen werden alle von technischen Geräten (so z. B. vom eigenen Computer) und von anderen Personen verursachten, von der betrachteten Person nicht beeinflussbaren Geräusche als störend empfunden.

In dem hier – wie in allen anderen Bereichen der Technik – verwendeten Beschreibungssystem für die Emission und Immission von Geräuschen ist der wichtigste Indikator für lärmbedingte Störung der mittlere Schalldruckpegel in dB(A) bzw. der am Arbeitsplatz vorliegende Beurteilungspegel.

Bei gegebenem Schallpegel (dieser Begriff wird hier und im Folgenden abkürzend für den mittleren, auf einen bestimmten Zeitabschnitt bezogenen A-Schall-

druckpegel verwendet) ist ein gleichförmiges, keiner identifizierbaren Quelle zuordenbares Geräusch weniger störend als ein aufgrund der zeitlichen Struktur, des Frequenzspektrums oder des Signalabstands zum Hintergrundgeräusch einer Quelle zuordenbares Geräusch. Die Identifizierbarkeit und damit der Störgrad ist besonders groß, wenn es sich um Sprachgeräusche handelt und diese – auch nur teilweise – verstanden werden können.

Diese drei aus zahlreichen Beschwerden im Büroalltag destillierbaren Feststellungen werden mit den folgenden Anforderungen pragmatisch abgedeckt.

**Anforderung an Bildschirmarbeitsplätze im Bürobereich:**

- **Kriterium 1:** Der von einer einzelnen, identifizierbaren Schallquelle verursachte anteilige Schallpegel sollte den von allen übrigen Quellen zusammen verursachten anteiligen Schallpegel um nicht mehr als 4 dB(A) übersteigen. Andernfalls ist der Arbeitsplatz in schalltechnischer Hinsicht als „ungünstig“ einzustufen
- **Kriterium 2:** Sprache aus fremden Arbeitsbereichen und von außerhalb soll nicht verstehbar sein. Dies bedeutet in den hier betrachteten Mehrpersonen-Büros in akustischer Hinsicht, dass der anteilige Sprachpegel von Personen, die nicht zum eigenen Funktionsbereich gehören, um mindestens 3 dB unter dem sonst vorhandenen Geräuschpegel liegen soll. Andernfalls ist der Arbeitsplatz in schalltechnischer Hinsicht als „ungünstig“ einzustufen.
- **Kriterium 3:** Der von allen Quellen zusammen verursachte Schallpegel sollte, wenn die betrachtete Person nicht tätig, aber tätigkeitsbereit ist, so niedrig wie möglich sein. Hieraus ergibt sich eine Qualifizierung nach **Tabelle 1**.

<b>Pegelbereich (Beurteilungspegel am Arbeitsplatz)</b>	<b>Schalltechnische Arbeitsplatzqualifizierung</b>
bis 30 dB(A)	optimal
über 30 dB(A) bis 40 dB(A)	sehr gut
über 40 dB(A) bis 45 dB(A)	gut
über 45 dB(A) bis 50 dB(A)	im gewerblichen Umfeld akzeptabel
über 50 dB(A) bis 55 dB(A)	ungünstig, aber noch zulässig
über 55 dB(A)	Geräuschbelastung zu hoch

**Tabelle 1: Schalltechnische Qualifizierung von Bildschirmarbeitsplätzen**

Diese 3 Anforderungen sind auf alle Bildschirmarbeitsplätze in Büros anwendbar. Sie gelten für Großraumbüros, Mehrpersonenbüros und Einzelbüros wie Kombibüros, Wohnbüros oder Studierzimmer.

Führen die Kriterien 1 bis 3 zu unterschiedlicher Einschätzung, so gilt die ungünstigere als kennzeichnend zur Qualifizierung eines Arbeitsplatzes.

Zur Erläuterung sei noch Folgendes angemerkt:

Im Einzelbüro ohne wesentlich einwirkende Fremdquellen ist ein Pegelbereich unter 30 dB(A) normal. Dies gilt z. B. für Büros mit einem Computer-Arbeitsplatz, wenn keine weiteren geräuschrelevanten Geräte im Leerlaufbetrieb sind. Dieser Pegelbereich ist auch noch bei eingeschaltetem Computer am Arbeitsplatz erreichbar, wenn Laufwerk und Lüfter dieses Computers dem Stand der Technik hinsichtlich Lärmarmut entsprechen.

Im Mehrpersonenbüro wie auch im Großraumbüro werden je nach Ausstattung und Arbeitsplatzanordnung bestenfalls die Pegelbereiche 40 dB(A) bis 45 dB(A) bzw. 45 dB(A) bis 50 dB(A) erreicht.

#### **Beispiele:**

Wird im Einzelbüro mit Pegelbereich unter 30 dB(A) ein direkt am Schreibtisch befindlicher Computer in Betrieb genommen, so kann der Schallpegel z. B. auf 40 dB(A) im Leerlauf, auf 46 dB(A) bei Plattenzugriffen ansteigen. Obwohl sich nach Kriterium 3 alleine bei eingeschaltetem Computer eine Qualifizierung „gut“ ergäbe, kann die Einschätzung wegen Kriterium 1 nur mehr als „ungünstig“ erfolgen. (Dies kann man leicht nachvollziehen – das Geräusch des Computers ist äußerst störend, wenn es alleine zu einem Anstieg des sonst vorhandenen Pegels um 10 dB führt).

Wird in einem Großraumbüro mit Pegelbereich 45 dB(A) bis 55 dB(A) der allgemeine Hintergrundpegel durch Einbau von schallabsorbierenden Deckenverkleidungen und Teppichböden sowie durch Minderung der Lüftungsgeräusche um 5 dB(A) bis 10 dB(A) abgesenkt, so ergibt sich aufgrund des Kriteriums 3 alleine eine nunmehr verbesserte Qualifizierung als „gut“. Hier ist stets zu prüfen, ob dies auch noch unter Berücksichtigung der Kriterien 1 und 2 gilt. Sind die Personen von benachbarten Arbeitsbereichen aufgrund des nunmehr niedrigeren Hintergrundpegels besser verstehbar, kann dies zur Verletzung des Kriteriums 2 und damit zur Einstufung „ungünstig“ führen. In diesem Fall sind weitere abschirmende Maßnahmen erforderlich.

Grundsätzlich liefert die Tabelle 1 keine festen Grenzwerte, sondern eine Qualifizierung. Bei der praktischen Anwendung ist somit zu prüfen, ob eine verbesserte Qualifizierung mit dem Stand der Technik entsprechenden Maßnahmen möglich ist. In einem Call-Center mit zahlreichen in geringem Abstand zueinander befindlichen sprechenden Personen wird sich sicher ein ungünstigerer Pegelbereich ergeben als in einem Großraum-Konstruktionsbüro, in dem wesentlich mehr Fläche pro Person zur Verfügung steht.

## **4 Von der Emission zur Immission – wie laut wird's?**

Die Anforderungen beziehen sich, wie oben dargestellt, auf die am Bildschirm-Arbeitsplatz letztlich entstehenden Schallpegel. Ursache dieser durch Schallpegel beschriebenen Immission ist die Geräuschemission der Quellen. Zur überschlägigen Abschätzung, wie laut es in einem geplanten Büro am Arbeitsplatz sein wird, sind im Prinzip die Schallpegel mit den Methoden der Schallausbreitungsrechnung aus der Emission aller Quellen zu berechnen.

### **4.1 Die Beiträge zum Geräuschpegel am Arbeitsplatz**

Grundsätzlich tragen im großen Mehrpersonen-Büro entsprechend Bild 1 mehrere Schallanteile zum Gesamtpegel – der im Folgenden auch als Hintergrundpegel  $L_{H+}$  bezeichnet wird - bei.

- 1) Geräuscherzeugung durch die im Raum befindlichen Quellen. Dies sind z. B. Maschinen und Geräte wie Computer, Drucker und Kopierer. Weitere wesentliche und oft zu Problemen führende Quellen sind im Mehrpersonenbüro andere sprechende oder sonst wie sich äußernde Personen sowie die mit ihrer Kommunikation zusammenhängende Geräusche (Telefonklingeln).
- 2) Die von außerhalb einwirkenden Geräusche, die allerdings in der Regel umso weniger eine Rolle spielen, je größer die Grundfläche des Büros ist. Sie haben im Wesentlichen folgende Ursachen:

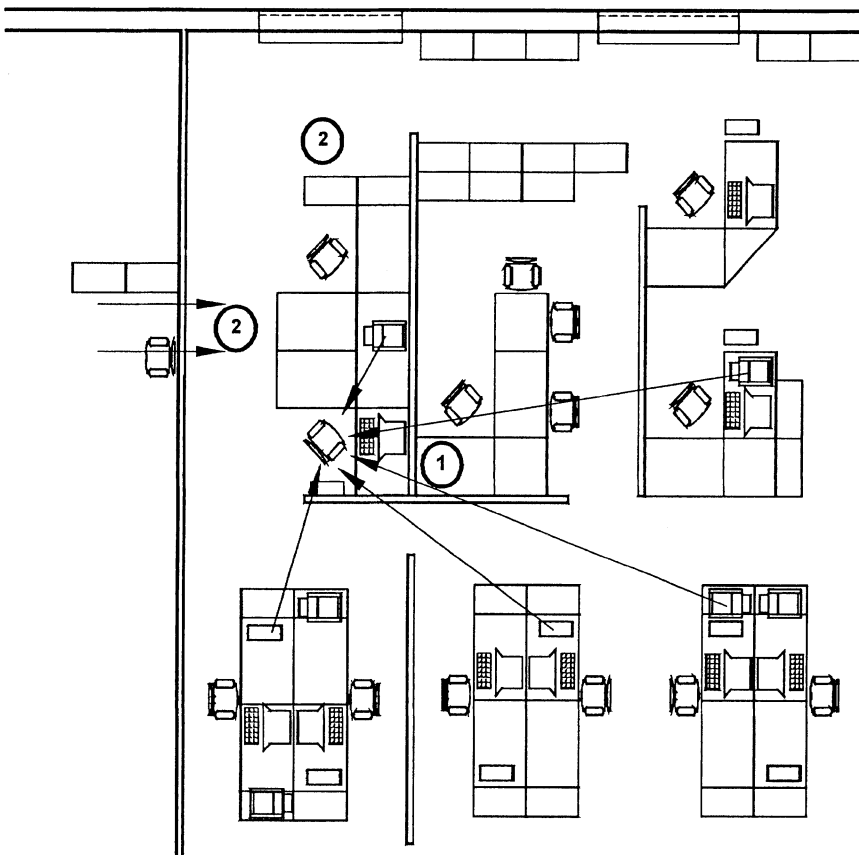
2.1) Lärm von außen. Er wird meist vom Kfz-Verkehr auf den umliegenden Straßen bestimmt. Der hierdurch im Raum verursachte anteilige Schallpegel hängt sowohl vom mittleren Schallpegel außen vor der Fassa-

de  $L_{\text{außen}}$  wie auch vom resultierenden Schalldämm-Maß  $R'_{w, \text{res}}$  dieser Fassade (mit allen Einbauten inkl. Fenster) ab.

2.2) Lärm aus benachbarten Räumen. Auch dieser Pegelanteil wird vom Schallpegel in diesen Nachbarräumen und vom resultierenden Schalldämm-Maß der Trennwände bestimmt. Befinden sich neben dem betrachteten Einzelbüro weitere Büros oder sonstige Aufenthaltsräume, so kann die noch verstehbare Sprache aus diesen Bereichen, z. B. wenn im Nachbarraum telefoniert wird, sehr störend sein. Diese Schallübertragung ist auch zu berücksichtigen, wenn Produktionsräume mit geräuschintensiven Maschinen benachbart sind.

2.3) Lärm von haustechnischen Anlagen. Verursacher sind z. B. Heizungsanlagen, Aufzüge oder Tiefgaragentore.

2.4) Lärm aus Lüftungs- und Klimaanlage. Dies ist besonders dann zu beachten, wenn das betrachtete Büro selbst belüftet ist und wenn sich somit eine Zu- und/oder Abluftöffnung im Raum befindet.



**Bild 1: Die den Schallpegel am Bildschirmarbeitsplatz beeinflussenden Geräuschanteile**

Alle genannten einwirkenden Geräusche zusammen führen zum letztlich interessierenden Schallpegel am Bildschirmarbeitsplatz. Dabei ist der von außen eindringende Schallanteil nach (2) oft vorgegeben und aufgrund von zu sehr begrenzten Budgets nicht veränderbar, wenn ein Büro mit Bildschirmarbeitsplätzen eingerichtet wird oder wenn neue Geräte beschafft werden. Der wichtigste und im Folgenden detaillierter behandelte Einfluss ist der von den im Raum befindlichen Geräten und Einrichtungen verursachte Schallanteil nach (1).

#### 4.2 Die innerhalb eines Büros erzeugten Geräuschanteile

Bei der kompletten Neuplanung sollten alle Schallanteile einbezogen werden - hierzu sei auf die einschlägige Bauakustik-Fachliteratur sowie auf die Baunorm DIN 4109 mit ihrem Beiblatt 1 verwiesen. Obwohl häufig der von den Quellen im Raum verursachte Schallanteil bestimmend ist, werden im Folgenden auch die übrigen Einflüsse kurz behandelt.

Die Geräuschemission der im Büro installierten Geräte wird durch ihren Schalleistungspegel beschrieben.

Der beim Betrieb eines Geräts im Raum verursachte anteilige Schallpegel  $L$  unterscheidet sich nur durch eine Konstante vom Schalleistungspegel  $L_{WA}$  dieses Geräts. Kauft man einen Computer mit einem um 8 dB leiseren Lüfter (dies ist in der Praxis möglich), so wird der aufgrund des Computer-Leerlaufgeräuschs ständig vorhandene Hintergrundpegel um 8 dB niedriger sein.

In **Tabelle 2** sind die Schalleistungspegel der im Büro wesentlichen Geräuschquellen zusammengestellt. Die Angaben entsprechen in etwa dem technischen Standard des Jahres 2000.

Schallquelle	Wertebereich		Planungswert dB(A)
	von dB(A)	bis dB(A)	
sprechende Person (am Telefon)	55	70	65
Computer Leerlauf (Lüfter, Platte)	30	50	<b>45</b>
Computer bei Plattenzugriff	35	55	50
Computer bei Tastatureingabe	55	65	60
Laserdrucker Leerlauf	<< 30	46	42
Laserdrucker Druckbetrieb	55	60	58
Kopierer Leerlauf	50	60	<b>55</b>
Kopierer Druckbetrieb	60	70	67
Telefonklingeln	60	80	70

**Tabelle 2: Schalleistungspegel  $L_{WA}$  von Geräuschquellen, die den Schallpegel an Bildschirmarbeitsplätzen im Büro bestimmen. (Für vorgesehene Gerätetypen sind die vom Hersteller angegebenen Werte zu verwenden, wenn diese nach DIN EN ISO 7779 bzw. nach einer der Normen DIN EN ISO 3741, 3744 oder 3747 ermittelt worden sind.)**

Der Schalleistungspegel  $L_{WA}$  eines Geräts als quellenbezogener Geräuschemissionswert ist das Maß des von diesem Gerät abgestrahlten Schalls.

Der Emissionsschalldruckpegel  $L_{pA}$  ist der auf Freifeld-Bedingungen bezogene Schallpegel am zugeordneten Arbeitsplatz.

Für eine zielgerichtete Planung – und sei sie auch noch so überschlägig – muss der Schalleistungspegel der lärmrelevanten Geräte und sonstiger Quellen bekannt sein.

Zur schalltechnischen Qualifizierung und Beurteilung der Emission eines Gerätes wird aus den beiden Kennwerten Schalleistungspegel  $L_{WA}$  und Emissions-Schalldruckpegel  $L_{pA}$  der in einem Bezugsraum mit der äquivalenten Absorptionsfläche  $10 \text{ m}^2$  am Arbeitsplatz sich einstellende Schalldruckpegel  $L_{AP}$  bestimmt.

$$L_{AP} = L_{pA} + 10 \cdot \log \left[ 1 + 0,4 \cdot 10^{0,1(L_{WA} - L_{pA})} \right] \quad (1)$$

Die Einstufung mit  $L_{AP}$  erfolgt dann gemäß **Tabelle 1**.



Bei der Neueinrichtung von Büros mit Bildschirmarbeitsplätzen sollten grundsätzlich nur solche Geräte wie Computer, Drucker, Kopierer und Sonstiges gekauft werden, für die vom Hersteller bzw. Lieferer der Schalleistungspegel bei Leerlauf und Betrieb verbindlich angegeben wird. \*)

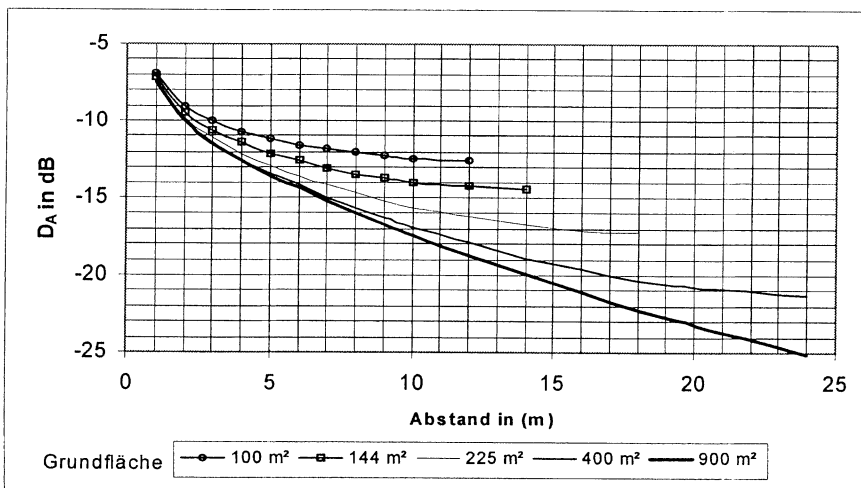
Bei Verwendung der **Tabelle 2** zur Ermittlung des Hintergrundpegels sollten sowohl die auf den Leerlauf der Geräte wie auch auf den Betrieb bezogenen Schalleistungspegel für alle Quellen der anderen Arbeitsplätze verwendet werden. Für die Geräte des eigenen Arbeitsplatzes wird der Leerlaufbetrieb zugrunde gelegt. (Die übrigen Betriebsarten werden von der betroffenen Person selbst ausgelöst und bestimmen somit nicht den die Konzentration auf die eigene Arbeit beeinträchtigenden Hintergrundpegel. Vor der Beschaffung von technischen Geräten, die das akustische Umfeld im Bereich von Bildschirmarbeitsplätzen beeinflussen können, sollte die beschriebene Beurteilung in jedem Fall mit den vom Hersteller oder Lieferant verbindlich angegebenen Schalleistungspegeln durchgeführt werden.

Der von einem Gerät mit Schalleistungspegel  $L_{WA}$  in einem Raum im Abstand  $r$  verursachte Schallpegel  $L$  kann näherungsweise mit

$$L = L_{WA} + D_A(r) \quad (2)$$

beschrieben werden, wobei  $D_A(r)$  die in VDI-Richtlinie 3760 [14] beschriebene und auf das Frequenzspektrum der Quelle bezogene Schallausbreitungskurve ist.

Zur detaillierten schalltechnischen Planung eines Mehrpersonenbüros ist es zweckmäßig, diese Schallausbreitung und damit auch die von allen Quellen an den Arbeitsplätzen verursachten anteiligen Schallpegel nach dem VDI 3760 – Verfahren oder mit weitergehenden Methoden unter Einbeziehung von abschirmenden Einrichtungen zu berechnen. Dies ist i.d.R. nur mit entsprechenden Computerprogrammen möglich. Zur überschlägigen „Handrechnung“ können die in **Bild 2 und 3** dargestellten Schallausbreitungskurven verwendet werden.



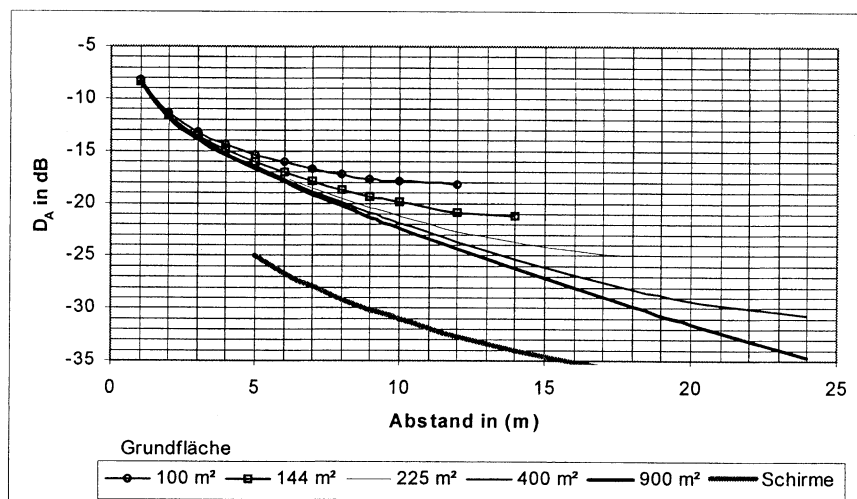
**Bild 2:** Die Schallausbreitungskurven  $D_A(r)$  für Büros ohne schallabsorbierende Decke

(Im Diagramm Bild 2 ist eine Raumhöhe von 2,75 m und annähernd quadratischer Grundriss vorausgesetzt, der mittlere Absorptionsgrad des Bodens beträgt 0,2, der von Wänden und Decke 0,1, die Streukörperdichte 0,08 und die Streukörperabsorption 0,1.)

\*) Für Computer und andere Geräte wird der Schalleistungspegel teilweise nach ISO 9296 in Bel angegeben, wobei die Messunsicherheit mit 2,5 dB bereits berücksichtigt ist. Der hier und im Folgenden für Planungszwecke zu verwendende Schalleistungspegel  $L_{WA}$  ergibt sich aus dem in Bel angegebenen Schalleistungspegel  $L_{WAd}$  nach

$$L_{WA} = 10 \cdot L_{WAd} - 2,5$$

#### 4.3 Ermittlung der Geräuschimmission aus Emission und Schallausbreitung



**Bild 3: Die Schallausbreitungskurven  $D_A(r)$  für Büros mit schallabsorbierender Decke**

(Im Diagramm Bild 3 ist eine Raumhöhe von 2,75 m und annähernd quadratischer Grundriss vorausgesetzt, der mittlere Absorptionsgrad des Bodens beträgt 0,2, der von Wänden 0,1 und der Decke 0,8, die Streukörperdichte 0,08 und die Streukörperabsorption 0,1.)

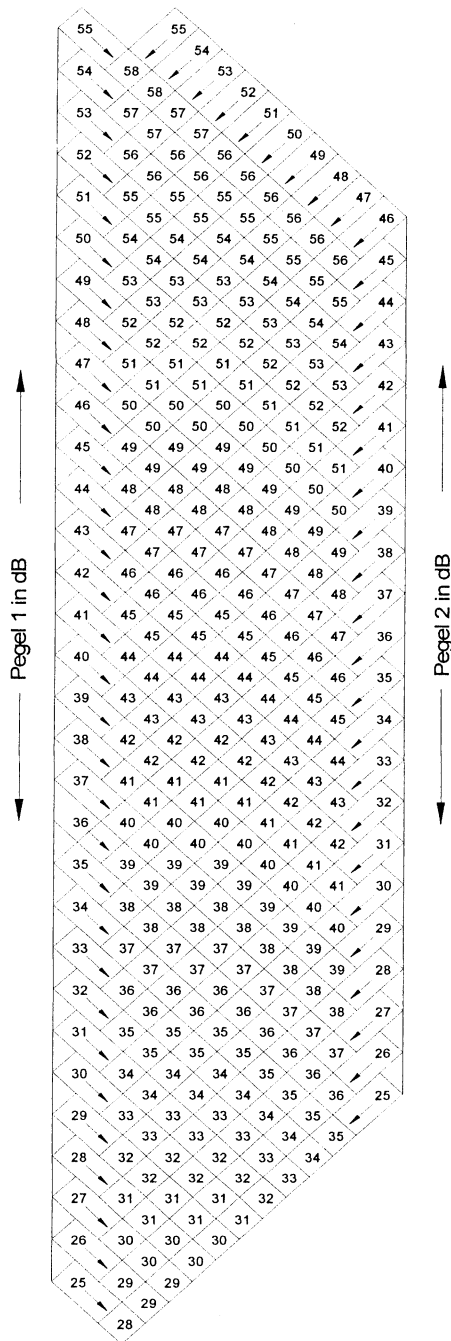
Diese Kurven sind mit den in der Bildunterschrift angegebenen Bedingungen berechnet worden. Bei der untersten Kurve in **Bild 3** ist zusätzlich zur schallabsorbierenden Decke vorausgesetzt, dass sich teilweise absorbierend verkleidete ca. 2.2 m hohe Schallschirme, wie sie zur Raumgliederung in Bürolandschaften verwendet werden, im Strahlweg befinden. Die entsprechende zusätzliche Pegelminderung hat sich aus „Rastermessungen“ in Großraumbüros ergeben [4].

Zur Ermittlung des von einer Schallquelle im Raum verursachten Schallpegels wird die für die Raumgrundfläche zutreffende Schallausbreitungskurve aus einem der Diagramme **Bild 2** oder **Bild 3** gewählt. Entsprechend dem Abstand des betreffenden Arbeitsplatzes von der betrachteten Quelle ergibt sich damit der Wert  $D_A$ . Dieser wird zum Quellen-Schalleistungspegel addiert (da der Wert selbst negativ ist, ergibt sich ein niedrigerer Zahlwert für den anteiligen Schallpegel). Sind Quelle und betrachteter Arbeitsplatz durch einen oder mehrere Schallschirme getrennt, so wird – allerdings nur bei absorbierender Decke – die unterste Kurve in Bild 3 gewählt.

Sind auf diese Weise die anteiligen Schallpegel  $L_{1,n}$  der wesentlichen Quellen bestimmt, so wird aus diesen der von allen Quellen zusammen verursachte Schallpegel  $L_1$  berechnet.

$$L_1 = 10 \cdot \log \left( \sum_n 10^{0,1 \cdot L_{1,n}} \right) \text{ dB} \quad (3)$$

Das Schema nach **Bild 4** ermöglicht diese „Pegeladdition“ auf einfache Weise. Zuerst werden die zwei höchsten Pegel addiert, zur Summe wird dann der dritthöchste Pegel addiert usw. Allerdings ist die „manuelle“ Durchführung dieses Verfahrens nur bei einer überschaubaren Zahl von Schallquellen sinnvoll.



**Bild 4:** Schema zur Pegeladdition (Die beiden Teilpegel werden am linken und rechten Rand des Schemas aufgesucht. – Die Verlängerung der an diesen Teilpegeln befindlichen Pfeile führt im Schnittpunkt zum gesuchten Summenpegel.)

Ergibt sich kein Schnittpunkt mit Zahlwert, so ist der größere der beiden Teilpegel als Summenwert zu nehmen.

Ist einer der beiden Teilpegel größer als 55 dB(A), so werden beide Teilpegel um X dB(A) vermindert und nach dem vorgenannten Verfahren addiert – das Ergebnis ist dann wieder um X dB(A) zu erhöhen. Für X wird zweckmäßigerweise die kleinste durch 10 teilbare ganze Zahl gewählt, mit der beide um X verminderte Teilpegel in den Bereich von 25 dB(A) bis 55 dB(A) fallen.

#### 4.4 Planerisches Verfahren zur Ermittlung des Hintergrundpegels für große Büros

Durch Leerlauf- und Betriebsgeräusche von Geräten und von sprechenden und anderweitig sich äußernden Personen ergibt sich eine Geräuschkulisse, deren Schallpegel als Hintergrundpegel zur Qualifizierung der Bildschirmarbeitsplätze nach dem o.g. Verfahren schon in der Planungsphase bestimmt werden sollte.

Nur so ist es möglich, bei zu hoher und die Konzentration beeinträchtigender Belastung rechtzeitig die erforderlichen Maßnahmen zu berücksichtigen.

Folgende Schritte sind erforderlich:

1. Bestimmung des Schalleistungspegels aller einem Arbeitsplatz im Mittel zuzuordnenden Geräte und sonstigen technischen Quellen. Für die Geräte wird dabei der Betriebszustand zugrunde gelegt, der für die Lärmbelastung kennzeichnend ist. In der Regel ist dies der Leerlaufbetrieb von Computern, Druckern usw. (wenn ein zu mehr Lärm führender Betriebszustand – z. B. Druckbetrieb bei Druckern – an allen Arbeitsplätzen mehr als 30 % der Zeit vorliegt, so sollte der Schalleistungspegel dieses Betriebszustands verwendet werden).

Es werden die vom Hersteller angegebenen Werte oder – wenn diese nicht verfügbar sind – die aus **Tabelle 2** entnommenen Werte verwendet. Der gesamte Schalleistungspegel  $L_{WA,Geräte}$  wird Schritt für Schritt mit dem Schema nach **Bild 4** gebildet.

2. Bestimmung des Schalleistungspegels durch Gespräche.

Dieser Wert ergibt sich aus dem mittleren Schalleistungspegel einer entspannt in beobachteter Umgebung sprechenden Person von ca. 55 dB(A) und dem Anteil k der Personen, die gleichzeitig sprechen.

$$L_{WA,Sprache} = 55 \text{ dB(A)} + dL_{\text{Anteil}} \tag{4}$$

mit  $dL_{\text{Anteil}}$  nach **Tabelle 3**.

Büroart	Anteil k	$dL_{\text{Anteil}}$
Call-Center	1	0
Vertrieb	0.8	-1
Verwaltung	0.25	-6
Konstruktion	0.1	-10

**Tabelle 3: Zuschlag  $dL_{\text{Anteil}}$  für unterschiedliche Nutzungen**

3. Der gesamte auf einen Arbeitsplatz bezogene Schalleistungspegel  $L_{WA,Ap}$  ergibt sich dann als energetische Summe durch Addition der Teilpegel mit dem Schema nach **Bild 4**.

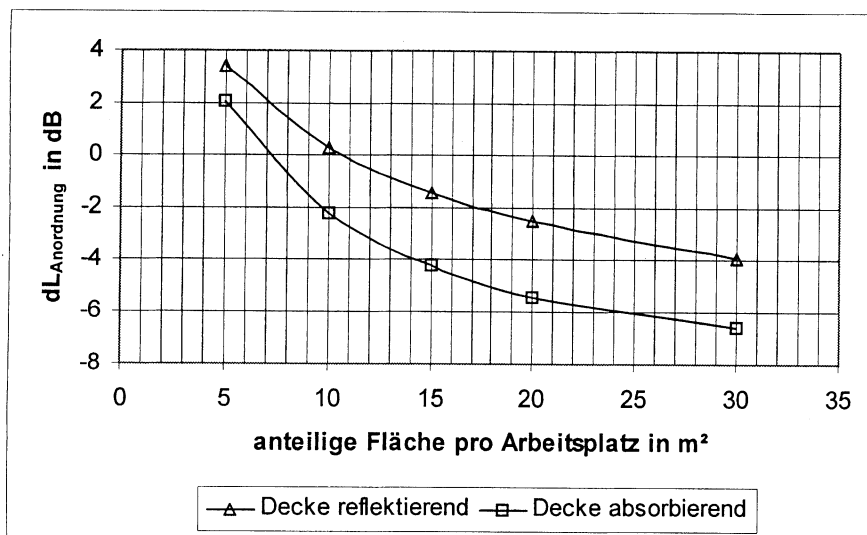
$$L_{WA,Ap} = L_{WA,Geräte} (+) L_{WA,Sprache} \tag{5}$$

#### Bestimmung des mittleren Schallpegels im Rau

Der im Raum sich letztlich einstellende mittlere Schallpegel des Hintergrundgeräuschs  $L_H$  hängt davon ab, welche Fläche pro Arbeitsplatz zur Verfügung steht und in welchem Maße der Raum absorbierend ausgestattet und durch abschirmende Einrichtungen wie Stellwände gegliedert worden ist.

$$L_H = L_{WA,Ap} + dL_{\text{Anordnung}} + dL_{\text{Schirme}} \tag{6}$$

Der Einfluss von Deckenabsorption und anteiliger Grundfläche pro Arbeitsplatz ergibt sich aus dem Diagramm **Bild 5**.



**Bild 5: Einfluss der Fläche pro Arbeitsplatz und der Deckenausbildung auf den Hintergrundpegel**

(Die Basis dieses Diagramms ist eine Raumhöhe von 2,75 m sowie Absorptionsgrade von 0,2 für den Boden, 0,1 für die reflektierende und 0,8 für die absorbierende Decke, 0,1 für die Wände, die Berechnung erfolgte für die genannte Quellenverteilung und der für diesen Raum geltenden Schallausbreitung nach VDI 3760. Beim Abszissenwert 25 handelt es sich somit um Punktschallquellen im Raum, die im Raster 5 m angeordnet sind. Der betrachtete Arbeitsplatz hat einen Abstand von 1 m zu „seiner“ Punktquelle – sie begrenzt somit die mit Akustikdecke erreichbare Pegelminderung.)

Bei der Darstellung **Bild 5** ist zu berücksichtigen, dass dies die Pegeländerung an einem Arbeitsplatz angibt, der selbst mit 1 m Abstand von „seiner“ Schallquelle angenommen wurde. Die mit einer Akustikdecke erreichbare Pegelminderung ist zwischen den Arbeitsplätzen größer.

Der Hintergrundpegel wird auch noch durch die Gliederung der Bürolandschaft mit Schallschirmen wesentlich beeinflusst. Da es hier sehr darauf ankommt, welche umgebenden Arbeitsplätze abgeschirmt sind und welche nicht, kann für diesen Fall keine allgemein gültige Regel angegeben werden. Wie sich aus Schallausbreitungsmessungen in Großraumbüros [5] ergeben hat (siehe auch Darstellung in **Bild 3**), führt die Abschirmung durch ca. 2 m hohe teilweise absorbierende Stellwände zu Pegelminderungen für den Geräuschanteil der abgeschirmten Quellen von ca. 8 dB. Unter Einbeziehung der Ergebnisse nach **Bild 3** kann davon ausgegangen werden, dass sich der Hintergrundpegel aufgrund einer Gliederung mit schallabschirmenden Trennwänden mit ca. 2 m Höhe um den Beitrag  $dL_{Schirme}$  ändert.

Schirmwände	Deckenfläche	
	reflektierend	absorbierend
reflektierend	0	-2
absorbierend	-1	-4

**Tabelle 4: Änderung  $dL_{Schirme}$  des Hintergrundpegels  $L_H$  aufgrund der Raumgliederung durch ca. 2 m hohe Schallschirme**

#### 4.5 Die aus anderen Bereichen in den Raum übertragenen Geräuschanteile

Selbst wenn in einem Büro völlige Betriebsruhe herrscht und alle im Raum befindlichen Geräte abgeschaltet sind, wird sich aufgrund der Schallübertragung aus den übrigen Teilen des Gebäudes sowie – bei Büros mit Außenfassade – vom Freien ein gewisser Hintergrundschallpegel  $L_2$  einstellen. Im allgemeinsten Fall entsteht dieser Pegel  $L_2$  aus der Überlagerung mehrerer Geräuschanteile  $L_{2,n}$ .

Der im Raum entstehende anteilige Schallpegel eines Geräuschanteils ergibt sich aus dem auf der anderen Seite des Begrenzungsbauteils anliegenden Schallpegel  $L_{\text{ausßen}}$ , dem resultierenden Schalldämm-Maß  $R'_w$  des Begrenzungsbauteils, seiner Fläche  $S$  und der äquivalenten Absorptionsfläche  $A$  im betrachteten Büro mit

$$L_{2,1} = L_{\text{ausßen}} - R'_w + 10 \cdot \log\left(\frac{S}{A}\right) + C \text{ dB} \quad (7)$$

wobei  $C$  für die Berechnung von Außenlärm -3 dB beträgt. Im Rahmen dieser Abschätzung wird  $C = 0$  vorausgesetzt.

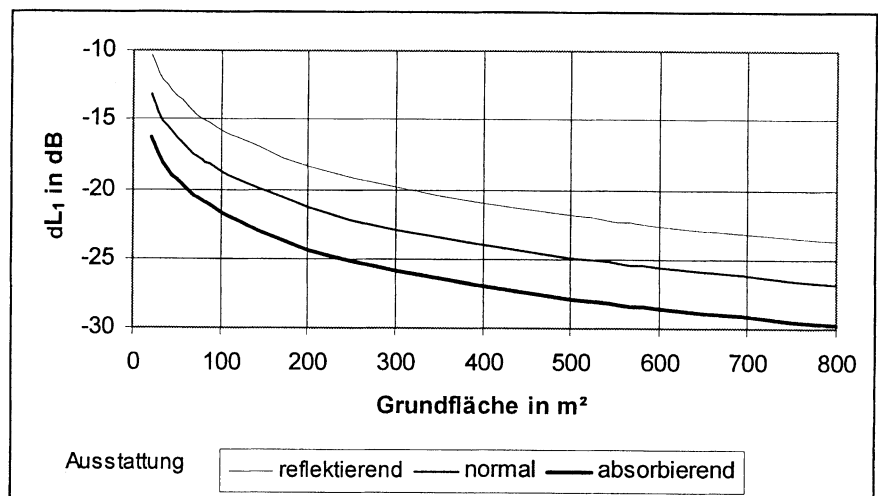
Hinweis:

Dies ergibt eine gewisse Kompensation für die Unterschätzung durch die Verwendung von  $R'_w$  statt der getrennten Berechnung für jedes Frequenzband.

Diese Gleichung zeigt auch die wesentlichen Einflüsse, die bei der Minderung dieser Schallübertragung zu berücksichtigen sind. So wird die Schallübertragung selbstverständlich geringer, wenn der auf der Gegenseite anliegende Schallpegel gemindert oder wenn eine Trennwand mit höherem Schalldämm-Maß eingebaut wird. Wenn die beiden Räume durch eine kleinere Trennwandfläche verbunden sind, wird die übertragene Schallenergie entsprechend kleiner sein. Die Größe  $A$  beschreibt den Einfluss der Absorption im betrachteten Büroraum – bei gleicher Einstrahlung von Schallleistung wird es umso leiser, je mehr schallschluckendes Material sich im Raum befindet. Der Einbau einer absorbierenden Akustikdecke oder die Verlegung eines schallabsorbierenden Teppichbodens mindert somit auch die von außen in den Raum eindringenden Geräusche.

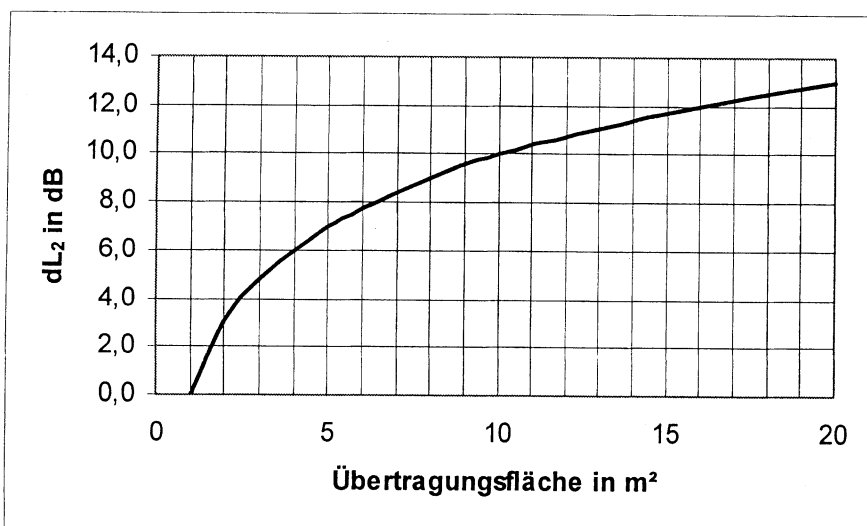
Zur praktischen Abschätzung ist die Gleichung (8) in Verbindung mit den Diagrammen **Bild 6** und **Bild 7** geeignet.

$$L_{2,1} = (L_{\text{ausßen}} - R'_w + dL_1 + dL_2) \text{ dB} \quad (8)$$



**Bild 6:** Konstante  $dL_1$  in Abhängigkeit von der Raumgrundfläche

<sup>1</sup> In Gleichung (7) wird das bewertete Schalldämm-Maß  $R'_w$  der gesamten Trennfläche mit evtl. vorhandenen Fenstern oder Türen verwendet. Im Rahmen dieser Abschätzung sollten mit Gleichung (7) die Pegelanteile von allen schwach schalldämmenden Bauteilen wie Fenster und Türen getrennt bestimmt und mit dem Schema Bild 4 addiert werden.



**Bild 7:** Konstante  $dL_2$  in Abhängigkeit von der übertragenden Fassaden- oder Wandfläche

Bei ausgedehnten Mehrpersonenbüros gilt dieses Verfahren allerdings nur als Näherung. Hier geht man besser von dem in der Nähe der übertragenden Wand sich einstellenden Schallpegel aus. Dieser ergibt sich, wenn  $dL_1$  und  $dL_2$  in Gleichung (8) zu Null gesetzt werden.

Das Schema nach Gleichung (8) mit Diagrammen **Bild 6 und 7** kann auch verwendet werden, um den von einzelnen Fenstern oder anderen Bauteilen verursachten Innenschallpegel zu bestimmen.

Er wird meist vom Kfz-Verkehr auf den umliegenden Strassen bestimmt.  $L_{\text{ausßen}}$  ist in diesem Fall der Schallpegel, der aufgrund des Verkehrslärms vor der Fassade anliegt.

Im Planungsfall wird dieser Außenschallpegel aus den Verkehrsmengen und der Anordnung Straße – Gebäude berechnet. In Städten, in denen bereits ein Schallimmissionsplan nach BImSchG § 47a vorliegt, können diese Werte bei der Stadtverwaltung erfragt werden. Nur in Sonderfällen ist es sinnvoll, eine entsprechende Schallmessung durchzuführen.

Beispiel 1:

Der verkehrslärmbedingte Schallpegel vor der Fassade betrage 70 dB(A), die Grundfläche des Büros sei 100 m² und die Fensterfläche 6 m². Es seien Fenster mit einem Schalldämm-Maß von 28 dB vorgesehen. Der durch dieses Fenster verursachte Innenpegel soll bestimmt werden, wobei von normaler Raumaustattung mit Teppichboden auszugehen ist.

Lösung:

Mit den angegebenen Flächen ergibt sich

aus **Bild 6**  $dL_1 = -22$  dB

aus **Bild 7**  $dL_2 = 8$  dB

und aus Gleichung (8) somit

$$L = (70 - 28 - 22 + 8) \text{ dB(A)} = 28 \text{ dB(A)}$$

als der von diesem Fenster verursachte Innenschallpegel.

Mit den Beziehungen (7) bzw. (8) kann auch die resultierende Fassadendämmung bestimmt werden, die erforderlich ist, damit bei gegebenem Außenpegel

**4.6 Die vom Freien über Fassade und Fenster übertragenen Geräuschanteile**

eine gewünschte Obergrenze für den anteiligen Innenpegel nicht überschritten wird.

Auf eine Ableitung des verkehrslärmbedingten Schallpegels vor der Fassade wird hier verzichtet.

#### 4.7 Die aus benachbarten Räumen übertragenen Geräuschanteile

Auch dieser Pegelanteil wird vom Schallpegel in diesen Nachbarräumen und vom resultierenden Schalldämm-Maß der Trennwände mit den in Gl. (7) bzw. (8) beschriebenen quantitativen Zusammenhängen bestimmt.

Befinden sich neben dem betrachteten Büro weitere Büros oder sonstige Aufenthaltsräume, so kann z. B. die noch verstehbare Sprache aus diesen Bereichen zu erheblicher Beeinträchtigung der Konzentration bei der Arbeit am Bildschirm führen. Um eine Beurteilung entsprechend dem o.g. Kriterium 2 (Verstehbarkeit von Sprache) vornehmen zu können, wird ein im benachbarten Raum vorliegender Sprach-Schallpegel von

$$L_{\text{ausßen}} = 65 \text{ dB(A)}$$

vorausgesetzt und der daraus sich ergebende Innenschallpegel im betrachteten Arbeitsraum bestimmt.

Befinden sich im Nachbarraum geräuschabstrahlende Maschinen oder sonstige Einrichtungen, so wird der an der Trennwand anliegende Schallpegel  $L_{\text{ausßen}}$  entweder direkt gemessen oder aus den Geräuschemissionswerten dieser Quellen bestimmt.

Auch dieser Pegelanteil ist für die Trennwände zu allen Nachbarräumen getrennt zu ermitteln und – z. B. mit dem Schema **Bild 4** - zum Gesamtpegel energetisch zu addieren.

##### Beispiel 2:

Dem im vorgenannten Beispiel 1 beschriebenen Büro ist ein Produktionsraum benachbart, in dem der Schallpegel ca. 85 dB(A) beträgt. Die Trennwand hat eine Fläche von 10 m<sup>2</sup> und aufgrund der Bauart betrage das Schalldämm-Maß 40 dB. Welcher Schallpegel ist in der Nähe der Trennwand zu erwarten?

##### Lösung:

Der Pegel direkt an der Trennwand ergibt sich aus Gleichung (8) mit

$$dL_1 = dL_2 = 0 \text{ zu:}$$

$$L = (85 - 40) \text{ dB(A)} = 45 \text{ dB(A)} \quad (9)$$

Dieser Pegel alleine lässt somit für die unmittelbar an der Wand befindlichen Arbeitsplätze keine bessere Qualifikation als „noch akzeptabel“ zu.

#### 4.8 Sonstige Geräusche

##### Lärm von haustechnischen Anlagen

Verursacher sind z. B. Heizungsanlagen, Aufzüge oder Tiefgaragentore.

Diese Geräusche sollten bei fachgerechter Ausführung der genannten Einrichtungen keine wesentliche Rolle spielen.

##### Lärm aus Lüftungs- und Klimaanlage

Dies ist besonders dann zu beachten, wenn das betrachtete Büro selbst belüftet ist und wenn sich somit eine Zu- und/oder Abluftöffnung im Raum befindet. Lüftungs- und Klimaanlage können durch Schalldämpfer in der Kanalführung stets so ausgelegt werden, dass die von ihnen verursachten Geräusche die nach **Tabelle 1** festgelegte Anforderung erfüllen.



Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass alle einwirkenden Geräusche im Zusammenhang zu sehen sind. Besonders in ausschließlich gewerblich genutzten Bürogebäuden bildet der von außen übertragene Schallanteil in den Einzelbüros einen anteiligen Hintergrundpegel  $L_{\text{H}}$ , der quasi als Lärm-Bodensatz bleibt und auch mit noch so lärmarmen Geräteausstattung nicht unterschritten werden kann. Bei der Neueinrichtung eines Büros mit Bildschirmarbeitsplätzen ist deshalb stets der schon vorhandene Schallpegel  $L_{\text{H}}$  zu berücksichtigen, wenn die im Weiteren beschriebene schalltechnische Planung durchgeführt wird.

Bei den hier behandelten großen Mehrpersonenbüros kommt es vor allem darauf an, durch optimale Gestaltung des Raums und durch günstige Anordnung der Arbeitsplätze ein gutes akustisches Raumklima zu schaffen. Besonders die Störung durch andere Mitarbeiter bei Telefon- oder sonstigen Gesprächen kann die Konzentration erheblich beeinträchtigen. Die Erfahrung zeigt, dass die meisten Beschwerden über Lärm im Mehrpersonenbüro mit Kommunikationsgeräuschen zusammenhängen. Insofern ist es besonders wichtig, dem Kriterium 2 bei der Planung und Auslegung besondere Bedeutung beizumessen.

- **Geräte mit möglichst niedriger Emission verwenden**

Beim Kauf von Geräten wie Computer, Drucker oder Kopierer ist darauf zu achten, dass für diese ein Geräuschemissionswert nach Norm angegeben wird.

Bei Arbeitsplatz-Computern ist zu bedenken, dass aufgrund des erheblichen Preisdrucks oft relativ billige, aber unnötig laute Lüfter eingebaut werden, obwohl qualitativ hochwertigere und wesentlich leisere Lüfter die Gesamtkosten des Systems nur unwesentlich erhöhen. Bei der Ausrüstung von Arbeitsplätzen mit Computern sollte ggf. die Nachrüstung mit derartigen leiseren Lüftern verlangt werden.

Der für einzelne Geräte in **Tabelle 2** angegebene Wertebereich zeigt, auf welchen enormen Vorteil man ohne Not verzichtet, wenn z. B. Arbeitsplatzcomputer gekauft werden, ohne eine verbindliche Angabe über deren Geräuschemission bekommen zu haben. Erwischt man einen noch so leistungsfähigen Rechner mit einem Fernost-Billigstlüfter, so kann der Geräuschemissionswert bis zu 50 dB(A) anstatt der durchaus auch möglichen 30 dB(A) betragen. Es gibt keine andere Maßnahme, mit der eine derartige Pegelminderung erreichbar wäre.

Nur wenn die Beurteilung des Arbeitsplatzes, der mit diesen Geräten ausgestattet werden soll, bei Berücksichtigung der angegebenen Werte nach den hier genannten Kriterien ein akzeptables Ergebnis liefert, sollte eine Entscheidung für das betreffende Gerät in Erwägung gezogen werden. Wird auf die Einbeziehung der Geräuschemission verzichtet, weil der Lieferant z. B. keinen verbindlichen Wert angeben will, dann kann die zu erwartende Lärmsituation auch nicht beurteilt werden.

Es ist durchaus möglich, dass für einzelne Produkte kein normenbezogener Schalleistungspegel erhältlich ist. Im Interesse der Beschäftigten – und unter Berücksichtigung der mit gestörter Konzentration sinkenden Arbeitsleistung auch im betrieblichen Interesse – sollte im Umfeld von Bildschirmarbeitsplätzen auf den Einsatz dieser Produkte verzichtet werden. Auch wenn vorgebracht wird, dass keine gesetzliche Verpflichtung zur Angabe dieses Werts bestünde, so ist es doch das Recht jedes Käufers und in gewisser Weise die Pflicht jedes Arbeitgebers, den Wettbewerb zu nutzen und die Produkte zu bevorzugen, mit denen er seiner Verantwortung gegenüber den Beschäftigten gerecht werden kann.

## **5 Lärmarme Bildschirmarbeitsplätze – wie erreicht man die?**

### **5.1 Maßnahmen**

Dies gilt selbst dann, wenn ein vom Leerlaufgeräusch des Compers verursachter höherer Hintergrundpegel erwünscht ist, damit die aufgrund einer zu geringen Schalldämmung der Zwischenwände verstehbare Sprache aus den Nachbarräumen überdeckt wird. In diesem Fall sollte die Emission noch gezielter im Hinblick auf das erforderliche Pegelniveau ausgewählt werden, damit keinesfalls eine über dieses Notwendige hinausgehende Mehrbelastung entsteht.

- **Günstige Anordnung wählen**

Die schalltechnisch günstige Anordnung von Arbeitsplätzen und Geräten ist in großen Mehrpersonen-Büros die wichtigste Maßnahme.

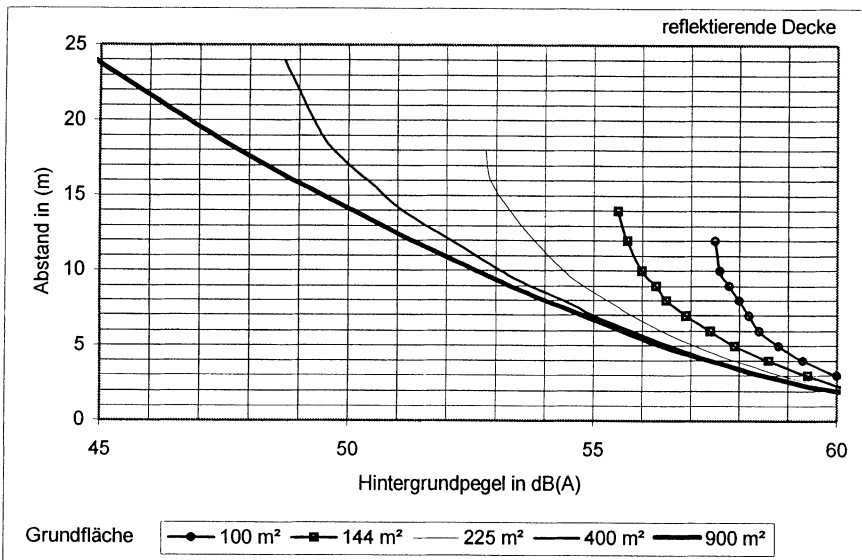
Laute Geräte, mit denen sich bei der Beurteilung nach den hier genannten Prinzipien eine ungünstige Bewertung ergibt, sollten möglichst in einem benachbarten Raum ohne ständige Arbeitsplätze untergebracht werden. Dies gilt für den Kopierer, den motorisch betriebenen Reißwolf oder andere Geräte mit hoher oder auch nur auffälliger Geräuschentwicklung.

Es sollte auch kein Gerät mit relevanter Emission in unmittelbarer Nähe des Kopfes am Arbeitsplatz angeordnet werden. Computer-Standgeräte können ohne weiteres unter oder neben dem Tisch so aufgestellt werden, dass ein bis zwei Meter Abstand eingehalten sind. Auch die mit dem Ein- oder Ausschalten dann nötige Bewegung ist durchaus zumutbar, wenn nicht gar empfehlenswert.

Bei der Belegungsplanung sollte zuerst überlegt werden, welche Personen und Arbeitsplätze zu einer eigenständigen „Funktionsgruppe“ gehören und somit miteinander kommunizieren sollen. Die Mitarbeiter einer Funktionsgruppe sollten durch die Kommunikation innerhalb einer anderen Funktionsgruppe in ihrer Konzentration nicht unakzeptabel gestört werden.

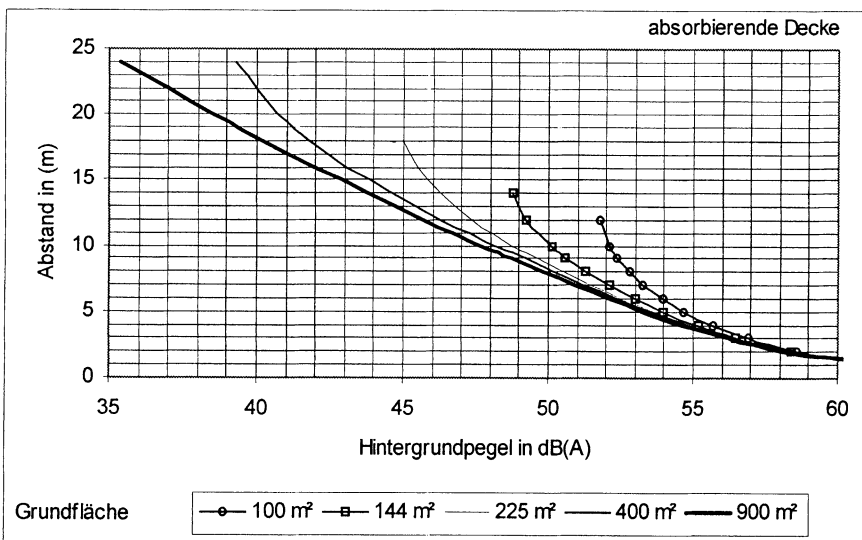
Soll die gegenseitige Störung durch Telefonate und andere Sprachäußerungen vermieden werden, so muss dafür gesorgt werden, dass der Sprachpegel durch den Abstand zwischen den Funktionsgruppen soweit abgesunken ist, dass er gemäß Kriterium 2 niedriger als der Umgebungspegel ist.

Wird der Raum ohne schallabsorbierende Deckenverkleidung und absorbierende Einbauten ausgeführt, so nimmt der Schallpegel mit wachsendem Abstand gemäß **Bild 2** weniger ab als mit absorbierender Decke entsprechend **Bild 3**. Darüber hinaus ist es bei absorbierender Decke im Unterschied zur reflektierenden Ausführung möglich, durch geeignete Gliederung mit Teiltrennwänden entsprechend **Bild 12** eine zusätzliche Abnahme bis zu 10 dB zu erzielen – damit wird sowohl ein niedrigerer Umgebungspegel wie auch ein geringerer Abstand möglich.



**Bild 8:** Ermittlung des erforderlichen Abstands von „fremden“ Arbeitsplätzen, damit deren Sprachgeräusche im Raum ohne Akustikdecke nicht unakzeptabel stören (Kriterium 2)

(Berechnung wie Bild 2, wobei ein Sprach-Schalleistungspegel von 65 dB(A) und ein durch Sprache verursachter Schalldruckpegel um 5 dB unter dem Hintergrundpegel vorausgesetzt ist.)



**Bild 9:** Ermittlung des erforderlichen Abstands von „fremden“ Arbeitsplätzen, damit deren Sprachgeräusche im Raum mit Akustikdecke nicht unakzeptabel stören (Kriterium 2)

(Berechnung wie Bild 3, wobei ein Sprach-Schalleistungspegel von 65 dB(A) und ein durch Sprache verursachter Schalldruckpegel um 5 dB unter dem Hintergrundpegel vorausgesetzt ist.)

Die Diagramme **Bild 8** und **Bild 9** zeigen, dass im Mehrpersonenbüro ohne zusätzliche und über die schallabsorbierende Ausstattung hinausgehende Maßnahmen keine akustische Qualität erreicht werden kann, wie dies im kleinen Ein- oder Zweipersonen-Büro möglich ist. Bei Hintergrund-Geräuschpegeln unter 45 dB(A) wären Abstände erforderlich, die in der Praxis nie zur Verfügung stehen. Andererseits ist es aber mit mehreren Arbeitsplätzen aufgrund der ständig vorhandenen Sprechgeräusche gar nicht möglich, bei voller Besetzung Pegel im Bereich unter 35 dB(A) zu erreichen.

Dieser akustische Sachverhalt ist selbstverständlich mit zahlreichen anderen Aspekten, die bei einer Grundsatzentscheidung für einen der beiden Bürotypen zu berücksichtigen sind, abzuwägen. Hat man sich aber dabei für das Konzept des Großraumbüros entschieden, so sollte mit den hier beschriebenen Prinzipien eine möglichst gute akustische Qualität erreicht werden. Dies bedeutet, dass bei gegebenem Abstand unterschiedlicher Funktionsgruppen die Bürolandschaft durch abschirmende Trennwandsysteme gegliedert werden sollte, damit ein niedriger Hintergrundpegel durch Verwendung leiser Geräte angestrebt werden kann, ohne dass die Kommunikationsgeräusche aus den anderen Bereichen zur Störung führen.

- **Übertragung mindern**

#### **Erhöhung der Schallabsorption**

Durch eine Erhöhung der Schallabsorption, die im Büro vorwiegend durch Einbau einer hochwirksamen Akustikdecke, durch Verlegung von Teppichboden und durch Raumgliederungssysteme mit absorbierender Oberfläche erreicht wird, ergeben sich bei gleicher Schalleistung der Quellen niedrigere Schallpegel. Aus **Bild 2 und 3** folgt, dass eine Quelle in ca. 10 m Abstand mit Deckenabsorption einen um 4 bis 5 dB niedrigeren Schallpegel verursacht. Bei der tatsächlich vorhandenen Verteilung der Quellen über den Raum ergibt sich an einem Arbeitsplatz nach **Bild 5** noch eine Minderung von über 2 dB. Der wesentliche Vorteil ist aber die bessere Wirksamkeit aller abschirmenden Einrichtungen – wie **Tabelle 4** zeigt, ergibt sich mit abschirmenden Raumgliederungssystemen durch die Akustikdecke um 2 bis 3 dB mehr Minderung.

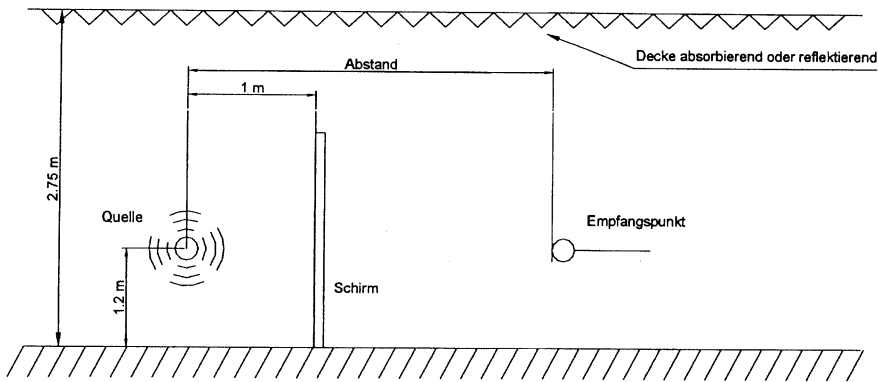
Damit ist eine schallabsorbierende Ausstattung eine der wesentlichen Voraussetzungen, um eine möglichst gute Qualifizierung der Bildschirmarbeitsplätze gemäß **Tabelle 1** zu erreichen.

Bei der Auswahl von derartigen Schallschutzprodukten ist darauf zu achten, dass der Absorptionsgrad nach DIN EN 20354 einen möglichst hohen Wert aufweist (für schallabsorbierende Decken möglichst bei oder über 0.8)

#### **Abschirmung in Verbindung mit Schallabsorption**

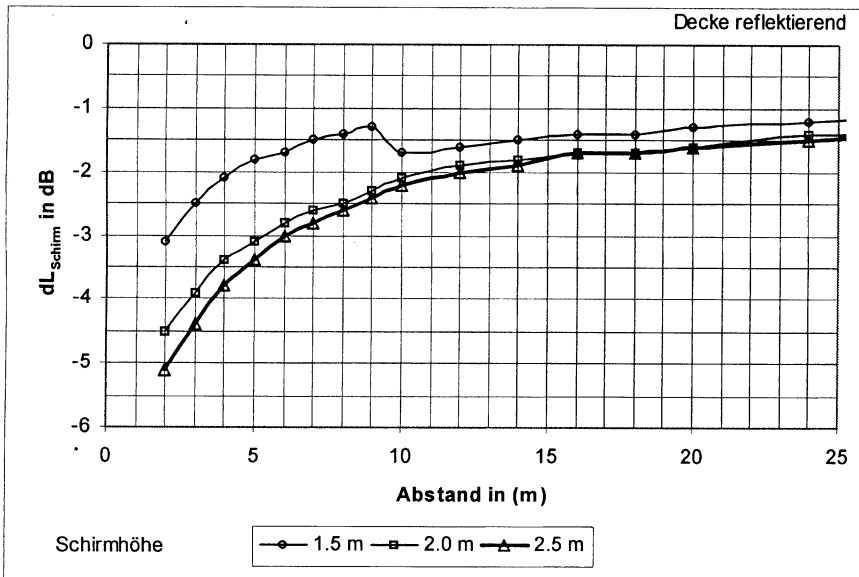
Wie mit **Tabelle 4** zur ersten groben Einschätzung gezeigt worden ist, hängt die Wirksamkeit von Schallschirmen in Büroräumen wesentlich davon ab, ob im Deckenbereich über dem Schirm eine schallabsorbierende Decke installiert ist. Ist dies nicht der Fall, so wird der Schirm durch den an der Decke reflektierten Schall quasi umgangen und die Pegelminderung ist entsprechend geringer.

In den Diagrammen **Bild 11 und Bild 12** ist die Pegelminderung durch Schallschirme unterschiedlicher Höhe dargestellt – die zugrunde liegende und für Büros typische Konfiguration zeigt **Bild 10**.

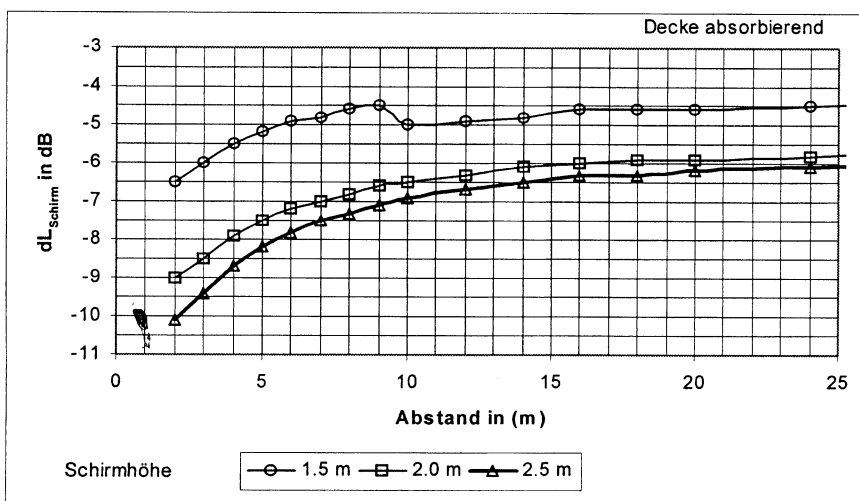


**Bild 10: Konfiguration zur Berechnung der Pegelminderung durch den Schallschirm im Raum**

(Hinweis zur Berechnung: Absorptionsgrade Wände 1,0, Boden 0,2, Decke 0,1 oder 0,8, Streukörperdichte 0,08, Streukörperabsorption 0,1)



**Bild 11: Pegelminderung durch den Schallschirm entsprechend der Konfiguration Bild 10 bei reflektierender Decke**



**Bild 12: Pegelminderung durch den Schallschirm entsprechend der Konfiguration Bild 10 bei absorbierender Decke**

## Schalldämmung

Wie oben beschrieben, wird die Übertragung von Geräuschen aus benachbarten Räumen durch das resultierende Schalldämm-Maß der Trennwände sowie der darin eingebauten Türen und Fenster bestimmt. Aber auch trotz eines hohen Schalldämm-Maßes dieser Bauteile kommt es oft zu Problemen, weil die Anschlüsse und Fugen den störenden Schall übertragen. Im konkreten Planungsfall sollte stets darauf geachtet werden, dass eine Verantwortlichkeit des Planers oder Bauausführenden für das letztlich sich einstellende resultierende Schalldämm-Maß oder für die festgelegte Schallpegeldifferenz besteht.

Bei der Minderung des von außen eindringenden und meist durch den Straßenverkehr verursachten Lärms ist eine hohe Schalldämmung der Fenster wesentlich. Durch Wahl einer geeigneten Schallschutzklasse können hier stets alle Anforderungen erfüllt werden. Diese Maßnahmen sollten grundsätzlich bedacht werden, wenn die Lärmbelastung am Bildschirmarbeitsplatz in einem Büro gemindert werden soll. Wenn die zuletzt genannten Übertragungen aus benachbarten Räumen oder von außen eine Rolle spielen und die Schalldämmung der Bauteile zu bestimmen und nach Ausführung zu überprüfen ist, sollte ein Akustik-Berater zugezogen werden.

## 5.2 Beurteilung

Die Beurteilung vorhandener Bildschirmarbeitsplätze erfolgt nach den in Abschnitt 3 genannten Kriterien.

Prüfung entsprechend Kriterium 1:

- Bestimmung des Schallpegels  $L_1$  mit allen Geräten im vorwiegenden Betriebszustand und mit allen Personen bei üblicher Tätigkeit (Geräte in der Regel eingeschaltet und im Leerlaufbetrieb, Personen bei normaler Arbeit, wobei auch die betriebsübliche Kommunikation stattfinden kann).
- Bestimmung des Schallpegels  $L_2$  mit allen Geräten im vorwiegenden Betriebszustand und mit allen Personen bei üblicher Tätigkeit (wie vor), wobei jedoch die lauteste Quelle eliminiert bzw. abgeschaltet ist.
- Ermittlung der Qualifizierung betreffs Kriterium 1 nach

$L_1 - L_2$	Qualifizierung
kleiner als 5 dB	sehr gut
gleich oder größer 5 dB	ungünstig

Im Planungsfall erfolgt diese Prüfung rechnerisch. Die Pegel  $L_1$  und  $L_2$  ergeben sich durch Bestimmung der Teilpegel für jede Quelle aus deren Schallleistungspegel (Angabe des Herstellers oder **Tabelle 2**) mit dem Diagramm **Bild 2** oder **Bild 3** und durch Summation mit dem Schema **Bild 4**. Der anteilige Sprachpegel wird dabei mit einem Schalleleistungspegel von 55 dB(A) und **Tabelle 3** gemäß Gleichung (4) bestimmt.

Prüfung entsprechend Kriterium 2:

- Im Unterschied zum kleinen Büro [1] ist diese Prüfung beim Mehrpersonenbüro sehr wichtig. Während beim kleinen Büro nur die Sprachübertragung aus benachbarten Räumen von Bedeutung ist, kommt es im Großraumbüro gerade wegen der Konzentrationsstörung durch telefonierende oder anderweitig kommunizierende Mitarbeiter im selben Raum häufig zu Beschwerden.

Hierzu ist es zweckmäßig, die Arbeitsplätze der Mitarbeiter, deren gegenseitiges Verstehen von Sprache nicht als störend einzustufen ist, zu räumlich definierten Gruppen zusammenzufassen. In der Regel werden dies die ohnehin

auf gegenseitige Kommunikation angewiesenen Bearbeiter derselben Aufgabe sein. Innerhalb dieser „Funktionsgruppen“ wird das gegenseitige Verstehen von Sprache akzeptiert.

Im Extremfall – z. B. an Bildschirmarbeitsplätzen von Programmierern im EDV-Bereich, von Lektoren im Verlagswesen oder von Konstrukteuren in der Motorenentwicklung – besteht jede Funktionsgruppe nur aus einer oder zwei Personen.

Nun wird die Anordnung der Funktionsgruppen zueinander dahingehend geprüft, ob das Sprechen im Bereich der einen Gruppe am nächstgelegenen Arbeitsplatz der benachbarten Gruppe verstehbar ist. Diese Prüfung erfolgt bei bestehenden Büros durch „Hinhören“ und entsprechende Einschätzung an dem zu beurteilenden Arbeitsplatz, bei geplanten Bildschirmarbeitsplätzen auf der Basis der Diagramme in **Bild 8 und 9**, wobei der von den Geräten und den kommunizierenden Menschen verursachte Hintergrundpegel als wichtigster Parameter eingeht (siehe Beispiel Abschnitt 6).

Ergibt sich bei dieser Prüfung, dass Sprache zwischen bestimmten Funktionsgruppen verstehbar ist, so sollte mit Raumgliederungssystemen (Stellwände, Schränke und andere abschirmende Einrichtungen) eine akustische Entkopplung hergestellt werden (**Bild 10 bis 12**).

Weiter wird bei bestehenden Büros geprüft, ob Sprache aus benachbarten Räumen am Arbeitsplatz gehört und bei aufmerksamem Hinhören verstanden werden kann. Dabei sollte üblicher Betrieb im Büro gegeben sein. Das Sprechen im Nachbarraum mit einer für die Nutzung dieses Raums typischen Lautstärke kann auch durch Hilfspersonen gezielt erfolgen.

Im Planungsfall erfolgt auch diese Prüfung rechnerisch. Der Sprechpegel im Nachbarraum wird vereinfacht mit 65 dB(A) angenommen. Aus Gleichung (8) wird mit **Bild 6** und **Bild 7** der im betrachteten Büroraum verursachte Sprechpegel ermittelt. Er sollte um mindestens 5 dB kleiner sein als der bereits ermittelte Gesamtpegel  $L_1$ .

- Ermittlung der Qualifizierung betreffs Kriterium 2

Sprache wird bei aufmerksamem Hinhören verstanden	Qualifizierung
nein	sehr gut
ja	ungünstig

Prüfung entsprechend Kriterium 3:

Diese erfolgt unter Zugrundelegung des bereits ermittelten Gesamtpegels  $L_1$ .

Der bei Prüfung des Kriteriums 1 ermittelte Schallpegel $L_1$ beträgt	Qualifizierung
bis 30 dB(A)	optimal
über 30 dB(A) bis 40 dB(A)	sehr gut
über 40 dB(A) bis 45 dB(A)	gut
über 45 dB(A) bis 50 dB(A)	im gewerbl. Bereich noch akzeptabel
über 50 dB(A) bis 55 dB(A)	ungünstig, aber noch zulässig
über 55 dB(A)	Geräuschbelastung zu hoch

Der Bildschirmarbeitsplatz wird dann durch die schlechteste dieser 3 Qualifizierungen bewertet.

### 5.3 Sanierung

Soll die Qualifizierung eines vorhandenen Bildschirmarbeitsplatzes verbessert werden, so handelt es sich um eine Sanierung. Hierbei gibt es stets mehrere mögliche Strategien, die in der Regel im Sinne einer Kosten-Nutzen-Analyse abzuwägen sind.

Erfolgte die schlechte Qualifizierung aufgrund von Kriterium 1, so sollte vorwiegend diese dominierende Quelle lärmgedindert oder gegen eine geräuschärmere ausgetauscht werden.

Nur wenn dies nicht möglich ist, sollte erwogen werden, durch zusätzliche verdeckende Geräusche den Störgrad zu mindern. Dies ist aber nur sinnvoll, wenn sich dann nicht aufgrund von Kriterium 3 die Qualifizierung „ungünstig“ ergibt. (Bei schon hoher Geräuschbelastung sollte keine künstliche Pegelerhöhung herbeigeführt werden.) Geeignet und erprobt zur Pegelerhöhung sind künstlich eingespielte Rauschgeräusche. Eine derartige Maßnahme sollte aber stets mit den Betroffenen an dem betrachteten Arbeitsplatz gemeinsam erörtert und ggf. beurteilt werden.

Bei einer schlechten Qualifizierung aufgrund von Kriterium 2 kommt es darauf an, ob die störenden Sprechgeräusche von Arbeitsplätzen im selben Raum oder von Personen in Nachbarräumen verursacht werden.

Bei Sprachverständlichkeit im selben Raum sollten Raumgliederungssysteme und absorbierende Verkleidungen so angewendet werden, dass die störende Übertragung ausreichend gemindert wird (siehe Beispiel in Abschnitt 6).

Bei Übertragung aus dem Nachbarraum sollte im ersten Schritt geprüft werden, ob die resultierende Schalldämmung der Trennbauteile erhöht werden kann. Handelt es sich um keinen offensichtlichen Mangel der Trennwandkonstruktion, so ist die Zuziehung eines Beraters für Akustik zweckmäßig.

Ist eine Verbesserung der Schalldämmung nicht möglich oder sinnvoll, so bleibt wiederum die Möglichkeit, verdeckende Geräusche anzuwenden. Die obigen Ausführungen gelten in diesem Fall ebenso.

Erfolgt die schlechte Bewertung aufgrund von Kriterium 3, so ist der Schallpegel insgesamt zu hoch. In diesem Fall sollten alle o.g. Maßnahmen auf ihre Anwendbarkeit geprüft und hinsichtlich der zu erwartenden Wirkung bewertet werden.

### 5.4 Planung

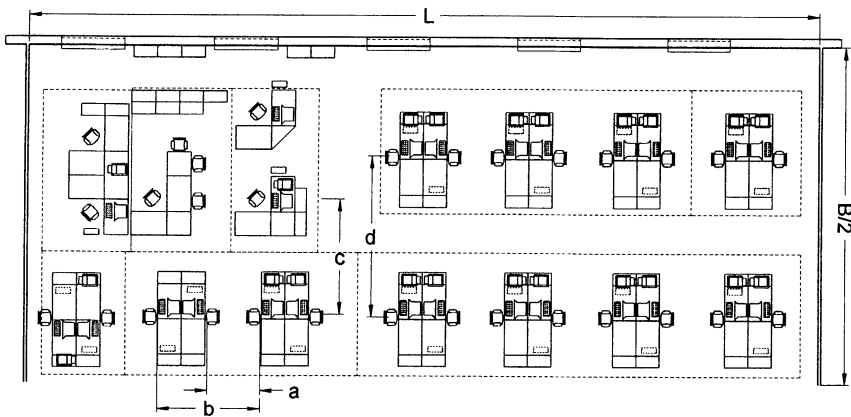
Im Planungsfall werden die beschriebenen Beurteilungsschritte unter Einbeziehung der Geräuschemissionswerte der zu installierenden Geräte rechnerisch durchgeführt. Sind die zu installierenden Geräte bzw. deren Emissionswerte nicht bekannt, so werden die Planungswerte nach Tabelle 2 zugrunde gelegt. In jedem Falle ist es zu empfehlen, sich auf diese Weise Klarheit zu verschaffen, welche Qualifizierung nach dem beschriebenen Schema voraussichtlich zutreffen wird.

## 6 Beispiel

Entsprechend dem Belegungsplan in **Bild 13** wird ein Großraumbüro in einem Verwaltungsgebäude geplant. Jeder der 56 Arbeitsplätze wird mit einem Computer und einem Laserdrucker ausgerüstet. Die im Layout gestrichelt umrahmten Bereiche sind zusammengehörende Funktionsgruppen.

Es soll nun geprüft werden, welche akustische Qualität mit dieser Anordnung erreicht wird. Im Falle einer Qualifizierung von Bildschirmarbeitsplätzen als „ungünstig“ sind entsprechende Verbesserungen zu planen.





**Bild 13:** Geplantes Großraumbüro im Verwaltungsbereich (eine Hälfte dargestellt). Die Abmessungen betragen  $L=27\text{ m}$ ,  $B=21\text{ m}$ ,  $H=2,75\text{ m}$ ,  $a = 1,8\text{ m}$ ,  $b = 3,5\text{ m}$ ,  $c = 4\text{ m}$  und  $d = 5,5\text{ m}$ .

### Ermittlung und Minimierung der Störung durch Sprache

Schalleistungspegel pro Arbeitsplatz:

Mit den o.g. Raumabmessungen ergibt sich bei 56 Arbeitsplätzen eine Raumfläche pro Arbeitsplatz von

$$S' = (27 \times 21) / 56 \text{ m}^2 = 10 \text{ m}^2 \quad (10)$$

Der pro Arbeitsplatz installierte Schalleistungspegel beträgt bei Zugrundelegung der Planungswerte nach **Tabelle 2** entsprechend dem Schema zur Pegeladdition **Bild 4**:

$$L_{WA, \text{Geräte}} = \{45 (+) 42\} \text{ dB(A)} = 47 \text{ dB(A)} \quad (11)$$

(Das Zeichen (+) symbolisiert die Addition der Pegel mit Schema **Bild 4**)

Der auf Gespräche bezogene Schalleistungspegel pro Arbeitsplatz beträgt mit Gleichung (4) und **Tabelle 3**:

$$L_{WA, \text{Sprache}} = (55 - 6) \text{ dB(A)} = 49 \text{ dB(A)} \quad (12)$$

Der gesamte auf den Arbeitsplatz bezogene Schalleistungspegel ergibt sich mit Gleichung (5) und **Bild 4** zu:

$$L_{WA, Ap} = \{47 (+) 49\} \text{ dB(A)} = 52 \text{ dB(A)} \quad (13)$$

Hintergrundpegel

Mit Gleichung (6) und **Bild 5** ergibt sich somit ein Hintergrundpegel von

$$L_H = L_{WA, Ap} + dL_{Anordnung} = (52 + 0) \text{ dB(A)} = 52 \text{ dB(A)} \quad (14)$$

mit reflektierender bzw. entsprechend 50 dB(A) mit absorbierender Decke.

- Sprachverständlichkeit zwischen Funktionsgruppen

Mit **Bild 9** ergibt sich bei einem Hintergrundpegel von 50 dB(A) bei absorbierender Decke und unter Berücksichtigung der gegebenen Raumgröße ein erforderlicher Abstand von 8 m.

- Beurteilung ohne Maßnahmen

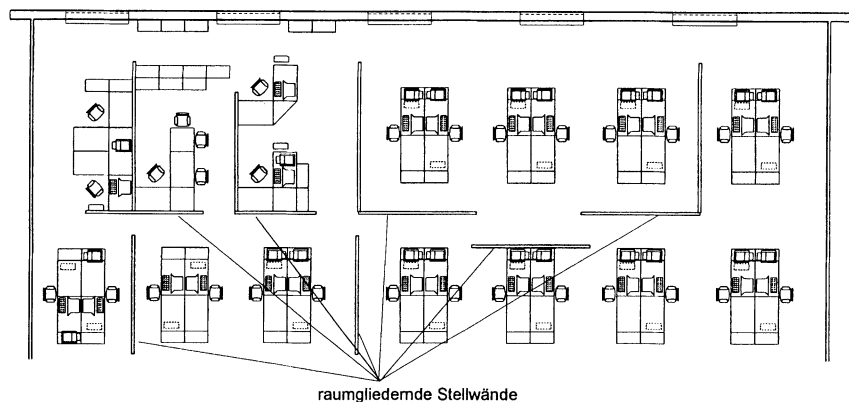
Der Abstand  $c$  zwischen den Funktionsgruppen beträgt 4 m, der Abstand  $d$  5.5 m (**Bild 13**). Das Kriterium 2 (Verstehbarkeit von Sprache) ist somit verletzt – die Bildschirmarbeitsplätze sind als „ungünstig“ einzustufen. Diese Einstufung ergibt sich auch aus dem zu erwartenden Pegelniveau von 50 bzw. 52 dB(A).

- Verbesserung durch raumgliedernde Maßnahmen und Absorption

Es werden nun raumgliedernde Stellwände mit einer Höhe von 2.2 m so eingeplant, dass sich zwischen den Funktionsbereichen eine entsprechende Entkopplung ergibt. Um die Wirksamkeit dieses Abschirmsystems zu gewährleisten und auch um möglichst niedrige Gesamtpegel im Sinne von Kriterium 3 zu erreichen, wird eine schallabsorbierende Unterdecke installiert.

Mit diesen Raumteilern ergibt sich für die Quellen der benachbarten Funktionsgruppen nach **Bild 12** eine zusätzliche Pegelminderung von ca. 8 dB – die Sprachverständlichkeit ist somit sicher gewährleistet. Nach **Tabelle 4** reduziert sich der Hintergrundpegel um ca. 4 dB (mit absorbierenden Schirmwänden).

Somit ergibt sich ein Hintergrundpegel von 46 dB(A) und eine als akzeptabel einzustufende schalltechnische Qualität (es sei daran erinnert, dass im Mehrpersonenbüro bestenfalls die schalltechnische Qualität „gut“ erreicht wird).



**Bild 14:** Akustische Entkopplung der unterschiedlichen Funktionsbereiche durch raumgliedernde Stellwände.

## 7 Schrifttum

- [1] „Bildschirmarbeit – Lärminderung in kleinen Büros“ „Beurteilung und Minderung des Lärms an Bildschirmarbeitsplätzen im Büro und in der Produktion“ - aus der Reihe „Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse – Forschungsergebnisse für die Praxis“ Nr. 123, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 2003
- [2] „Bildschirmarbeit – Lärminderung in der Produktion“ „Beurteilung und Minderung des Lärms an Bildschirmarbeitsplätzen im Büro und in der Produktion“ - aus der Reihe „Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse – Forschungsergebnisse für die Praxis“ Nr. 125, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 2003
- [3] „Akustische Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen in Büros“ Technik 26, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 2003
- [4] „Akustische Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen in der Produktion“ Technik 27, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 2003
- [5] *P. van den Brulle*: Schalltechnische Gestaltung von Büroräumen mit Bildschirmen, Schriftenreihe Forschung Fb 720, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 1995
- [6] *G. Rau, K. Roßner*: Bestandsaufnahme und Minderung der Geräuschbelastung an Arbeitsplätzen mit Bildschirmgeräten in der Produktion, Schriftenreihe Forschung Fb 702, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 1994
- [7] Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) vom 20.3.1975 BGBl. I S. 729-742
- [8] BG – Vorschrift Lärm BGV B3, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, St. Augustin 2, Carl Heymans Verlag KG, Köln
- [9] *Lorenz, D.*: Mensch und Bildschirmarbeit, Systematische Arbeitsplatz-Analyse nach der EU-Richtlinie „Arbeit an Bildschirmgeräten“, Murnau, 1996
- [10] DIN 45645-2 (07/1997) „Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen - Teil 2: Geräuschimmissionen am Arbeitsplatz“
- [11] DIN 33410 (12/1981) „Sprachverständigung in Arbeitsstätten unter Einwirkung von Störgeräuschen; Begriffe, Zusammenhänge“
- [12] VDI 2569 (01/1990) „Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro“
- [13] VDI 2058 Blatt 3 (02/1999) „Beurteilung von Lärm am Arbeitsplatz unter Berücksichtigung unterschiedlicher Tätigkeiten“
- [14] VDI 3760 (02/1996) „Berechnung und Messung der Schallausbreitung in Arbeitsräumen“