

Beleuchtung am Bildschirmarbeitsplatz

Peter Martin // Büro für Arbeitsgestaltung und Arbeitsschutz, Schauenburg

HIER LESEN SIE:

- von welchen Beleuchtungskonzepten und Beleuchtungsarten die aktuellen Verordnungen und Normen zur Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen ausgehen,
- welche dieser Vorgaben für die Erreichung ergonomischer und (energie-)wirtschaftlicher Ziele besonders viel versprechend sind
- welchen Nutzen spezielle Arbeitsplatzleuchten im Rahmen von Beleuchtungskonzepten für Bildschirmarbeitsplätze bringen

Die Bemühungen um eine ergonomische Gestaltung der Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen sind so alt wie die Bildschirmarbeit selbst. Dennoch sind die „Bildschirmarbeiter“ selbst allzu häufig weder mit ihrer Tageslichtversorgung noch mit der Gestaltung der künstlichen Beleuchtung zufrieden. Abhilfe kann hier, zumindest für die künstliche Beleuchtung, das Konzept der „teilflächenbezogenen Beleuchtung“ schaffen. Dafür ist eine ergonomisch gestaltete Arbeitsplatzleuchte zentrales Element. Deren wichtigste Produktmerkmale und die Prüfung ihrer Gebrauchstauglichkeit werden ganz aktuell in der DIN 5035 Teil 8 „Arbeitsplatzleuchten“ vom Juli 2007 beschrieben.

Beschäftigte an Bildschirmarbeitsplätzen klagen nicht selten über Beschwerden, die mit dem Sehen zu tun haben: Augenbrennen, Augentränen oder ein Mangel an Tränenflüssigkeit, dazu gerötete Bindehäute und Ähnliches. Der Fachausdruck dafür lautet: „asthenopische Beschwerden“. Auch Kopfschmerzen gehören zu den Symptomen unzureichender Sehbedingungen.

Typisch für solche asthenopischen Beschwerden ist, dass sie nur vorübergehend auftreten (im Gegensatz etwa zu chronischen Beschwerden wie dem „Mausarm“ – siehe A. Çakir: „Ergonomie gegen Mausarm“ in CuA 10/07). Sie verschwinden also wieder, wenn die Belastung wegfällt. Dennoch sind sie unangenehm und ermüdungsverstärkend.

Das ist auch kein Wunder, denn das Sehorgan ist speziell bei Büroarbeit der am meisten beanspruchte Teil des mensch-

lichen Organismus – fast nichts geht ohne visuelle Wahrnehmung.

Und das bedeutet, dass sich die Augen permanent an unterschiedliche Helligkeiten und Sehentfernungen anpassen müssen und bei schlechter Beleuchtung rasch ermüden können. Diese Beanspruchung der Augen tritt in besonderer Weise bei konzentrierter Bildschirmarbeit auf und wird durch die immer länger andauernde Bindung an den Bildschirmarbeitsplatz verschärft (siehe auch A. Çakir: „Dokumenten-Management – aber bitte ergonomisch“ in CuA 11/07).

Zusammengenommen tragen diese Belastungen in erheblichem Maß zu einer arbeitsbedingten Ermüdung bei. Eine ergonomisch gestaltete Beleuchtung kann diese Belastungen reduzieren sowie zu einer Verbesserung der Konzentrationsfähigkeit und zur Vermeidung von Fehlern beitragen.

Sehen und Beleuchtung

Entwicklungsgeschichtlich ist der Mensch an das Tageslicht angepasst. Über das Auge nimmt der Mensch zusammen mit dem Tageslicht auch Informationen auf, die seinen Hormonhaushalt regulieren und seine „biologische Uhr“ beeinflussen. Einige Funktionen des Auges sind für das Sehen am Arbeitsplatz besonders wichtig: das Kontrastsehen, die Hell-Dunkel-Anpassung, das Sehen in unterschiedlichen Entfernungen und das Stereo- oder Raumsehen.

(1) Ein ausreichender Kontrast verlangt „scharfe“ Übergänge zwischen unterschiedlichen Helligkeiten. Das technische Maß für Helligkeit ist die Leuchtdichte (der Helligkeitseindruck, den der Mensch von einer Lichtquelle oder einer beleuchteten Fläche hat) – ein gutes Beispiel für höch-

sten Kontrast ist schwarze Schrift auf weißem Hintergrund. Die Beleuchtung am Arbeitsplatz muss so ausgelegt sein, dass Kontraste im Arbeitsbereich „scharf“ wahrgenommen werden können.

(2) Das Auge muss sich dabei an verschiedene Leuchtdichten anpassen und auf eine mittlere Helligkeit einstellen – dieser Vorgang wird Adaption genannt. Dazu bedarf es einer gewissen Zeit und erst bei vollständiger Adaption ergibt sich die beste Sehfähigkeit.

Für die Büroarbeit bedeutet das, dass sehr hohe und sehr niedrige Helligkeiten oder auch übermäßige Änderungen der mittleren Helligkeit zu vermeiden sind (z.B. Blickrichtung auf ein Fenster oder auf eine helle Wandfläche hinter dem Bildschirm). Auch der ständige Wechsel zwischen Sehobjekten mit deutlich unterschiedlicher Helligkeit hat Auswirkungen auf die Sehfähigkeit und ist zu vermeiden (z.B. helle Tastatur auf schwarzem Schreibtisch oder umgekehrt).

(3) Für das Sehen von Objekten in unterschiedlichen Entfernungen muss sich die Krümmung der elastischen Linse des Auges ändern – dieser Vorgang wird Akkommodation genannt. Zusätzlich müssen sich beide Augen auf einen Punkt ausrichten (sonst käme es zu einem Doppelsehen des Objekts) – dieser Vorgang wird Vergenz genannt. Da die Augenmuskeln für die sich verändernde Krümmung der Linse sorgen müssen (beim Nahsehen sind sie besonders angespannt) ist die Akkommodation immer beanspruchend. Hinzu kommt, dass die Akkommodationsfähigkeit im Laufe des Lebens kontinuierlich ab- und die Akkommodationszeit zunimmt. Und schließlich stellt sich im Alter ab 40 Jahren auch langsam eine Einschränkung der Sehschärfe ein, was ein weiterer Grund für Beschwerden sein kann.

(4) Das Sehen mit beiden Augen erlaubt „stereoskopisches Tiefsehen“ – das heißt, dass sich die Objekte in der näheren Umgebung von etwa zwei bis fünf Meter auch in der Tiefe unterscheiden lassen. Mit zunehmender Entfernung nimmt diese Fähigkeit ab und geht in das sogenannte Raumsehen über. Hier spielt die Erfahrung eine große Rolle, da etwa die Kenntnis der Größe von Objekten das Raumsehen beeinflussen.

VERORDNUNGEN/NORMEN ZUR BELEUCHTUNG

Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)

Im Anhang der ArbStättV 2004 werden Anforderungen an Arbeitsstätten nach § 3 Abs. 1 der Verordnung aufgeführt, unter anderem ...

3.4 Beleuchtung und Sichtverbindung:

(1) Die Arbeitsstätten müssen möglichst ausreichend Tageslicht erhalten und mit Einrichtungen für eine der Sicherheit und dem Gesundheitsschutz der Beschäftigten angemessenen künstlichen Beleuchtung ausgestattet sein.

(2) Die Beleuchtungsanlagen sind so auszuwählen und anzuordnen, dass sich dadurch keine Unfall- oder Gesundheitsgefahren ergeben können.

(3) Arbeitsstätten, in denen die Beschäftigten bei Ausfall der Allgemeinbeleuchtung Unfallgefahren ausgesetzt sind, müssen eine ausreichende Sicherheitsbeleuchtung haben.

Diese Regelungen reichen für die konkrete Gestaltung der Arbeitsplätze in Büros allerdings nicht aus. Aus diesem Grund erarbeitet der Ausschuss für Arbeitsstätten (siehe § 7 der ArbStättV 2004) detaillierte Regeln, die dem Arbeitgeber Hinweise geben, wie die in der ArbStättV 2004 gestellten Anforderungen erfüllt werden können. Regelungen zur Gestaltung von Tageslicht- und künstlicher Beleuchtung in Büroräumen liegen aktuell (November 2007) nicht vor.

Der Arbeitgeber hat bei der Festlegung erforderlicher Maßnahmen des Arbeitsschutzes auch die allgemeinen Grundsätze des **Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG)** zu berücksichtigen. In § 4 Nr. 3 ArbSchG ist bestimmt, dass bei den Maßnahmen der Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zu berücksichtigen sind.

Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV)

Im Anhang der BildscharbV von 1996 werden Anforderungen an die Gestaltung nach § 4 Abs. 1 der Verordnung aufgeführt, unter anderem ...

Arbeitsumgebung: [...]

15. Die Beleuchtung muss der Art der Sehaufgabe entsprechen und an das Sehvermögen der Benutzer angepasst sein; dabei ist ein angemessener Kontrast zwischen Bildschirm und Arbeitsumgebung zu gewährleisten. Durch die Gestaltung des Bildschirmarbeitsplatzes sowie Auslegung und Anordnung der Beleuchtung sind störende Blendwirkungen, Reflexionen oder Spiegelungen auf dem Bildschirm und den sonstigen Arbeitsmitteln zu vermeiden.

16. Bildschirmarbeitsplätze sind so einzurichten, dass leuchtende oder beleuchtete Flächen keine Blendung verursachen und Reflexionen auf dem Bildschirm soweit wie möglich vermieden werden. Die Fenster müssen mit einer geeigneten verstellbaren Lichtschutzvorrichtung ausgestattet sein, durch die sich die Stärke des Tageslichteinfalls auf den Bildschirmarbeitsplatz vermindern lässt.

Diese allgemein gehaltenen Regelungen werden ergänzt durch die übergreifende nationale **Norm 5035-7:2004** „Beleuchtung mit künstlichem Licht – Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen“, durch die internationale **Norm ISO 9241-6:1999** „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten, Leitsätze für die Arbeitsumgebung“ sowie durch die für die Beleuchtung von Arbeitsstätten zentrale internationale **Norm EN 12464-1:2002** „Arbeitsstätten in Innenräumen“.

Ganz neu ist die Produktnorm zu Arbeitsplatzleuchten, die **DIN 5035-8:2007**.

Künstliche Beleuchtung und Normung

Aussagen zur künstlichen Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen finden sich in verschiedenen Verordnungen, Regelwerken und Normen (siehe Kasten auf Seite 27). Um die hier in besonderer Weise interessierende Norm zur Gestaltung von Arbeitsplatzleuchten anwenden zu können, muss man einige Grundlagen aus diesen Normen kennen, insbesondere zu Beleuchtungskonzepten und Beleuchtungsarten:

Beleuchtungskonzepte

Beim Konzept der raumbezogenen Beleuchtung geht es um die gleichmäßige Beleuchtung des gesamten Raums, die dafür zu sorgen hat, dass überall in einem Raum gleiche Sehbedingungen herrschen. In solchen Räumen könnten Bildschirmarbeitsplätze fast beliebig aufgestellt werden (Einschränkungen ergeben sich durch die Fensteranordnung).

Nach dem Konzept der arbeitsbereichsbezogenen Beleuchtung hingegen werden die verschiedenen Arbeitsbereiche und deren Umgebung gesondert betrachtet und unterschiedlich stark beleuchtet. Sind die dafür nötigen Beleuchtungskörper fest installiert, muss die Aufstellung der Bildschirmarbeitsplätze schon bei der Planung berücksichtigt werden. Wenn mobile Leuchten verwendet werden, können Bildschirmarbeitsplätze auch nach diesem Konzept flexibel aufgestellt werden.

Mit dem Konzept der teilflächenbezogenen Beleuchtung schließlich wird über die arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung hinaus die Möglichkeit geschaffen, einzelne Arbeitsbereiche individueller zu beleuchten. Hier ist an eine Arbeitsplatzleuchte zu denken, die einen Bereich von mindestens 600 x 600 mm beleuchten soll. Dabei können dann unterschiedliche Tätigkeiten und Arbeitsmittel (z.B. Akten und Bildschirm) sowie das individuelle Sehvermögen besser berücksichtigt werden.

Beleuchtungsarten

Mit der Direktbeleuchtung werden die Arbeitsflächen direkt von oben beleuchtet. Um eine Reflexblendung zu vermei-

den, werden die Leuchten seitlich über den Arbeitsplätzen angebracht. Als Nachteile der Direktbeleuchtung werden etwaige Reflexblendung auf den Arbeitsmitteln, zu starke und harte Schatten, unausgewogene Verhältnisse von vertikaler und horizontaler Beleuchtungsstärke, unausgewo-

enem Teil direkt und zu einem Teil indirekt über die Decke und andere reflektierende Flächen beleuchtet. Sie gilt bei guter Ausführung als idealer Kompromiss. Insbesondere die weitgehende unabhängige Aufstellung der Arbeitsplätze und die verbesserten Leuchtdichteverhältnisse wer-



Empfehlenswert an dem abgebildeten „Musterbüro“ sind die direkt/indirekt abstrahlenden Stehleuchten in Kombination mit Arbeitsplatzleuchten; sie bieten hohen Komfort durch individualisierbare Beleuchtungsstärken (nicht zu empfehlen sind allerdings die tragbaren Rechner am Bildschirmarbeitsplatz und auch die verdichtete „Sitzordnung“ an dem Bürotisch ist nur für kurzzeitige Projektarbeit empfehlenswert).

gene Beleuchtungsstärken auf Gesichtern sowie Probleme für Brillenträger genannt.

Mit der Indirektbeleuchtung werden die Arbeitsflächen beleuchtet, indem Licht aus nicht direkt einsehbaren Quellen über Decke und Wände reflektiert wird. Die Lichtwirkung hängt von den Reflexionseigenschaften der Flächen ab. Die Lichtstärkeverteilung muss breitstrahlend (also nicht punktuell und damit zu hell) erfolgen. Nur so lassen sich eine gleichmäßige Leuchtdichte erreichen sowie Reflexionen auf dem Bildschirm vermeiden. Bei Beachtung dieser Hinweise ist die Anordnung der Arbeitsplätze weitgehend unabhängig von der Anordnung der Leuchten. Als Nachteile der Indirektbeleuchtung werden eine diffuse und schattenarme Lichtatmosphäre (monotoner Raumeindruck) sowie eine zu hohe Leuchtdichte auf der Raumdecke genannt.

Mit der gemischten Direkt-/Indirektbeleuchtung werden die Arbeitsflächen zu

den als Vorteile gesehen, Nachteile werden keine genannt.

Auch wenn die Norm DIN 5035-7:2004 keine ausdrückliche Empfehlung für ein bestimmtes Beleuchtungskonzept und eine Beleuchtungsart geben will, wird doch deutlich, dass die Direkt-/Indirektbeleuchtung die Vorteile der bekannten Konzepte vereint und deren Nachteile vermeidet und deshalb zu bevorzugen ist.

Beleuchtungsniveau

Die Qualität der Beleuchtung eines Büros wird neben den Beleuchtungskonzepten und -arten durch mehrere lichttechnische Güte Merkmale bestimmt: Beleuchtungsniveau, Leuchtdichteverteilung, Begrenzung der Direktblendung, Lichtrichtung und Schattigkeit, Lichtfarbe und Farbwiedergabe, Begrenzung der Reflexblendung auf dem Bildschirm sowie auf den Arbeitsmitteln, Vermeidung störender Minderung der Sichtbarkeit der Bildschirminformati-

onen sowie Vermeidung von Flimmern der künstlichen Beleuchtung. Diese Kriterien können und müssen hier nicht im Einzelnen ausgeführt werden.

Will oder muss man sich aber in die technischen Details begeben, dann sind die Festlegungen zum Beleuchtungsniveau besonders wichtig. Diese lassen sich, aufgeschlüsselt nach Beleuchtungskonzepten und Beleuchtungsarten, entsprechenden Tabellen entnehmen. Dabei ist immer zu beachten, dass es sich bei den dort angegebenen Werten zum Beleuchtungsniveau stets um sogenannte Wertungswerte der mittleren Beleuchtungsstärke handelt. Bei Erreichen dieser Werte ist eine Wartung durchzuführen (ausgegangen wird von einem Wartungszyklus von drei Jahren).

Zu sehen ist auch, dass die Vorgaben zum Beleuchtungsniveau zum Teil mit ökologischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten kollidieren. Eine möglichst automatische Abstimmung (Dimmen) auf das einfallende Tageslicht ist deshalb sinnvoll und macht die arbeitsbereichs- und teilflächenbezogene Beleuchtung noch interessanter, da sich die ergonomischen und wirtschaftlichen Vorteile am besten miteinander verbinden lassen.

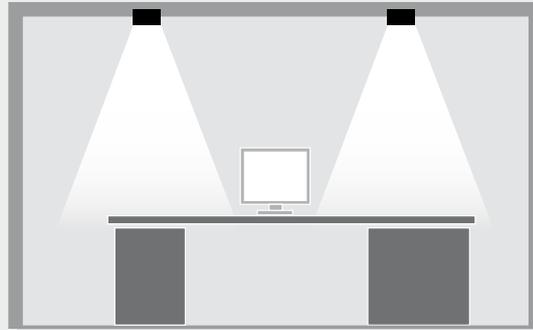


Bei dieser Arbeitsplatzleuchte wird durch Höhenverstellung zugleich die Beleuchtungsstärke reguliert; dies variiert je nach Beleuchtungshersteller und Nutzungsdauer, hier ein Beispiel aus der Praxis (Höhe des Leuchtenkopfs zur Beleuchtungsstärke in Lux): 40 cm = 1000 Lux, 50 cm = 750 Lux, 60 cm = 500 Lux.

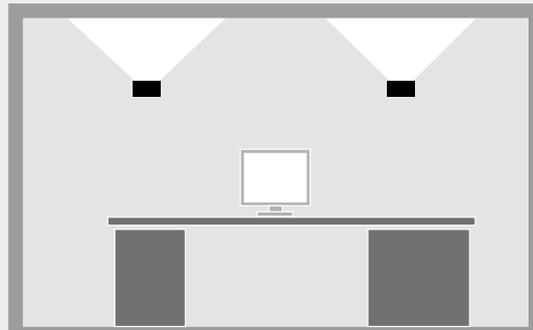
Teilflächenbeleuchtung mit Arbeitsplatzleuchte

Das Konzept der teilflächenbezogenen Beleuchtung erlaubt, wie gesagt, eine individuelle Beleuchtung der Arbeitsbereiche und damit eine bessere Berücksich-

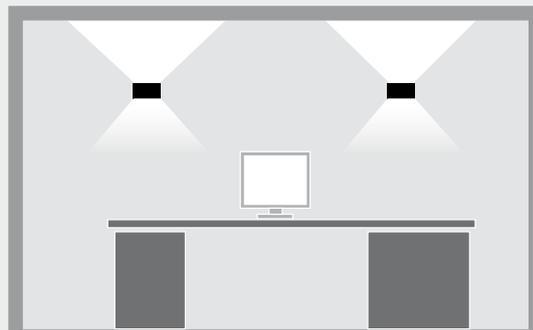
DIE BELEUCHTUNGSKONZEPTE IM VERGLEICH



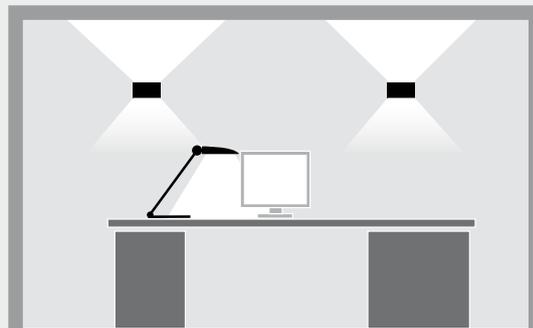
Direktbeleuchtung – die Arbeitsflächen werden von der Seite und direkt von oben beleuchtet. Nachteilig sind etwaige Reflexblendungen auf den Arbeitsmitteln, zu starke und harte Schatten, unausgewogene Verhältnisse von vertikaler und horizontaler Beleuchtungsstärke auch auf Gesichtern.



Indirektbeleuchtung – die Arbeitsflächen werden über Lichtreflexionen an der Decke, den Wänden usw. beleuchtet. Nachteilig sind die diffuse und schattenarme Lichtatmosphäre (monotoner Raumeindruck) sowie eine zu hohe Deckenleuchtdichte.

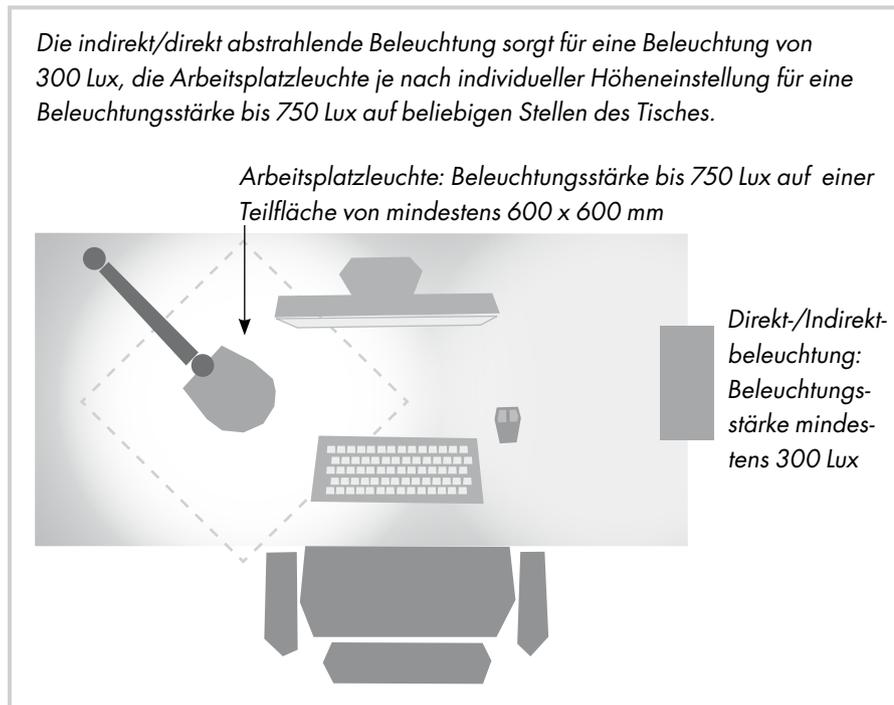


Direkt-/Indirektbeleuchtung – die Arbeitsflächen werden zu einem Teil direkt und zu einem Teil indirekt über die Decke und andere reflektierende Flächen beleuchtet. Vorteilhaft sind die weitgehend unabhängige Aufstellung der Arbeitsplätze und die verbesserten Leuchtdichteverhältnisse.



Direkt-/Indirektbeleuchtung mit Arbeitsplatzleuchte – die Arbeitsflächen werden zusätzlich zur Direkt-/Indirektbeleuchtung mit einer Arbeitsplatzleuchte beleuchtet; Vorteile: die weitgehend unabhängige Aufstellung der Arbeitsplätze, die verbesserten Leuchtdichteverhältnisse und ein hohes Maß an Individualisierbarkeit der Beleuchtungssituation.

Konzept der teilflächenbezogenen Beleuchtung



tigung unterschiedlicher Tätigkeiten wie Lesen und Bildschirmarbeit sowie des individuellen Sehvermögens. Diese Thematik wurde in dieser Zeitschrift auch schon einmal praxisnah behandelt und mit anschaulichen Fotos illustriert (W. Fricke: „Die Quadratur des (Licht-)Kreises?“ in CF 2/05). Im Unterschied zu damals existiert inzwischen eine Produktnorm zu Arbeitsplatzleuchten, die einige Anforderungen festgelegt (DIN 5035-8:2007), um so die Beschaffung und Nutzung von Arbeitsplatzleuchten zu unterstützen.

Als Arbeitsplatzleuchten werden dabei Leuchten bezeichnet, die fest einem Arbeitsplatz zugeordnet sind, sich in unmittelbarer Nähe der Beschäftigten befinden, und die individuell nutzbar sowie ohne Werkzeuge durch den Beschäftigten ein- und verstellbar sind (DIN 5035-8:2007, Seite 6).

Zu den Anforderungen gehören verschiedene Gebrauchstauglichkeitsmerkmale und Festlegungen, so etwa zur Lichttechnik, zu Einstellmöglichkeiten sowie zu akustischen, mechanischen und thermischen Merkmalen.

Entsprechend den Vorgaben der bereits älteren DIN 5035-7:2004 ist eine Referenzfläche von mindestens 600 x 600 mm zu beleuchten – und zwar gleichmäßig

und mit mindestens 750 Lux. Wichtige neue Kriterien sind:

- Begrenzung der Blendung,
- Abschirmung von transparenten Leuchtenkörpern oder von Leuchten mit einem direkten Lichtstrom nach oben
- einfach und schnell zu bedienende Verstelleinrichtungen, die sich ohne Eingriff nicht verändern,
- eindeutig zu erkennenden und benutzende Anzeigen und Bedienelemente,
- geringe Geräuschentwicklung,
- Begrenzungen der Wärmeabgabe,
- keine störenden Lichtreflexe durch Gehäuse/Oberflächen.

In einem Anhang werden dann noch Schutzmaßnahmen gegen Quetschen und Schnittverletzungen aufgeführt sowie Hinweise zur Standsicherheit gegeben.

Fazit

Die „teilflächenbezogene Beleuchtung“ mithilfe von Arbeitsplatzleuchten ist besonders gut geeignet, um sowohl ergonomische wie energiewirtschaftliche Ziele zu realisieren. Ergonomisch günstig ist u.a. die individuelle Beeinflussung der Beleuchtungsstärke an jedem einzelnen Arbeitsplatz und in Abhängigkeit von der Tätigkeit. Energiewirtschaftlich günstig ist

die Vermeidung „überschüssiger“ künstlicher Beleuchtung. Reicht die Beleuchtung durch Tageslicht beispielsweise aus, um die Umgebung mit Licht zu versorgen, dann kann am einzelnen Arbeitsplatz mit der Arbeitsplatzleuchte das eventuell fehlende Licht zugeschaltet werden. Eine übermäßige Beleuchtung ungenutzter Flächen wird vermieden.

Dennoch sei zum Schluss ausdrücklich betont: Der Raum muss immer eine Grundbeleuchtung von 300 Lux aufweisen, damit die Hell-Dunkel-Kontraste in einem erträglichen Bereich liegen. Auch wenn der Praktiker weiß, dass oft geringere Beleuchtungsstärken ausreichen würden, muss diese Forderung erfüllt werden, da ansonsten keine normenkonforme Gestaltung realisiert würde (was z.B. für Vermieter, Mieter oder Bauherren unabdingbar ist).

Das (automatische) tageslichtabhängige Dimmen der Allgemeinbeleuchtung, kombiniert mit Anwesenheitssensoren und ergänzt durch Arbeitsplatzleuchten, sind für Bildschirmarbeitsplätze die Mittel der Wahl.

Autor

Dr. Peter Martin, Büro für Arbeitsgestaltung und Arbeitsschutz, Baunawiesen 11, 34270 Schauenburg, fon 05601 504616, fax 05601 504617, www.dr-peter-martin.de, info@dr-peter-martin.de

Thema Ergonomie

Dieser Artikel ist der Beginn einer Artikelreihe zum neuesten Stand der wichtigen ergonomischen Themen; die Artikel dieser Reihe sollen in lockerer Folge in den CuA-Ausgaben des Jahres 2008 erscheinen, u.a. zu den Themen Akustik, Klima, Arbeitsplatzgestaltung, Hardware-Ergonomie, aktuelle Büroraumgestaltung

zur Vertiefung

Das Thema Beleuchtung wird in der Neuauflage des Ergonomie-Prüfers (ABETO) der Technologieberatungsstelle des DGB in NRW umfassend behandelt. Die Herausgabe der Neuauflage ist für Mitte 2008 vorgesehen und wird von der Hans Böckler Stiftung finanziell unterstützt, die auch Mitherausgeber sein wird