

Beleuchtung von Räumen bei Arbeitsplätzen mit Bildschirmen

R. Baer, Berlin

In der Ergonomie der Büroarbeit mit der Nutzung von Bildschirmgeräten ist die Beleuchtung ein wesentlicher Faktor. Sie kann nur dann optimal gestaltet werden, wenn alle Einflussfaktoren, wie Raumdaten, Raumgestaltung, Arbeitsplatzanordnung, Fensteranordnung und Blendschutzmaßnahmen, Klimatisierung, Deckengestaltung, Rummobiliar und Bildschirmgeräte bekannt sind und mit einer ordnungsgemäßen Planung berücksichtigt werden.

1 Situationsbeschreibung

In der Praxis mangelt es an der Umsetzung von Ergonomiestandards für Bildschirmarbeitsplätze. ISO 9241 soll ein gesundes Arbeiten ermöglichen, doch sie wurde zu sehr an die Forderungen von Bürozubehörherstellern ausgerichtet. Um Büronutzer anzusprechen, ist eine Überarbeitung der Norm geplant. Das Herstellerprodukt, z. B. die Leuchte, muss der jeweiligen Raum- und Arbeitssituation angepasst sein, so dass Beleuchtungsanlagen durchaus sehr unterschiedlich sein können.

Das entscheidende Kriterium der Arbeit am Bildschirm gegenüber herkömmlicher Bürotätigkeit ist der Arbeitsebenenbezug. Aufgrund der vertikalen Stellung der Bildschirmfläche (mit Toleranzneigungen von etwa 20°) und der dadurch bedingten Körperhaltung werden im Gesichtsfeld die vertikalen Flächen eines Raumes stärker visuell erfasst als bei Arbeiten auf der horizontalen Schreibtischfläche (Bild 1). Erschwerend kommt hinzu, dass Bildschirme eine teilweise oder total spiegelnde Oberfläche aufweisen. Vom Nutzer werden deshalb Flächen, die sich im Rücken des am Bildschirm Arbeitenden befinden, als Spiegelbilder oder Helligkeitsmuster auf dem Monitor gesehen. Um eine störungsfreie Bildschirmarbeit zu ermöglichen, müssen diese Verhältnisse bei der Beleuchtung, sei es durch Tageslicht oder durch künstliches Licht, sorgfältig beachtet werden.

2 Regelung durch Gesetze, Richtlinien, Verordnungen und Normen

Mit der Frage der Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen hat sich

schon eine Vielzahl von Gremien beschäftigt, angefangen vom Gesetzgeber über die Fachorgane für Beleuchtung bis hin zum Arbeitsschutz.

2.1 Bildschirmarbeitsverordnung

Auf Basis der EG-Richtlinie 90/270/EWG vom 29.05.1990 hat der deutsche Gesetzgeber im Bundesgesetzblatt (Jahrgang 1996 T. 1 Nr. 63 vom 10.12.1996 im Artikel 3) die Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit an Bildschirmgeräten (Bildschirmarbeitsverordnung; BildscharbV) veröffentlicht. In ihr sind die wesentlichen Gesichtspunkte enthalten für:

- Arbeitsbedingungen,
- Anforderungen für die Gestaltung der Arbeitsplätze,
- Arbeitsablauf und
- Beurteilung des Sehvermögens der Beschäftigten.

Die für die Beleuchtung maßgebenden Forderungen sind im Anhang dieser Verordnung unter der Rubrik Arbeitsumgebung genannt.

Abschnitt 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

Anordnung und Auslegung der Beleuchtung sind störende Blendwirkungen, Reflexionen oder Spiegelungen auf dem Bildschirm und den sonstigen Arbeitsmitteln zu vermeiden.

Abschnitt 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 Lichtschutzvorrichtung ausgestattet sein, durch die sich die Stärke des Tageslichteinfalls auf dem Bildschirm vermindern lässt.

Mit diesen Forderungen werden lediglich die Ziele einer ordnungsgemäßen Beleuchtung für die Räume mit Bildschirmarbeitsplätzen genannt.

2.2 DIN EN 12464

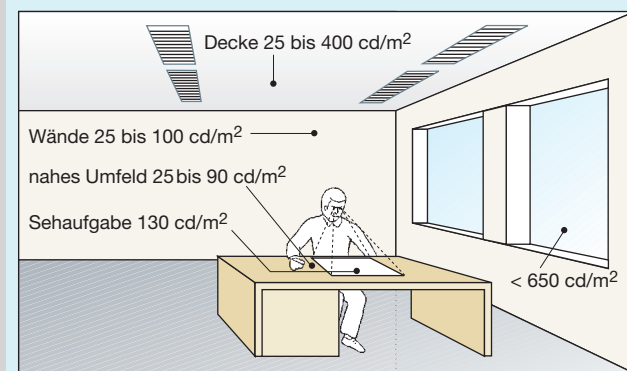
Die für die Praxis notwendige Konkretisierung wird in der Norm DIN EN 12464 „Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen“ (deutsche Fassung März 2003) und im Normentwurf E DIN 5035-7/10.2001 „Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen“ vorgenommen¹⁾. Von maßgeblichen Einfluss sind:

- Lage und Anordnung der Bildschirmarbeitsplätze und somit der Sichtrichtungen der Benutzer im Raum in Bezug auf die Fensteröffnungen,
- technische Qualität der Bildschirmoberflächen,
- gewähltes Beleuchtungssystem bei der Beleuchtung mit künstlichem Licht.

Bei der Festlegung beleuchtungstechnischer Forderungen muss von einer dem heutigen Stand der Technik entsprechenden Monitortechnologie ausgegangen werden:

- positive Bildschirmpolarität (Darstellung

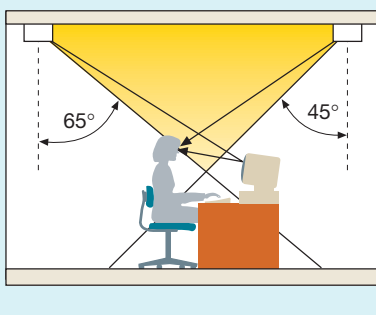
¹⁾ Die beleuchtungstechnischen Bewertungen und Forderungen der DIN EN 12464 und die Festlegungen nach E DIN 5035, T. 7, die in Form einer BG-Information „Beleuchtung im Büro, Hilfen für die Planung“ (April 2003) die Thematik behandelt, werden in einem gesonderten Beitrag erläutert.



1 Ausgewogene Leuchtdichte-Verteilung in einem Raum mit Bildschirmarbeitsplätzen, bezogen auf eine Beleuchtungsstärke von 500 lx auf dem Arbeitsplatz

Autor

Dipl.-Ing. Roland Baer ist beratender Ingenieur und freier Fachjournalist im Bereich Lichttechnik, Berlin.



2 Direktblendung durch zu hohe Leuchtdichte der vor dem Arbeitsplatz angeordneten Leuchten und Reflexblendung durch zu hohe Leuchtdichte der hinter dem Arbeitsplatz angeordneten Leuchten

dunkler Zeichen auf hellem Bildschirmhintergrund),

- Bildschirm-Hintergrundleuchtdichte $\geq 100 \text{ cd/m}^2$,
- Bildwiederholfrequenz $\geq 85 \text{ Hz}$,
- großer Krümmungsradius $r > 900 \text{ mm}$,
- gute Entspiegelungsmaßnahmen.

Hierfür sind die Bildschirmklassen nach DIN EN ISO 9241-7 zu berücksichtigen. Eine Einteilung erfolgt nach den in Tafel 1 aufgeführten Kriterien.

3 Beleuchtungstechnische Kriterien

Folgende lichttechnische Gütemerkmale sind zu berücksichtigen, dabei werden in den genannten Normen unterschiedliche Arbeitsbereiche mit differenzierten be-

leuchtungstechnischen Anforderungen und Umgebungsbereiche definiert.

3.1 Beleuchtungsstärke im Bereich des Bildschirmarbeitsplatzes

Mittlere horizontale Beleuchtungsstärke von $\bar{E}_{h,m} = 500 \text{ lx}$ (Wartungswert der Beleuchtungsstärke, d. h., der Wert soll im Laufe der Betriebszeit nicht unterschritten werden, andernfalls sind Wartungsmaßnahmen vorzunehmen) mit einer Gleichmäßigkeit von

$$g_1 = \frac{E_{\min}}{E} \geq 0,6.$$

3.2 Leuchtdichteverteilung

Eine ausgewogene Leuchtdichteverteilung im Raum ist besonders für Bildschirmarbeitsplätze wegen der annähernd senkrechten Ebene der Bildschirme und der damit zwangsläufig verbundenen Sichtrichtung der Benutzer notwendig. Eine solche Verteilung mit quantitativen Werteangaben zeigt Bild 1. In der Praxis treten jedoch vielfach höhere Leuchtdichtewerte auf, vor allem im Fensterbereich und unter bestimmten Ausstrahlungswinkeln der Leuchten. Wenn sich diese Flächen in den Bildschirmen spiegeln, sind z. B. im Fensterbereich Leuchtdichteverminderungen durch Blendschutzvorrichtungen vorzusehen bzw. Leuchten mit begrenzten Ausstrahlungswinkeln einzusetzen.

3.3 Lichtfarbe und Farbwiedergabe

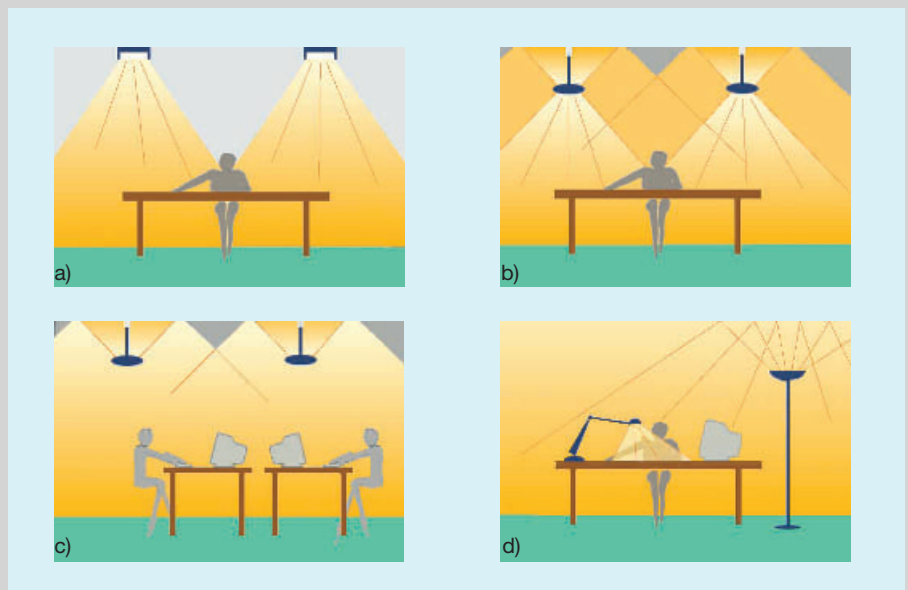
Im Allgemeinen sind in der Bürobeleuchtung Lampen mit warmweißer (ww) oder neutralweißer (nw) Lichtfarbe mit einer Farbwiedergabe von $R_a > 80$ zu verwenden.

Tafel 1 Bildschirmklassen

Bildschirm-Klasse nach DIN EN ISO 9241-7	Güte des Bildschirms bezüglich Entspiegelung und Sichtbarkeit	Anwendungshinweise nach DIN EN ISO 9241-7 bezüglich der Gestaltung der Umgebungsbedingungen im Büro
I	hoch	Geeignet für die Nutzung in üblicher Umgebung
II	mittel	Geeignet für viele, aber nicht alle Umgebungen
III	gering	Erfordert spezielle, kontrollierte Büroumgebungen

Tafel 2 Zulässige Leuchtdichtewerte von Leuchten und Raumflächen, die sich in Nutzerblicksrichtung auf dem Bildschirm spiegeln, in Abhängigkeit von der Bildschirmgüte und der Bildschirm polarität (nach E DIN 5035, T. 7)

Bildschirmklasse nach DIN EN ISO 9241-7	I		II		III	
Güte des Bildschirms bezüglich Entspiegelung und Sichtbarkeit	hoch		mittel		gering	
Bildschirm polarität	positiv (hell)	negativ (dunkel)	positiv (hell)	negativ (dunkel)	positiv (hell)	negativ (dunkel)
Leuchten, die sich auf dem Bildschirm spiegeln: mittlere Leuchtdichte	$\leq 1000 \text{ cd/m}^2$		$\leq 200 \text{ cd/m}^2$		$\leq 200 \text{ cd/m}^2$	
Leuchtende Raumflächen, die sich auf dem Bildschirm spiegeln: mittlere Leuchtdichte	$\leq 1000 \text{ cd/m}^2$		$\leq 200 \text{ cd/m}^2$		$\leq 200 \text{ cd/m}^2$	
maximale Leuchtdichte	$\leq 2000 \text{ cd/m}^2$		$\leq 400 \text{ cd/m}^2$		$\leq 400 \text{ cd/m}^2$	



③ Beleuchtungssysteme

a) direkte Allgemeinbeleuchtung; b) direkt-indirekte Allgemeinbeleuchtung; c) indirekte Allgemeinbeleuchtung; d) kombinierte Beleuchtung, realisiert durch eine Arbeitsplatzleuchte und indirekte Allgemeinbeleuchtung

3.4 Begrenzung der Blendung

Wenn zu hohe Leuchtdichteunterschiede im Gesichtsfeld auftreten, kommt es zur Blendung. Kritisch sind dabei die hohen Leuchtdichtewerte der sichtbaren Flächen von Lampen, Leuchten und Fenstern. Diese Blendung kann zu erheblichen Belastungen in Form von Konzentrations- und Behaglichkeitsstörungen führen. Dabei ist zu unterscheiden zwischen der Direktblendung durch Leuchten oder helle Flächen im direkten Sichtbereich und der Reflexblendung, wenn sich Flächen hoher Leuchtdichte, z. B. Fenster mit hellem Himmelsausschnitt oder Leuchten auf der Bildschirmoberfläche spiegeln (Bild 2).

Direktblendung. Durch die Begrenzung der Leuchtdichte der Leuchten bei großen Ausstrahlungswinkeln kann eine Direktblendung vermieden werden.

Reflexblendung. Bei der Reflexblendung werden die Leuchtdichteunterschiede zwischen den Zeichen auf dem Bildschirm und dem Bildschirmhintergrund herabgesetzt. Dadurch ist die Erkennbarkeit mehr oder weniger gemindert und die Augen adaptieren dauernd. Weiterhin sind die Augen bestrebt, sowohl die Bildzeichen als auch das Spiegelbild scharf zu sehen. Durch die unterschiedliche Entfernung beider Bilder bedeutet das eine fortwährende Akkommodation. Sowohl die ständige Adaptation als auch Akkommodation führen zu einer erhöhten visuellen Beanspruchung. Diese kann sich durch Kopfschmerzen, brennende oder tränende Augen (asthenoptische Beschwerden) bemerkbar machen. Auf

die Reflexblendung hat die Güte des Bildschirms einen wesentlichen Einfluss, insbesondere hinsichtlich

- Entspiegelung,
- Bildschirmpolarität und
- Bildschirm-Krümmungsradius.

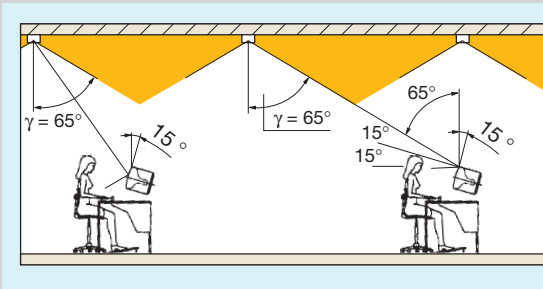
Die positive Bildschirm polarität (dunkle Zeichen auf hellem Untergrund) bewirkt eine geringere Reflexblendung als die negative Bildschirm polarität. Tafel 2 enthält Grenzwerte der Leuchtdichte sich spiegelnder Flächen in Abhängigkeit von der Bildschirmgüte und der Bildschirm polarität. Durch den Krümmungsradius des Bildschirms wird der Raumwinkelbereich bestimmt, aus dem störende Reflexionen auftreten können. Je geringer diese Krümmung ist (je größer der Bildschirmradius) umso geringer ist dieser Bereich – was den Vorteil von Flachbildschirmen begründet.

3.5 Vermeidung der Sichtbarkeitsminderung der Bildschirminformation

Eine hohe Beleuchtungsstärke auf dem Bildschirm führt auf Grund der Lichtstreuung am Bildschirmhintergrund zu einer starken Aufhellung und dadurch zu einer Minderung der Zeichenkontraste. Durch geeignete Arbeitsplatzanordnung, Beleuchtungssysteme und entsprechende Bildschirme können solche Störungen vermieden werden.

3.6 Vermeidung des Bildschirmflimmerns bei künstlichem Licht

Der Bildschirm hat eine bestimmte Bildwiederholfrequenz. Das Licht von Leuchtstofflampen pulsiert mit der dop-



4 Vermeidung von Reflexblenden an Bildschirmarbeitsplätzen durch Reduktion der Leuchtenleuchtdichte im Ausstrahlungsbereich $\gamma \geq 65^\circ$

pelten Netzfrequenz des Wechselstromes. Hier kann es zu einer Frequenzüberlagerung und zu einem unangenehmen Flimmern kommen. Eine Vermeidung ist einerseits durch die Verwendung elektronischer Vorschaltgeräte für die Leuchtstofflampen und andererseits von Bildschirmen mit hoher Bildwiederholfrequenz möglich.

4 Anordnung der Arbeitsplätze

4.1 Situation bei Tageslicht

Bei der Gestaltung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen ist grundsätzlich die Arbeit unter Tageslichtverhältnissen zu berücksichtigen. Die positiven Qualitäten des Tageslichts sind Anlass dafür, die Forderung nach der Beleuchtung mit Tageslicht für Arbeitsstätten in entsprechende Richtlinien der Arbeitsschutzgesetzgebung aufzunehmen. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass positive biologisch-physiologische und psychologische Wirkungen für das subjektive Wohlbefinden bei bedeutend höheren Werten der Beleuchtungsstärke als in den Normen der Beleuchtung mit künstlichem Licht vorgegeben erreicht werden. Das trifft vor allem auf Arbeitsplätze in Fensternähe zu.

Fensternaher Monitor. Da heutzutage nahezu jeder Büromitarbeiter an einem Bildschirm arbeitet, gehört auch der Bildschirmarbeitsplatz in unmittelbarer Fensternähe zur Normalität. Allerdings sollten die Bildschirme für diese Arbeitsplätze der Güteklasse I angehören, um auch dadurch die Gefahr der Reflexblendung bei der hohen Leuchtdichteumgebung zu minimieren. Trotzdem darf nicht verkannt werden, dass ein Bildschirm nicht immer optimal aufgestellt werden kann. Die Anordnung, dass der Mitarbeiter mit Blickrichtung zum Fenster sitzt, verbietet sich aus beleuchtungstechnischer Sicht generell, da er durch die hohe Fensterleuchtdichte sehr hell adaptiert ist und die Zeichen auf dem Bildschirm nur erschwert wahrnehmen kann. Dazu verursacht vielfach die hohe Fensterleuchtdichte auch noch Direktblendung. Die um 180° gedrehte Bildschirmanordnung ist ebenfalls nicht akzeptabel, da sich die

hohe Fensterleuchtdichte der Monitorleuchtdichte überlagert und den Bildschirmkontrast stark reduziert. Daraus ergibt sich, dass für die Nutzer eine im Wesentlichen parallele Blickrichtung zur Fensterfront die günstigste Anordnungsmöglichkeit darstellt. Aber auch hierbei ergeben sich bei großen Räumen ungünstige Sichtpositionen dadurch, dass ein Teil der Fensterfront im Blickbereich des Nutzers oder im Reflexionsbereich des Bildschirms liegt.

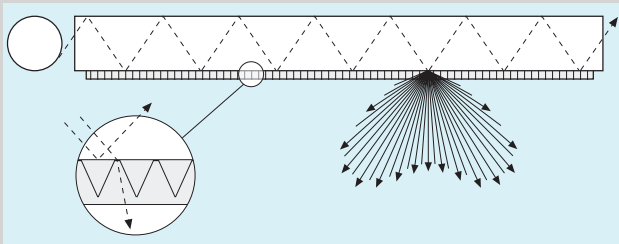
Lichtschutzsysteme. Deshalb müssen die Fenster der Räume mit Bildschirmarbeitsplätzen mit geeigneten verstellbaren Lichtschutzeinrichtungen ausgestattet sein. An diese Lichtschutzeinrichtungen müssen folgende Forderungen gestellt werden:

- Reduzierung der Fensterleuchtdichte im seitlichen Gesichtsfeld auf einen Wert unter 2000 cd/m^2 ,
- Gewährleistung einer Sichtverbindung nach außen (Forderung der DIN 5034 „Beleuchtung mit Tageslicht“ und der Arbeitsstättenverordnung),
- Verhinderung der durch den Sonnenstand gegebenen Sonnen- und Wärmeeinstrahlung.

Besonders die beiden letztgenannten Forderungen machen den Einsatz von auf der Fensterinnenseite angeordneten Vertikal- oder Horizontallamellen problematisch. Falls keine Lichtlenk- und Sonnenschutzsysteme an der Außenfassade des Gebäudes angeordnet sind haben sich Folienrollos, die unmittelbar an der Fensterinnenseite möglichst verstellbar montiert sind, gut bewährt. Trotz einer geringen Lichttransmission von rund 3 % ist durch die Folienperforation eine Sichtverbindung nach außen ohne Farbverzerrung gegeben.

4.2 Situation bei künstlichem Licht

Bei der Beleuchtung mit künstlichem Licht muss über die allgemeinen Gütekriterien hinaus die Leuchtdichtebegrenzung der Leuchten speziell hinsichtlich der Vermeidung der Direktblendung und der Reflexion auf den Bildschirmen beachtet werden. Bei der Beleuchtung unterscheidet man nach den Beleuchtungssystemen direkt, direkt-indirekt und indirekt sowie der kombinierten Beleuchtung (Bild 3). Mit allen



⑥ Prinzip der Eldacon-Waveguide-Lichtlenkung

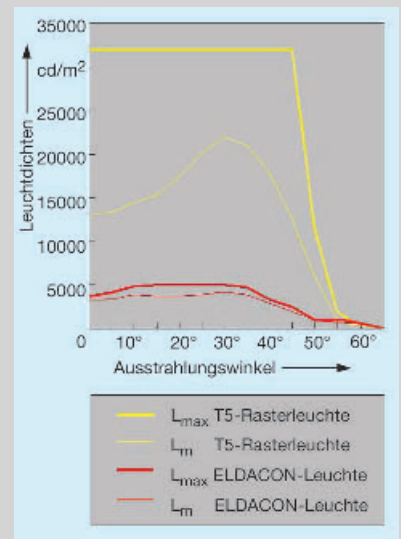


⑤ Arbeitsplatzorientierte Bürobeleuchtung
Foto: Zumtobel Staff



⑦ Leuchte „Quadrature“ auf der Basis der Eldacon-Technologie

Foto: Siteco



⑧ Leuchtdichteverteilung der Eldacon-Leuchte Quadrature im Vergleich zu Spiegelrasterleuchten

Beleuchtungssystemen sind aus technischer Sicht alle Güteanforderungen zu erfüllen.

Spiegelrasterleuchten. Um mit Rasterleuchten in der Anordnung der direkten Allgemeinbeleuchtung die Reflexblendung zu vermeiden, sind ab einer gewissen Raumgröße so genannte BAP-Spiegelraster notwendig, die eine starke Leuchtdichtebegrenzung oberhalb eines Ausstrahlungswinkels von $\gamma = 65^\circ$ bewirken (Bild ④). Für dieses Beleuchtungssystem ist eine Leuchtenanordnung parallel zur Fensterfront günstig, dadurch bedingt ergibt sich allerdings auch eine relativ starre Arbeitsplatzanordnung. Zu beachten ist, dass in kleinen Räumen die Leuchtenflächen mit hoher Leuchtdichte schon aus geometrischen Gründen nicht im Bildschirm spiegeln können: Beispielsweise bei einem geringeren Abstand zwischen Leuchtenfläche und Monitor als der 1,75fachen Länge zwischen Bildschirm und Leuchtebene. Hier wird der Einsatz von Leuchten mit den Leuchtdichteanforderungen nach Tafel ② nicht notwendig. Wegen der starken Leuchtdichtebegrenzung wirken die BAP-Spiegelraster-Leuchten unter den normalen Sichtrichtungen dunkel. Ebenso wird die Decke auf Grund der ausschließlichen Lichtabstrahlung nach unten nicht aufgehellt, so dass dieses Beleuchtungssystem trotz Wirkungsgrad- und Kostenvorteilen gegenüber anderen Beleuchtungssystemen nur eine geringe Akzeptanz bei den Beschäftigten erlangt. Zudem stoßen die BAP-Spiegelraster- und -reflektorsysteme beim Einsatz der T16-Leuchtstofflampen (Rohrdurchmesser 16 mm) mit den gegenüber der T26-Lampen wesentlich höheren Leuchtdichtewerten konstruktiv an ihre Grenzen. Weiterhin ist festzustellen, dass bei den heutigen modernen Klimasystemen der Gebäude die Deckenflächen für Einbau- und Anbauleuchten nicht mehr ausreichend zur Verfügung stehen. Das ist auch einer der Gründe, warum immer mehr kombinierte Beleuchtungssysteme mit direkter Arbeitsplatzbeleuchtung und indirekter Allgemeinbeleuchtung eingesetzt werden (Bild ③d).

Kombinierte Beleuchtungssysteme. Diese Beleuchtungsart hat bei den Beschäftigten eine hohe Akzeptanz, weil vielfach die Möglichkeit besteht, den Lichtanteil für den Arbeitsplatz individuell zu regeln. Ei-

ne Beeinflussung des Allgemeinbeleuchtungsanteils durch den Einzelnen sollte allerdings ausgeschlossen sein. So wird z. B. bei dem Bürobeleuchtungssystem im Bild ⑤ die Arbeitsplatzbeleuchtung mit indirekt strahlenden Stehleuchten für die Allgemeinbeleuchtung kombiniert, wobei die Stehleuchten hinsichtlich Lampenanzahl und -anordnung variiert werden können.

Eldacon-Technologie. Besonderes Augenmerk verlangt die Beleuchtung von Büros mit flexiblen Strukturen. Hier gibt es keine feste Arbeitsplatzanordnung und die Arbeit wird vielfach an flacher liegenden Bildschirmen und Displays (Laptops) ausgeführt. Hier ist der Einsatz von Leuchten notwendig, die für alle Ausstrahlungswinkel eine niedrige Leuchtdichte aufweisen. Diese Leuchten arbeiten mit dem im Bild ⑥ dargestellten Lichtlenkungsprinzip. Bei der sogenannten Eldacon-Technologie koppeln zwei T16-Leuchtstofflampen von beiden Längsseiten das Licht in einen Acrylglasblock einer Lichtleiterplatte ein. Dort wird es flächig über eine Mikropismenstruktur abgestrahlt. Dieses Prinzip wird bei der im Bild ⑦ dargestellten Leuchte angewendet. Die Leuchte ist ultraflach und eignet sich für eine Allgemeinbeleuchtung mit geringer Leuchtdichte, so dass auf die Raumposition der Bildschirme und Blickrichtung der Nutzer keine Rücksicht genommen werden muss (Bild ⑧).

5 Planung

Bei den komplexen Zusammenhängen für die Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen ist eine fachlich kompetente Planung unter Berücksichtigung aller Einflussfaktoren notwendig. Neben diesen Faktoren und den beleuchtungstechnischen Vorgaben muss der Planer aber auch Kenntnisse über die vorgesehene Bürotechnologie haben. In der Planungsphase müssen folgenden Kriterien bekannt sein:

- Raumgeometrie
- Raumnutzung,
- Fenstergestaltung mit den Lichtschutzvorrichtungen,
- Arbeitsplatzanordnung,
- Ausrüstung mit Mobiliar und technischen Geräten (hauptsächlich welche Bildschirmklasse die einzusetzenden Bildschirmgeräte haben).

Erfahrungsgemäß ist es allerdings schwierig, alle Details zum Zeitpunkt der Beleuchtungsplanung in Erfahrung zu bringen.

6 Fazit

Beleuchtungstechnische Einzelmaßnahmen am Arbeitsplatz, wie z. B. separat bezogene Blendungsbegrenzung führen kaum zu einem befriedigenden Ergebnis. Für Räume mit mobilen Arbeitsflächen und flachliegenden Bildschirmgeräten sind Leuchten mit niedriger Leuchtdichte über einen großen Ausstrahlungsbereich (Leuchten mit Lichtlenktechnik mit Prismen- und Mikropismenstrukturen) einzusetzen. Entsprechende Leuchtenkonstruktionen sind auf dem Markt, sie sind allerdings merkbar teurer als herkömmliche Raster- oder Reflektorleuchten.