

# Beleuchtung im Büro

Hilfen für die Planung von Beleuchtungsanlagen  
von Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen



Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG)  
Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V. (LiTG)

Erstellt in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe „Büro“ des Fachausschusses  
„Innenbeleuchtung“ der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft e. V. (LiTG).

Wir bedanken uns für die fachliche Unterstützung bei  
Peter Dehoff  
Helmut D. Range  
Paul W. Schmits  
Christian Winter

**Diese Berufsgenossenschaftlichen Informationen werden mitgetragen von**  
Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (AUVA) (Österreich)  
Staatssekretariat für Wirtschaft (seco) (Schweiz)  
Lichttechnische Gesellschaft Österreichs (LTG)  
Schweizer Licht Gesellschaft (SLG)



Die in dieser Berufsgenossenschaftlichen Information (BGI) enthaltenen technischen Lösungen schließen andere, mindestens ebenso sichere Lösungen nicht aus, die auch in technischen Regeln anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum ihren Niederschlag gefunden haben können.

	<b>Vorbemerkung</b>	5
<b>1</b>	<b>Natürliches und künstliches Licht</b>	7
<b>2</b>	<b>Gütemerkmale der Beleuchtung</b>	9
<b>2.1</b>	<b>Beleuchtungsniveau</b>	10
2.1.1	Horizontale Beleuchtungsstärke	11
2.1.2	Zylindrische Beleuchtungsstärke	11
2.1.3	Vertikale Beleuchtungsstärke	12
2.1.4	Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke	13
<b>2.2</b>	<b>Leuchtdichteverteilung</b>	13
<b>2.3</b>	<b>Begrenzung der Blendung</b>	15
2.3.1	Direktblendung	15
2.3.2	Reflexblendung auf dem Bildschirm	16
2.3.3	Reflexblendung auf anderen Arbeitsmitteln	20
2.3.4	Blendung durch Tageslicht	21
<b>2.4</b>	<b>Lichtrichtung und Schattigkeit</b>	22
<b>2.5</b>	<b>Lichtfarbe und Farbwiedergabe</b>	22
2.5.1	Lichtfarbe	23
2.5.2	Farbwiedergabe	24
<b>2.6</b>	<b>Flimmerfreiheit</b>	24
<b>3</b>	<b>Anordnung der Arbeitsplätze</b>	25
<b>4</b>	<b>Planung von Beleuchtungsanlagen</b>	27
<b>4.1</b>	<b>Allgemeines</b>	27
<b>4.2</b>	<b>Beleuchtungskonzepte</b>	30
4.2.1	Raumbezogene Beleuchtung	30
4.2.1.1	Bewertungsflächen für raumbezogene Beleuchtung	31
4.2.2	Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung	32
4.2.2.1	Arbeitsbereich „Bildschirm- und Büroarbeit“	32
4.2.2.2	Arbeitsbereich „Besprechung“	34
4.2.2.3	Arbeitsbereich „Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen“	34

4.2.2.4	Umgebungsbereich	34
4.2.2.5	Bereiche für Verkehrswege	34
4.2.2.6	Bewertungsflächen für die arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung	35
4.2.3	Teilflächenbezogene Beleuchtung	36
4.2.3.1	Bewertungsflächen für die teilflächenbezogene Beleuchtung	37
<b>4.3</b>	<b>Beleuchtungsarten</b>	<b>38</b>
4.3.1	Direktbeleuchtung	38
4.3.2	Indirektbeleuchtung	40
4.3.3	Direkt-/Indirektbeleuchtung	41
<b>4.4</b>	<b>Schalten, Steuern und Regeln einer Beleuchtungsanlage</b>	<b>42</b>
<b>4.5</b>	<b>Konzepte für das Lichtmanagement</b>	<b>43</b>
<b>4.6</b>	<b>Instandhaltung</b>	<b>44</b>
<b>5</b>	<b>Übersicht – Wichtige Werte für eine gute Beleuchtung auf einen Blick</b>	<b>46</b>
<b>6</b>	<b>Beispiele</b>	<b>48</b>
6.1	Einzelbüro	50
6.2	2-Personen-Büro	58
6.3	Gruppenbüro	66
6.4	Büro mit CAD-Arbeitsplätzen	74
6.5	Kombibüro	82
6.6	Call Center	90
6.7	Großraumbüro	98
6.8	Office at Home	106
<b>7</b>	<b>Glossar</b>	<b>114</b>
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>122</b>
8.1	Literaturverzeichnis	122
8.2	Bezugsquellen für Literatur	124
8.3	Hinweis auf geprüfte Arbeitsmittel, die ein GS- bzw. BG-PRÜFZERT-Zeichen erhalten haben	125

# Vorbemerkung

Diese Informationsschrift gibt Hilfen zur Planung von Beleuchtungsanlagen in Büroräumen.

Die Qualität der Beleuchtung wirkt sich auf das visuelle Leistungsvermögen des Menschen aus. Sie ist entscheidend dafür, wie genau und wie schnell Formen, Details und Farben erkannt werden. Durch schlechte Beleuchtung kann es auch zu Fehlbeanspruchungen der Mitarbeiter kommen. Darüber hinaus beeinflusst die Beleuchtung Aktivität und Wohlbefinden der Mitarbeiter und wirkt sich somit auf ihre Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft aus.

Um eine optimale Qualität und Akzeptanz zu erzielen, ist es erforderlich, dass die Beleuchtungsanlage von einem sachkundigen Planer konzipiert wird. Diese Informationsschrift ist eine Hilfe zur Verständigung zwischen Auftraggeber und Planer.

Es ist wichtig, dass an dem Planungsprozess neben dem Architekten und Lichtplaner Vertreter des Unternehmens beteiligt werden, die die Arbeitsabläufe, Arbeitstätigkeiten und Arbeitsmittel kennen. Es sollten zudem die im Unternehmen tätige bzw. die für das Unternehmen zuständige Fachkraft für Arbeitssicherheit, der Betriebsarzt und die Personalvertretung hinzugezogen werden. Zusätzlich kann eine Beratung zu sicherheitstechnischen und ergonomischen Fragen durch den zuständigen Unfallversicherungsträger, z.B. durch die Verwaltungs-Berufsgenossenschaft, in Anspruch genommen werden.

In dieser Berufsgenossenschaftlichen Information werden die Gütemerkmale für die natürliche und künstliche Beleuchtung erläutert sowie Einflussgrößen und Zusammenhänge aufgezeigt, die beachtet werden müssen. Es wird dargestellt, welche Beleuchtungskonzepte und Beleuchtungsarten für die Planung infrage kommen können. Zudem werden Hinweise zum Schalten, Steuern und Regeln sowie zur Instandhaltung von Beleuchtungsanlagen gegeben.

In einer Übersicht sind die wichtigsten quantitativ beschreibbaren Gütemerkmale für Beleuchtungsanlagen in Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen zusammengestellt.

Für verschiedene Bürotypen werden Beleuchtungslösungen aufgeführt, die so oder in ähnlicher Form in die Praxis übernommen werden können.

Die fachlichen Inhalte dieser Informationsschrift berücksichtigen Erfahrungen bei der Planung und dem Betrieb von Beleuchtungsanlagen für Büroräume sowie die aktuellen lichttechnischen Erkenntnisse, die auch im Normentwurf E DIN 5035-7 (einschließlich der Ergebnisse der Einspruchsverhandlung) enthalten sind.

Lichttechnische Begriffe und Verfahren aus der europäischen Normung, insbesondere der DIN EN 12464-1, sind in diese Informationsschrift eingeflossen.

## Literatur

- E DIN 5035-7: „Beleuchtung mit künstlichem Licht  
Teil 7: Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen“
- DIN EN 12464-1: „Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten  
Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen“

# 1

## Natürliches und künstliches Licht

Bei der Beleuchtung von Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen spielt das Tageslicht eine große Rolle.

Das Tageslicht spiegelt durch seine sich ändernde Intensität, Einfallrichtung, Lichtfarbe und Schattigkeit Tageszeit, Jahreszeit, Wetter und Ort wider. Es stellt daher für den Menschen ein wichtiges Bindeglied zu seiner Umwelt dar (Abbildung 1-1).

Der Mensch hat sich im Laufe der Evolution an den Tageslichtverlauf angepasst. Je nach Intensität des Tageslichtes werden beim Menschen physiologische Prozesse aktiviert oder gedämpft. Dadurch wird maßgeblich der biologische Rhyth-

mus des Menschen gesteuert. Auch die Psyche des Menschen wird beeinflusst.

Ein ausreichender Tageslichteinfall im Zusammenhang mit einer möglichst ungehinderten Sichtverbindung nach außen, durch die die Mitarbeiter die äußere Umgebung unverzerrt und unverfälscht wahrnehmen können, wirkt sich positiv auf ihr Wohlbefinden und somit auf ihre Motivation und Produktivität aus. Büroräume sollen daher über ausreichend große Fensterflächen verfügen.

Die Sichtverbindung nach außen wird für alle Arbeitsräume von der Arbeitsstättenverordnung gefordert. Damit die Sichtverbindung ausreichend ist, werden in der

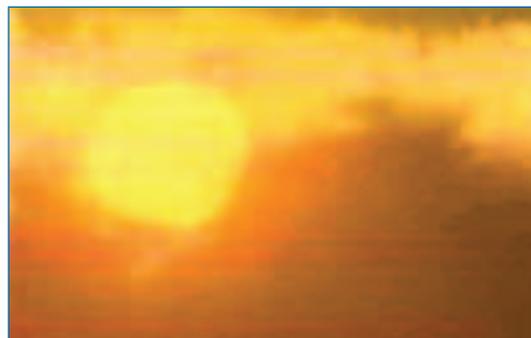
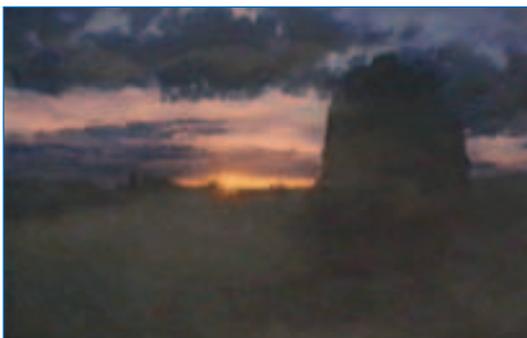


Abbildung 1-1 Verschiedene Lichtstimmungen in der Natur

Arbeitsstättenrichtlinie ASR 7/1 Anforderungen hinsichtlich der Lage und Größe der Fenster gestellt. Die Mindestgröße der Fensterfläche ist abhängig von der Raumtiefe und Raumgröße festgelegt.

Um neben der Sichtverbindung nach außen auch den ausreichenden Tageslichteinfall zu ermöglichen, sollen nach DIN 5034-1 größere Abmessungen für die Fenster – als nach der ASR 7/1 gefordert – vorgesehen werden.

Die Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV) fordert, dass an den Fenstern geeignete Lichtschutzvorrichtungen angebracht sein müssen, um störende Blendung der Mitarbeiter zu verhindern und einen zu hohen Tageslichteinfall reduzieren zu können. Diese Vorrichtungen müssen verstellbar sein.

**Hinweis:** In der Bildschirmarbeitsverordnung wird von Lichtschutzvorrichtungen gesprochen, in den Informationsschriften der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft von Sonnenschutzvorrichtungen, die dem Blend- und Wärmeschutz dienen.

Auch wenn die Sonnenschutzvorrichtungen teilweise oder ganz geschlossen sind, sollten die Gütemerkmale der Beleuchtung im Raum so weit wie möglich erfüllt werden.

Diese Gütemerkmale, die für natürliches Licht, künstliches Licht und eine Kombination von beiden gelten, werden im Folgenden beschrieben.

### Literatur

- Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV)
- Arbeitsstättenrichtlinie „Sichtverbindung nach außen“ (ASR 7/1)
- DIN 5034-1: „Tageslicht in Innenräumen Teil 1: Allgemeine Anforderungen“
- BG-Information „Sonnenschutz im Büro“ (SP 2.5) (BGI 827)

# 2 Güte Merkmale der Beleuchtung

Eine Reihe von Merkmalen, die sich gegenseitig beeinflussen, bestimmt die Qualität der Beleuchtung. Um unter Berücksichtigung des Sehvermögens der Mitarbeiter angemessene Lichtverhältnisse für die Sehaufgaben in Büroräumen zu erzielen, müssen im Besonderen die folgenden lichttechnischen Güte Merkmale beachtet werden:

- Beleuchtungsniveau,
- Leuchtdichteverteilung,
- Begrenzung der Direktblendung,
- Begrenzung der Reflexblendung auf dem Bildschirm und auf anderen Arbeitsmitteln,
- Lichtrichtung und Schattigkeit,
- Lichtfarbe und Farbwiedergabe,
- Flimmerfreiheit.

Werden diese Güte Merkmale berücksichtigt, werden Fehlbeanspruchungen der Mitarbeiter weitgehend vermieden.

Visuelle Fehlbeanspruchungen können asthenopische Beschwerden wie Kopfschmerzen, Flimmern vor den Augen sowie brennende oder tränende Augen auslösen. Sie führen aber zu keiner bleibenden Schädigung der Augen. Körperliche Fehl- oder Zwangshaltungen können entstehen, wenn Mitarbeiter ungünstigen Lichtverhältnissen ausweichen müssen.

Visuelle und körperliche Fehlbeanspruchungen können auch bei guter Beleuchtung entstehen, wenn die Sehaufgaben durch eine ungenügende Qualität der Bildschirmanzeige, der Papiervorlage oder der Tastatur erschwert werden. Dabei spielen vor allem eine wichtige Rolle:

- die Leuchtdichten von Zeichen und Hintergrund, der Kontrast zwischen Zeichen und Hintergrund und die Zeichenschärfe,
- die Zeichengröße, Zeichengestalt und die Abstände zwischen den Zeichen,
- die Farbdarstellung,
- die Güte des Bildschirms bezüglich der Entspiegelung,
- die Glanzeigenschaften der Papiervorlagen,
- die Oberflächengestaltung der Tastatur.

Visuelle Fehlbeanspruchungen bei der Bildschirmarbeit können auch durch flimmernde Anzeigen verursacht werden.

## Literatur

- BG-Information „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze“ (SP 2.1) (BGI 650)

Die quantitativ beschreibbaren lichttechnischen Güte Merkmale sind fast ausschließlich für die künstliche Beleuchtung erforscht worden, um Planungs- und Bewertungskriterien für Beleuchtungsanlagen in Arbeitsstätten definieren zu können.

Für die Beleuchtung mit Tageslicht werden gegenüber der Beleuchtung mit künstlichem Licht aus psychischen Gründen wesentlich höhere Beleuchtungsstärken bevorzugt und stärkere Störungen durch Blendung und höhere Leuchtdichten im Raum akzeptiert. Dies kann damit begründet werden, dass Tageslicht mit seinen hohen Beleuchtungsstärken und Leuchtdichten sowie seinem stetigen Wandel als etwas Natürliches und Selbstverständliches angesehen wird, da dies der Mensch in der freien Natur ständig erlebt.

So werden relativ hohe Beleuchtungsstärken durch Tageslicht am Arbeitsplatz als angenehm empfunden. Meist werden erst bei unmittelbar störender Helligkeit die Sonnenschutzvorrichtungen gegen die Blendung in Anspruch genommen. Selbst hohe, durch das Fenster gesehene Leuchtdichten werden akzeptiert, wenn der Informationsgehalt beim Blick aus dem Fenster hoch ist.

Auch die sich ständig ändernden Leuchtdichten und Schattigkeiten im Raum – besonders bei direkt einfallendem Sonnenlicht – sowie die Dynamik der Lichtfarbe werden meist als angenehm empfunden.

## 2.1 Beleuchtungsniveau

Die Beleuchtungsanlage muss ein Beleuchtungsniveau schaffen, bei dem

- die Sehaufgaben wie das Lesen und Erkennen von Informationen auf dem Bildschirm, auf Papiervorlagen und auf anderen Arbeitsmitteln erledigt werden können,
- Fehlbeanspruchungen der Mitarbeiter vermieden werden,
- die visuelle Kommunikation unterstützt wird,
- Informationen aus der Umgebung aufgenommen werden können,
- die Mitarbeiter sich wohl fühlen und angemessen aktiviert werden.

Das Beleuchtungsniveau wird maßgeblich von den Beleuchtungsstärken bestimmt. Dies sind die horizontalen, zylindrischen und vertikalen Beleuchtungsstärken sowie deren Gleichmäßigkeit und ihre Verteilung auf der jeweiligen Bewertungsfläche.

Die mittleren Beleuchtungsstärken, die in dieser Berufsgenossenschaftlichen Information angegeben sind, sind Wartungswerte und nicht mehr Nennwerte wie bisher in den Regelungen und Normen. Dies bedeutet, dass bereits beim Erreichen des vorgegebenen Wartungswertes die Beleuchtungsanlage gewartet werden muss (siehe Abschnitt 4.6).

Die Mindestwerte für die Beleuchtungsstärken sind in Abschnitt 5 angegeben. Höhere Beleuchtungsstärken können einen positiven Einfluss auf das subjektive Wohlbefinden haben. Zu hohe Beleuchtungsstärken können aber bei der Bildschirmarbeit zu Störungen führen.

Für ältere Mitarbeiter und bei besonderen Sehaufgaben kann es notwendig sein, höhere Beleuchtungsstärken anzubieten. Für die Planung und Überprüfung der Beleuchtungsanlagen sind Rechen- bzw. Messraster festgelegt worden.

### Literatur

- DIN 5035-6: „Beleuchtung mit künstlichem Licht  
Teil 6: Messung und Bewertung“
- DIN 5035-8: „Beleuchtung mit künstlichem Licht  
Teil 8: Spezielle Anforderungen zur Einzelplatzbeleuchtung in Büroräumen und büroähnlichen Räumen“

### 2.1.1 Horizontale Beleuchtungsstärke

Die horizontale Beleuchtungsstärke wird als Bewertungsgröße für das Beleuchtungsniveau horizontaler und nahezu horizontaler Flächen verwendet. Solche Flächen sind z.B. Schreibtischoberflächen, Papiervorlagen, Tastatur. Für die Arbeitsbereiche „Bildschirm- und Büroarbeit“ sowie „Besprechung“ (siehe Abschnitt 4.2.2) soll die mittlere horizontale Beleuchtungsstärke  $\bar{E}_h$  mindestens 500 Lux betragen.

Für den Umgebungsbereich (siehe Abschnitt 4.2.2) soll die mittlere horizontale Beleuchtungsstärke  $\bar{E}_h$  mindestens 300 Lux betragen.

### 2.1.2 Zylindrische Beleuchtungsstärke

Die zylindrische Beleuchtungsstärke wird als Bewertungsgröße für das Beleuchtungsniveau vertikaler oder nahezu vertikaler Flächen von räumlichen Gegenständen verwendet. Sie wird auch als ein Maß für den Helligkeitseindruck im Raum angesehen. Im Besonderen wird sie als Bewertungsgröße für die Helligkeit von Gesichtern benutzt (Abbildung 2.1.2-1).

Eine ausreichende vertikale Beleuchtungsstärke ist Voraussetzung für eine gute visuelle Kommunikation. Da die Ausrichtung der Gesichter im Allgemeinen variabel ist und sich die vertikalen Beleuchtungsstärken für übliche Beleuchtungsanlagen in Büroräumen in den verschiedenen Richtungen nicht wesentlich voneinander unterscheiden, kann die zylindrische Beleuchtungsstärke (Mittelwert der vertikalen Beleuchtungsstärken) als Bewertungsgröße herangezogen werden.

Für die Arbeitsbereiche „Bildschirm- und Büroarbeit“ sowie „Besprechung“ (siehe Abschnitt 4.2.2) soll die mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke  $\bar{E}_z$  in einer Höhe von 1,20 m über dem Fußboden mindestens 175 Lux betragen. Bei einer mittleren horizontalen Beleuchtungsstärke  $\bar{E}_h$  größer als 500 Lux soll die mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke  $\bar{E}_z$  mindestens  $0,33 \times \bar{E}_h$  sein.



Abbildung 2.1.2-1 Einfluss der zylindrischen Beleuchtungsstärke auf die visuelle Kommunikation

Für den Umgebungsbereich (siehe Abschnitt 4.2.2) soll die mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke  $\bar{E}_z$  in einer Höhe von 1,20 m über dem Fußboden mindestens 100 Lux betragen. Bei mittleren horizontalen Beleuchtungsstärken größer als 300 Lux soll die mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke  $\bar{E}_z$  mindestens  $0,33 \times \bar{E}_h$  sein.

**Hinweis:** Wird die mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke in einer Höhe von 1,20 m eingehalten, kann davon ausgegangen werden, dass sie auch in einer Höhe von stehenden Mitarbeitern (1,65 m) ausreichend ist.

### 2.1.3 Vertikale Beleuchtungsstärke

Die vertikale Beleuchtungsstärke wird als Bewertungsgröße für das Beleuchtungsniveau von vertikalen Schrank- und Regalflächen verwendet.

Für den Arbeitsbereich „Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen“ (siehe Abschnitt 4.2.2) soll die mittlere vertikale Beleuchtungsstärke  $\bar{E}_v$  mindestens 175 Lux betragen.

Das Lesen der Beschriftungen von Ordnern, Büchern u.ä. an Schrank- und Regalflächen ist eine typische Sehaufgabe im Bürobereich. Werden solche Lesetätigkeiten häufig und über längere Zeit durchgeführt, wie z.B. in Bibliotheken oder Archiven, sollte eine mittlere vertikale Beleuchtungsstärke  $\bar{E}_v$  von mindestens 300 Lux realisiert werden.

### 2.1.4 Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke

Die Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke wird als Bewertungsgröße für die Verteilung der horizontalen, zylindrischen und vertikalen Beleuchtungsstärken verwendet.

Die Gleichmäßigkeit  $g_1$  ist der Quotient aus minimaler Beleuchtungsstärke  $\bar{E}_{\min}$  und mittlerer Beleuchtungsstärke  $\bar{E}$  auf der jeweiligen Bewertungsfläche.

Durch eine weitgehend gleichmäßige Beleuchtung der relevanten Flächen oder Bereiche werden störende Helligkeitsunterschiede ebenso vermieden wie die Bildung von „Lichtflecken“ mit zu hoher Leuchtdichte. Dadurch wird auch verhindert, dass die visuelle Aufmerksamkeit von der Sehaufgabe abgelenkt wird. Generell soll darauf geachtet werden, dass hohe Beleuchtungsstärken dort auftreten, wo sich die Sehaufgabe – ausgenommen der Bildschirm – befindet. Von hier aus sollte die Beleuchtungsstärke sanft abfallen.

Die mindestens einzuhaltenden Werte für  $g_1$  sind in Abschnitt 5 aufgeführt.

## 2.2 Leuchtdichtevertelung

Ausgewogene und harmonische Leuchtdichteverhältnisse im Gesichtsfeld bewirken angenehme Sehbedingungen. Helligkeitsunterschiede, die zu erhöhten Anforderungen an die Hell-Dunkel-Adaptation bei den Mitarbeitern führen, werden so vermieden. Aber auch zu geringe

Leuchtdichteunterschiede sind ungünstig, da sie einen monotonen Raumeindruck bewirken. Ebenso ist darauf zu achten, dass auf dem Bildschirm für den Nutzer keine störenden Spiegelungen heller Flächen auftreten (siehe Abschnitt 2.3.2).

Größere Leuchtdichteunterschiede zu relativ kleinen Flächen, z.B. von Bildern, Informationsflächen, können dagegen zu einem interessanten Raumeindruck beitragen.

Die Beleuchtung im Zusammenspiel mit den lichttechnischen Eigenschaften der Oberflächen von Arbeitsmitteln, Einrichtungsgegenständen und Raumbegrenzungsflächen beeinflusst die Leuchtdichteverteilung. Daher sollten Reflexionsgrade, Glanzeigenschaften und die Farben der Flächen im Raum so gewählt werden, dass zu hohe Leuchtdichteunterschiede vermieden werden.

#### Empfohlene mittlere Reflexionsgrade:

für die Decke:	0,7 bis 0,9
für die Wände:	0,5 bis 0,8
für den Boden:	0,2 bis 0,4
für Arbeitsflächen, Möbel und Geräte:	0,2 bis 0,5

(siehe Abbildung 2.2-1)

#### Empfohlene Glanzeigenschaften für Arbeitsflächen, Möbel und Geräte:

Glanzgrad:	matt bis seidenmatt
------------	---------------------

Dies entspricht einem  $60^\circ$ -Reflektometerwert  $\leq 20$ .

Farbton	Weiß	Blau	Braun	Grün	Gelb
	0,85	0,85	0,82	0,84	0,89
	0,67	0,65	0,67	0,60	0,83
	0,48	0,45	0,46	0,50	0,80
	0,23	0,30	0,22	0,22	0,79

Abbildung 2.2-1 Farb- und Helligkeitseindruck von Flächen in Abhängigkeit von Farbton und Reflexionsgrad (angenäherte Werte)

**Hinweis:** Die Überprüfung der Reflexionseigenschaften kann mit Hilfe von Reflexionsgradtafeln und Glanzgradtafeln erfolgen.

**Bezugsquellen:**

REFLEXIONSGRADTAFEL:

ecomед Verlagsgesellschaft AG & Co. KG

Justus-von-Liebig-Straße 1

D-86899 Landsberg

Tel.: +49 08191 125-428

Fax: +49 08191 125-594

GLANZGRADTAFEL:

Institut für Lackprüfung

Felsweg 16

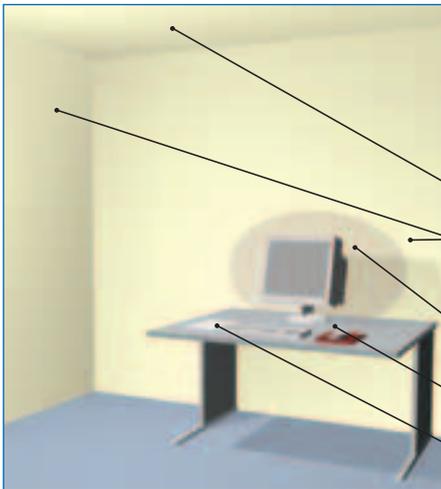
D-35435 Wetztenberg

Tel.: +49 0641 86188

Fax: +49 0641 86387

Je nachdem, ob Bildschirme mit Positivdarstellung (heller Bildschirmhintergrund mit dunklen Zeichen) oder Negativdarstellung (dunkler Bildschirmhintergrund mit hellen Zeichen) betrieben werden, sind unterschiedliche Leuchtdichten im Raum zu empfehlen.

In [Abbildung 2.2-2](#) werden für einen Wartungswert der horizontalen Beleuchtungsstärke von  $\bar{E}_h = 500$  Lux Leuchtdichten für Arbeitsmittel, Arbeitsflächen und Raumbegrenzungsflächen angegeben. Bei Tageslichteinfall werden jedoch auch höhere Leuchtdichten als angenehm empfunden.



	Positivdarstellung		Negativdarstellung	
	zulässig	empfohlen	zulässig	empfohlen
Decke	10 – 1000	30 – 500	10 – 200	30 – 200
Wand	10 – 1000	30 – 500	10 – 200	20 – 100
Wand hinter Bildschirm	10 – 500	30 – 300	10 – 50	20 – 80
Arbeitsfläche	30 – 80	30 – 60	30 – 80	30 – 60
Papiervorlage	100	100	100	100

Abbildung 2.2-2 Zulässige und empfohlene Leuchtdichtebereiche in  $\text{cd}/\text{m}^2$  für einen Wartungswert der horizontalen Beleuchtungsstärke von  $\bar{E}_h = 500 \text{ Lux}$

Positivdarstellung: Wert der Hintergrundleuchtdichte des Bildschirms: etwa  $100 \text{ cd}/\text{m}^2$   
 Negativdarstellung: Wert der Hintergrundleuchtdichte des Bildschirms: etwa  $10 \text{ cd}/\text{m}^2$

**Hinweis:** Für Bildschirme in Positivdarstellung wird für den Bildschirmhintergrund eine mittlere Leuchtdichte von etwa  $100 \text{ cd}/\text{m}^2$ , für Bildschirme in Negativdarstellung etwa  $10 \text{ cd}/\text{m}^2$  zugrunde gelegt.

## 2.3 Begrenzung der Blendung

Störende Blendung an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen kann als Direktblendung oder Reflexblendung auftreten. Störende Direktblendung durch Tageslicht oder Leuchten sowie Reflexblendung durch Spiegelungen hoher Leuchtdichten auf glänzenden Flächen müssen begrenzt werden.

**Hinweis:** Grundlage für die Bewertung der Blendung ist der Neuzustand der Beleuchtungsanlage.

### 2.3.1 Direktblendung

Helle Flächen im Gesichtsfeld wie Leuchten, Fenster oder beleuchtete Flächen können störend wirken, ohne die Sehleistung unmittelbar herabzusetzen. Diese Blendung wird als psychologische Blendung bezeichnet. Bei längerer Störung kann sie zu erhöhten visuellen Beanspruchungen führen und hat ungünstige Auswirkungen auf das allgemeine Wohlbefinden, die Arbeitsleistung, die Leistungsbereitschaft und die Konzentrationsfähigkeit. Die Ermüdung nimmt zu. Psychologische Blendung muss daher begrenzt werden.

Physiologische Blendung bewirkt dagegen eine unmittelbare Herabsetzung der Sehleistung. Sie tritt durch künstliche Beleuchtung in Büroräumen meist nicht auf. Wird psychologische Blendung begrenzt, tritt im Allgemeinen auch keine physiologische Blendung auf.

Die psychologische Blendung wird von folgenden Größen beeinflusst:

- Leuchtdichte der Blendquelle (z.B. gesehene leuchtende Fläche einer Leuchte),
- vom Beobachter aus gesehene Größe der Blendquelle,
- Lage der Blendquelle im Gesichtsfeld,
- Umfeldleuchtdichte.

Die Bewertung der psychologischen Blendung durch Leuchten erfolgt durch das UGR-(Unified Glare Rating)Verfahren nach DIN EN 12464-1.

Je kleiner der nach diesem Verfahren ermittelte UGR-Wert ist, umso geringer ist die psychologische Blendung.

Zur Überprüfung von Beleuchtungsanlagen können die UGR-Tabellen der Dokumentationsunterlagen der Leuchtenhersteller verwendet werden. In Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen darf der UGR-Wert nicht größer als 19 sein, unabhängig vom Beleuchtungsniveau.

### Literatur

- DIN EN 12464-1: „Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen“
- LiTG-Publikation Nr. 20: Das UGR-Verfahren zur Bewertung der Direktblendung der künstlichen Beleuchtung in Innenräumen

### 2.3.2 Reflexblendung auf dem Bildschirm

Zur Reflexblendung bei der Bildschirmarbeit kommt es, wenn sich helle Flächen aus der Umgebung, z.B. Leuchten, Fenster, beleuchtete Flächen auf der Bildschirmanzeige oder auf Arbeitsvorlagen, glänzenden Möbelflächen, auf Zeitschriften, Telefonen, Tastaturen o.ä. spiegeln.

Bei der Spiegelung heller Flächen auf dem Bildschirm werden einerseits Helligkeitsunterschiede zwischen dem Bildschirmhintergrund und den Zeichen auf dem Bildschirm herabgesetzt, d.h. die Zeichen können nicht mehr gut erkannt werden und die visuelle Informationsaufnahme ist beeinträchtigt. Zum anderen versuchen die Augen sowohl auf das Zeichen als auch auf das Spiegelbild zu akkommodieren. Es kommt zu visueller Fehlbeanspruchung.

Störende Reflexionen auf dem Bildschirm können vermieden werden durch

- eine ergonomische Anordnung der Bildschirmarbeitsplätze zum Fenster,
- die Art der Beleuchtung,
- die Anordnung der Beleuchtung in Bezug auf den Bildschirm,
- gute Entspiegelung des Bildschirms,
- die Verwendung von Bildschirmen mit Positivdarstellung.

Nach DIN EN ISO 9241-7 werden Bildschirme bezüglich ihrer Entspiegelung, für Positiv- und Negativdarstellung getrennt, in drei Klassen eingeteilt.

Für denselben Bildschirm kann sich bei Negativdarstellung eine niedrigere Güteklasse der Entspiegelung (Bildschirmklasse) als bei der Positivdarstellung ergeben (Abbildung 2.3.2-1).

## Literatur

- DIN EN ISO 9241-7: „Ergonomische Anforderungen an Bürotätigkeiten an Bildschirmgeräten  
Teil 7: Anforderungen an visuelle Anzeigen bezüglich Reflexionen“



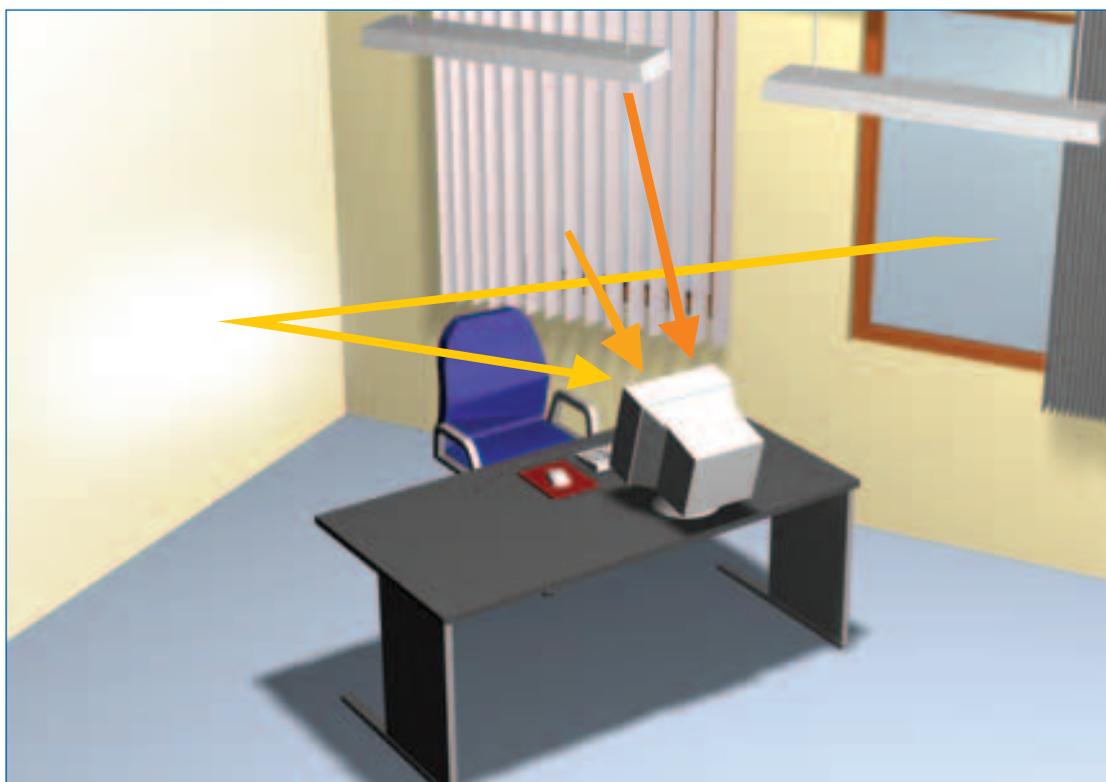
Abbildung 2.3.2-1 Spiegelbilder auf Bildschirmen verschiedener Güteklassen der Entspiegelung

Bildschirme	mittlere Leuchtdichten von Leuchten und Flächen, die sich auf dem Bildschirm spiegeln
Bildschirme mit Positivdarstellung	$\leq 1000 \text{ cd/m}^2$
Bildschirme mit Negativdarstellung der Güteklasse I, d.h. mit hochwertiger Entspiegelung <b>Nachweis über Prüfzertifikat ist erforderlich.</b>	
Bildschirme mit Negativdarstellung der Güteklasse II und III	$\leq 200 \text{ cd/m}^2$

**Tabelle 2.3.2-1:** Zulässige Leuchtdichtewerte von Leuchten und Flächen, die sich auf dem Bildschirm spiegeln

In Abhängigkeit von der Güteklasse der Entspiegelung (Bildschirmklasse) und der Darstellungsart (Positiv- oder Negativdarstellung) dürfen die Leuchtdichten von Leuchten, die sich auf dem Bildschirm spiegeln, die in [Tabelle 2.3.2-1](#) angege-

benen Grenzwerte der mittleren Leuchtdichte nicht überschreiten. Dies gilt auch für diejenigen Flächen im Raum, die sich auf dem Bildschirm spiegeln, z.B. Wände, Einrichtungsgegenstände, Stellwände, Fenster und Oberlichter ([Abbildung 2.3.2-2](#)).



**Abbildung 2.3.2-2** Helle Flächen, die sich auf dem Bildschirm spiegeln können

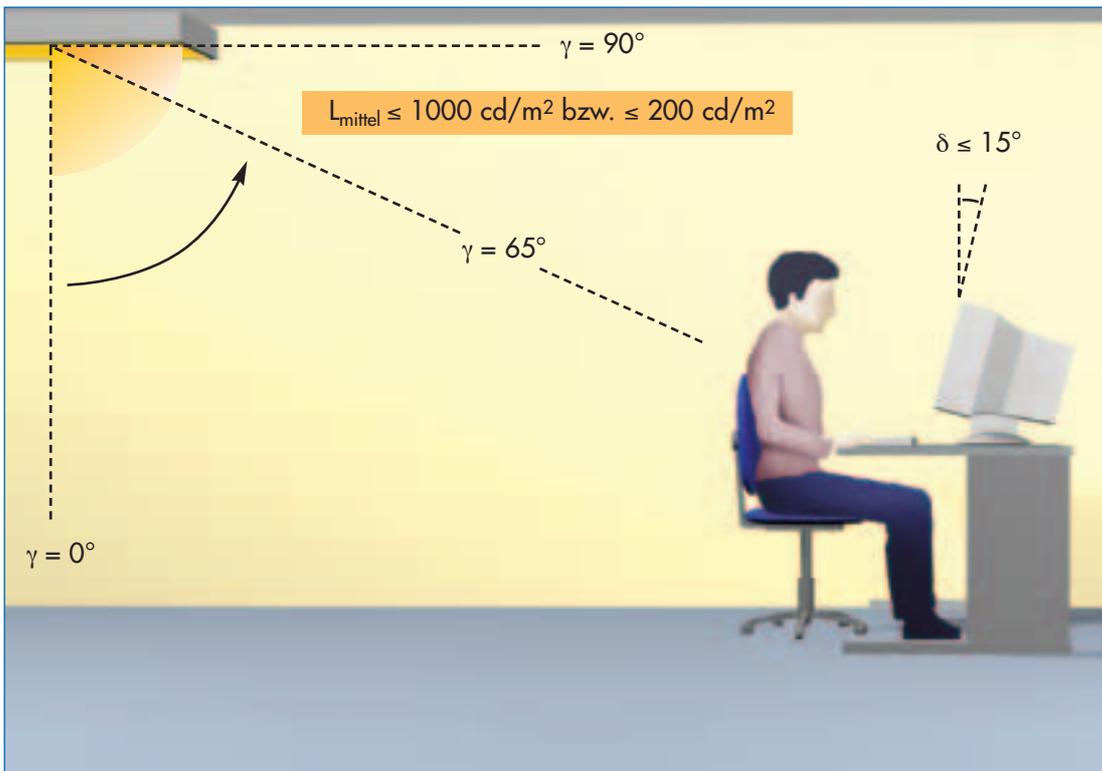


Abbildung 2.3.2-3 Kritischer Bereich ( $\gamma \geq 65^\circ$ ) für Leuchtdichten von Leuchten, die zu Reflexblending auf dem Bildschirm führen können

**Hinweis:** Die Leuchtdichtegrenzwerte der [Tabelle 2.3.2-1](#) beziehen sich auf die zurzeit auf dem Markt angebotenen Bildschirme.

Die Grenzwerte der mittleren Leuchtenleuchtdichte müssen von Leuchten erst ab einem Ausstrahlungswinkel  $\gamma = 65^\circ$  ([Abbildung 2.3.2-3](#)) rund um die Leuchte (in den Ebenen C0, C15, C30 bis C345 mit  $\Delta\varphi = 15^\circ$ ) eingehalten werden. Ab dem Ausstrahlungswinkel  $\gamma = 65^\circ$  muss auch die Lampe abgeschirmt sein.

Ausnahmen hiervon können gemacht werden, wenn – auch nach geänderter Anordnung der Arbeitsplätze –

- sich Leuchten nachweislich nicht im Bildschirm spiegeln können, z.B. aufgrund der geometrischen Verhältnisse im Raum,
- asymmetrisch strahlende Leuchten so angeordnet sind, dass die Ausstrahlungsbereiche mit hohen Leuchtdichten nicht zum Bildschirm gerichtet sind (z.B. Wallwasher).

Bei Raumsituationen, die keine prinzipielle Änderung der Arbeitsplätze zulassen und bei fest mit dem Arbeitsbereich verbundenen Leuchten müssen bezüglich der Begrenzung der Leuchtdichten nur die Ausstrahlungsebenen berücksichtigt werden, die zu einer Reflexblendung auf dem Bildschirm führen können.

**Hinweis:** Diese Ausnahmeregelungen sollen durch einen sachkundigen Planer überprüft werden.

Diese Leuchtdichtegrenzwerte gelten für Bildschirme mit einer Diagonalen des sichtbaren Teiles des Bildschirms  $\leq 48$  cm (19 Zoll) und für Neigungswinkel des Bildschirms  $\delta \leq 15^\circ$ . Sind die Bildschirme größer oder stärker geneigt, können besondere Maßnahmen notwendig sein, z.B.

- die Verwendung von Leuchten, deren zum Bildschirm zeigenden Flächen geringe Leuchtdichten aufweisen,
- die Verwendung von Leuchten, bei denen die in [Tabelle 2.3.2-1](#) angegebenen Grenzwerte der mittleren Leuchtdichte von Leuchten bereits bei Ausstrahlungswinkeln  $\gamma < 65^\circ$  eingehalten werden.

### 2.3.3 Reflexblendung auf anderen Arbeitsmitteln

Die Reflexblendung auf anderen Arbeitsmitteln und Gegenständen wird am einfachsten durch nicht glänzende Oberflächen vermieden. Insbesondere sollte darauf geachtet werden, dass Papierdokumente und Prospekthüllen matt sind.

Die Art und Anordnung der Beleuchtung kann wesentlich dazu beitragen, Reflexblendung zu vermeiden.

#### Literatur

- Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV)
- LiTG-Publikation Nr.13: Der Kontrastwiedergabefaktor CRF – ein Gütemerkmal der Innenbeleuchtung

### 2.3.4 Blendung durch Tageslicht

Störungen durch Tageslicht können durch hohe Leuchtdichten der Sonne und der von ihr angestrahlten oder hinterleuchteten Flächen sowie durch hohe Leuchtdichten des Himmels hervorgerufen werden. Diese Störungen äußern sich durch Direkt- und Reflexblendung.

Direktblendung durch die Sonne kann in erheblichem Maße zu physiologischer und psychologischer Blendung führen. Insbesondere kann es bei der Bildschirmarbeit mit Blickrichtung zum Fenster bei hohen Leuchtdichteunterschieden zwischen der Bildschirmanzeige und der hellen Fensterfläche zu störenden Blendwirkungen und zur Herabsetzung der Sehleistung kommen. Die Blickrichtung bei der Bildschirmarbeit sollte deshalb weitgehend parallel zur Fensterfront verlaufen.

Reflexblendung an der Bildschirmanzeige entsteht, wenn sich helle Fensterflächen im Bildschirm spiegeln. Werden Bildschirme nahe am Fenster aufgestellt, können hohe Beleuchtungsstärken zu einer starken Aufhellung des Bildschirmhintergrundes führen und dadurch eine störende Minderung der Zeichenkontraste und damit der Zeichenerkennbarkeit bewirken.

Sowohl zur Begrenzung der Direkt- als auch der Reflexblendung am Bildschirm durch Tageslicht sowie zur Begrenzung zu hoher Beleuchtungsstärken am Bildschirm durch Tageslicht müssen geeignete, verstellbare Sonnenschutzvorrichtungen an den Fenstern angebracht sein (siehe auch Bildschirmarbeitsverordnung).

Leuchtdichten von Fensterflächen mit und ohne Sonnenschutzvorrichtungen, die sich im Bildschirm spiegeln, dürfen die im Abschnitt 2.3.2 angegebenen Leuchtdichtegrenzwerte nicht überschreiten.

#### Literatur

- Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV)
- BG-Information „Sonnenschutz im Büro“ (SP 2.5) (BGI 827)

## 2.4 Lichtrichtung und Schattigkeit

Störende Schatten durch Gegenstände oder den Körper des Mitarbeiters können durch richtige Lichtrichtung verhindert werden.

In Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen ist eine ausgewogene Schattigkeit anzustreben, um die räumliche Wahrnehmung und die Erkennbarkeit von Oberflächenstrukturen zu unterstützen. Eine angenehme Schattigkeit entsteht durch ein ausgewogenes Verhältnis von gerichteten zu diffusen Lichtanteilen. Schattenarmut, die einen monotonen Raumeindruck erzeugt, wird durch eine diffuse Beleuchtung hervorgerufen, z.B. durch eine reine Indirektbeleuchtung mit gleichmäßiger Deckenleuchtdichte.

Störende, hart abgegrenzte Schatten treten auf, wenn eng bündelnd strahlende, nach unten offene Leuchten mit punktartigen Lampen eingesetzt werden, z.B. mit Niedervolt-Halogenglühlampen, Halogen-Metaldampflampen und auch – bei relativ hohen Montagehöhen der Leuchten – Leuchten mit Kompaktleuchtstofflampen mit Zweifach-/Dreifachrohr. Dies kann durch den Einsatz von geeigneten Leuchtenabdeckungen vermieden werden, wie z.B. durch satinierte Gläser oder Prismenscheiben.

## 2.5 Lichtfarbe und Farbwiedergabe

Die im Raum vorherrschende Lichtatmosphäre wird auch durch die Lichtfarbe und die Farbwiedergabe der eingesetzten Lampen geprägt. Dadurch werden auch die Stimmung und das Wohlbefinden der Mitarbeiter beeinflusst.

Die Kennzeichnung der Lampen hinsichtlich Lichtfarbe und Farbwiedergabe erfolgt durch einen dreiziffrigen Code, bei dem die erste Ziffer die Farbwiedergabeeigenschaft und die beiden folgenden Ziffern die Lichtfarbe kennzeichnen (Abbildung 2.5-1).

Beim Austausch der Lampen ist darauf zu achten, dass Lampen mit der gleichen Leistungsaufnahme sowie der gleichen Lichtfarbe und Farbwiedergabeeigenschaft eingesetzt werden.



Abbildung 2.5-1

Kennzeichnung der Lampen hinsichtlich Farbwiedergabe und Lichtfarbe durch dreiziffrigen Code

## 2.5.1 Lichtfarbe

	Lichtfarbe	Ähnlichste Farbtemperatur	Code* z. B.
ww	Warmweiß	< 3300 K	2700 K: x 27 3000 K: x 30
nw	Neutralweiß	3300 K bis 5300 K	4000 K: x 40 5000 K: x 50
tw	Tageslichtweiß	> 5300 K	5400 K: x 54 6500 K: x 65

x im Code: 1. Ziffer kennzeichnet die Farbwiedergabeeigenschaft

Tabelle 2.5.1-1 Einteilung der Lichtfarben (\* Code siehe [Abbildung 2.5-1](#))

Die Lichtfarbe der Lampen wird entsprechend ihrer ähnlichsten Farbtemperatur in drei Gruppen eingeteilt ([Tabelle 2.5.1-1](#)).

Für die Beleuchtung von Räumen mit Büro- und Bildschirmarbeitsplätzen werden Lampen der Lichtfarben Warmweiß oder Neutralweiß von den Mitarbeitern als angenehm empfunden. Warmweißes Licht hat einen relativ hohen Rotanteil (wie auch Kerzen- oder Glühlampenlicht) und bewirkt auch eine etwas wohnlichere Stimmung. Neutralweißes Licht wirkt dagegen eher sachlich. Tageslichtweißes Licht wird bei Beleuchtungsstärken von 500 Lux als kalt und ungemütlich empfunden und lässt den Raum und Gesichter eher fad und grau erscheinen. Erst bei relativ hohen Beleuchtungsstärken ( $\geq 1000$  Lux) wird tageslichtweißes Licht akzeptiert.

Unter der Bezeichnung „Dynamisches Licht“ werden Beleuchtungssysteme angeboten, bei denen u.a. auch die Lichtfarben verändert werden können (siehe Abschnitt 4.5).

## 2.5.2 Farbwiedergabe

Allgemeiner Farbwiedergabeindex $R_a$	Code*	Typische Lampen
$90 \leq R_a \leq 100$	9xx	Glühlampen, Halogen-Glühlampen, Leuchtstofflampen „de Luxe“ und Kompaktleuchtstofflampen (lange Version) „de Luxe“, Halogen-Metall dampflampen
$80 \leq R_a < 90$	8xx	Dreibanden-Leuchtstoff- und Kompaktleuchtstofflampen, Halogen-Metall dampflampen

xx im Code: 2. und 3. Ziffer kennzeichnet die Lichtfarbe

Tabelle 2.5.2-1 Farbwiedergabeindex, Code und typische Lampen für Räume mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen (\* Code siehe [Abbildung 2.5-1](#))

Die Farbwiedergabeeigenschaften der Lampe beschreiben deren Fähigkeit, Farben von Gegenständen und Menschen möglichst „naturgetreu“ wiederzugeben. Für die Einteilung der Lampen wird der Allgemeine Farbwiedergabeindex  $R_a$  verwendet ([Tabelle 2.5.2-1](#)).

Um eine gute Farbwiedergabe zu erreichen, sollen in Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen die eingesetzten Lampen mindestens den Farbwiedergabeindex  $R_a = 80$  aufweisen.

## 2.6 Flimmerfreiheit

Bei Leuchten mit Gasentladungslampen (Leuchtstoff- und Kompaktleuchtstofflampen, Halogen-Metall dampflampen) können Flimmererscheinungen auftreten, die zu Sehstörungen und Ermüdungen führen. Flimmererscheinungen werden durch den Einsatz von elektronischen Vorschaltgeräten verhindert.

# 3 Anordnung der Arbeitsplätze

Die richtige Anordnung des Bildschirmarbeitsplatzes ist eine wichtige Voraussetzung für ergonomisch einwandfreie Arbeitsbedingungen.

Bildschirme sind so auf dem Schreibtisch bzw. der Schreibtischkombination aufzustellen und zu orientieren, wie es sich aus den Arbeitsabläufen sowie dem Kommunikations- und Konzentrationsbedarf der Mitarbeiter ergibt. Um störende Blendung durch Tageslicht zu vermeiden und einen günstigen seitlichen Lichteinfall zu erreichen, soll die Blickrichtung der Mitarbeiter bei der Bildschirmarbeit weitge-

hend parallel zur Fensterfront verlaufen (siehe Abschnitt 2.3.3). Daraus ergibt sich die optimale Orientierung des Arbeitsplatzes zu den Fenstern und somit im Raum (Abbildung 3-1).

Bildschirme, im Besonderen der Güteklasse II der Entspiegelung (Bildschirmklasse II), sollten nicht in unmittelbarer Fensternähe aufgestellt werden (siehe Abschnitt 2.3.4). Für unterschiedliche Tätigkeiten ist es daher günstig, die Schreibtischplatten so zu kombinieren bzw. Schreibtischplattenformen so zu wählen, dass herkömmliche Schreib- und Lesetätig-

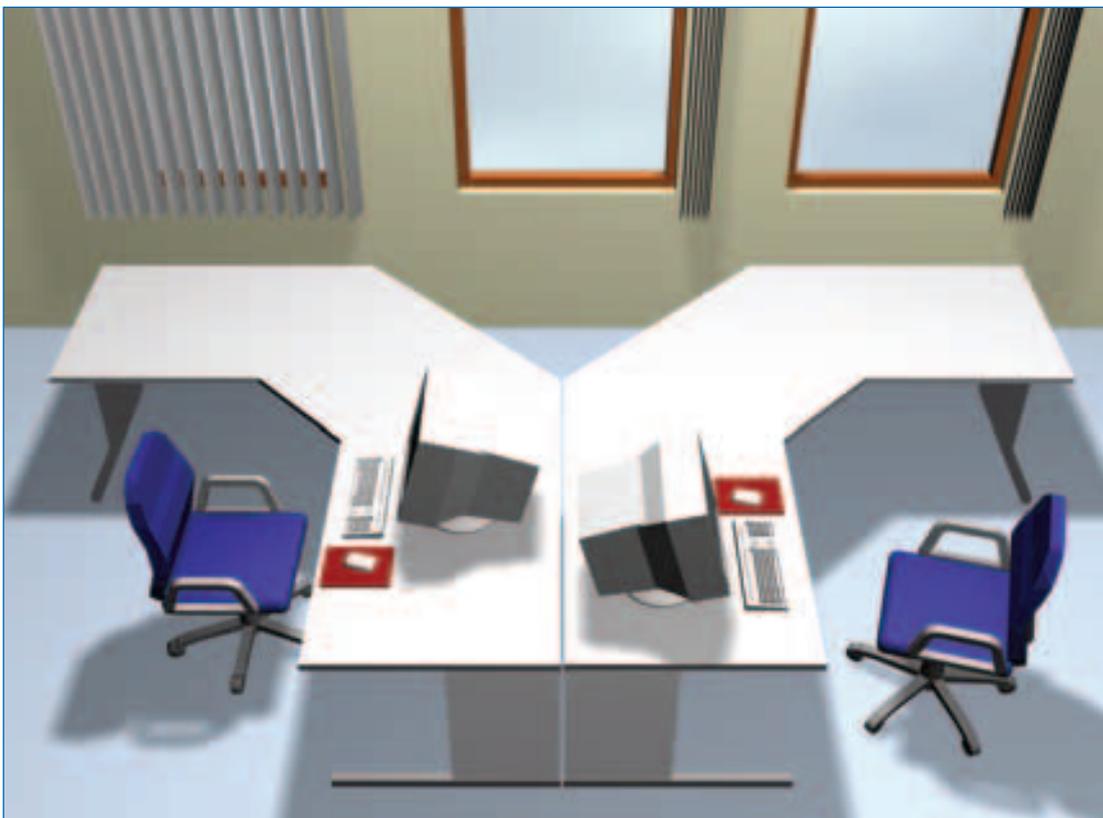


Abbildung 3-1 Richtige Ausrichtung der Bildschirmarbeitsplätze zum Fenster

keiten näher zum Fenster hin und die Bildschirmtätigkeit weiter vom Fenster entfernt erledigt werden.

**Hinweis:** Bildschirme der Güteklasse III der Entspiegelung (Bildschirmklasse III) sind nur für Arbeitsräume mit kontrollierten lichttechnischen Bedingungen geeignet, die in Büroräumen mit Tageslicht im Allgemeinen nicht realisierbar sind.

Bei der künstlichen Beleuchtung sind die Beleuchtungssysteme entsprechend ihrer lichttechnischen Eigenschaften sinnvoll zu den Arbeitsplätzen anzuordnen und auszurichten (siehe Abschnitt 4.2.2).

Leuchten, die einen großen Anteil ihres Lichtstromes direkt und vor allem enggebündelt nach unten lenken, z.B. tiefstrahlende Leuchten (siehe Abschnitt 4.3.1) sollten nicht unmittelbar über den Arbeitsplätzen angeordnet sein. Das Licht solcher Leuchten sollte vielmehr schräg von oben bzw. seitlich zum Mitarbeiter einfallen ([Abbildung 3-2](#)).

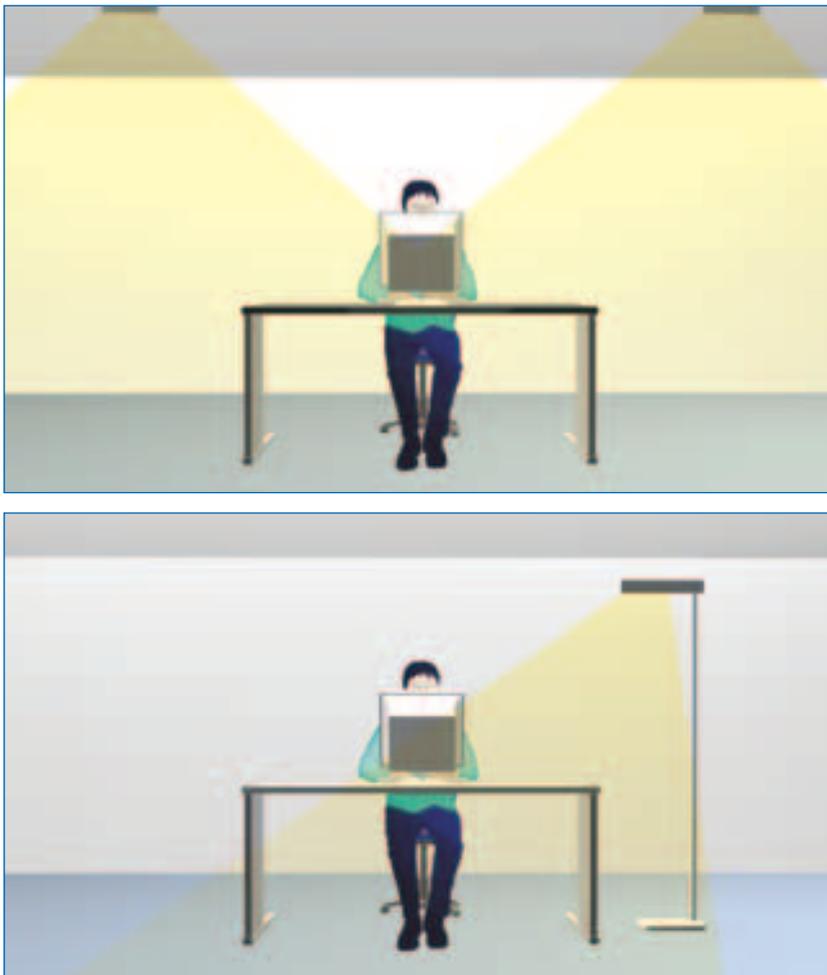


Abbildung 3-2 Richtiger Lichteinfall am Arbeitsplatz

# 4 Planung von Beleuchtungsanlagen

## 4.1 Allgemeines

Um den vielfältigen Anforderungen, die an eine ergonomisch und lichttechnisch einwandfreie Beleuchtungsanlage gestellt werden, gerecht zu werden, ist es erforderlich, dass die Planung von einem Sachkundigen durchgeführt wird.

Eine sorgfältige Planung beinhaltet folgende Schritte:

- Auswahl des Beleuchtungskonzeptes (siehe Abschnitt 4.2),
- Auswahl der Beleuchtungsart (siehe Abschnitt 4.3),
- Auswahl der Leuchten mit der entsprechenden Lampenbestückung,
- Festlegung der Anzahl und Anordnung der Leuchten im Raum,
- Erstellung eines Wartungsplanes für die Beleuchtungsanlage.

Dabei kann die Beleuchtung nicht losgelöst von anderen, die Bildschirm- und Büroarbeitsplätze beeinflussenden Faktoren betrachtet werden. Um optimale und abgestimmte Beleuchtungslösungen zu finden, müssen Wechselwirkungen zwischen Beleuchtung und Arbeitsaufgaben, Arbeitsabläufen, Soft- und Hardware, Möblierung, Arbeitsplatzanordnung, Raum- sowie Gebäudegestaltung beachtet werden ([Abbildung 4.1-1](#)).

Daher sollte im Planungsprozess interdisziplinär zusammengearbeitet werden. Neben dem Licht- und Elektroplaner sowie dem Architekten sollten auch Verantwortliche aus dem beauftragenden Unternehmen, die Fachkraft für Arbeitssicherheit, der Betriebsarzt, die Organisatoren, der Haustechniker u.a. sowie die Personalvertretung beteiligt werden.

Zusätzlich kann eine Beratung zu sicherheitstechnischen und ergonomischen Fragen durch den zuständigen Unfallversicherungsträger, z.B. durch die Verwaltungs-Berufsgenossenschaft, in Anspruch genommen werden.

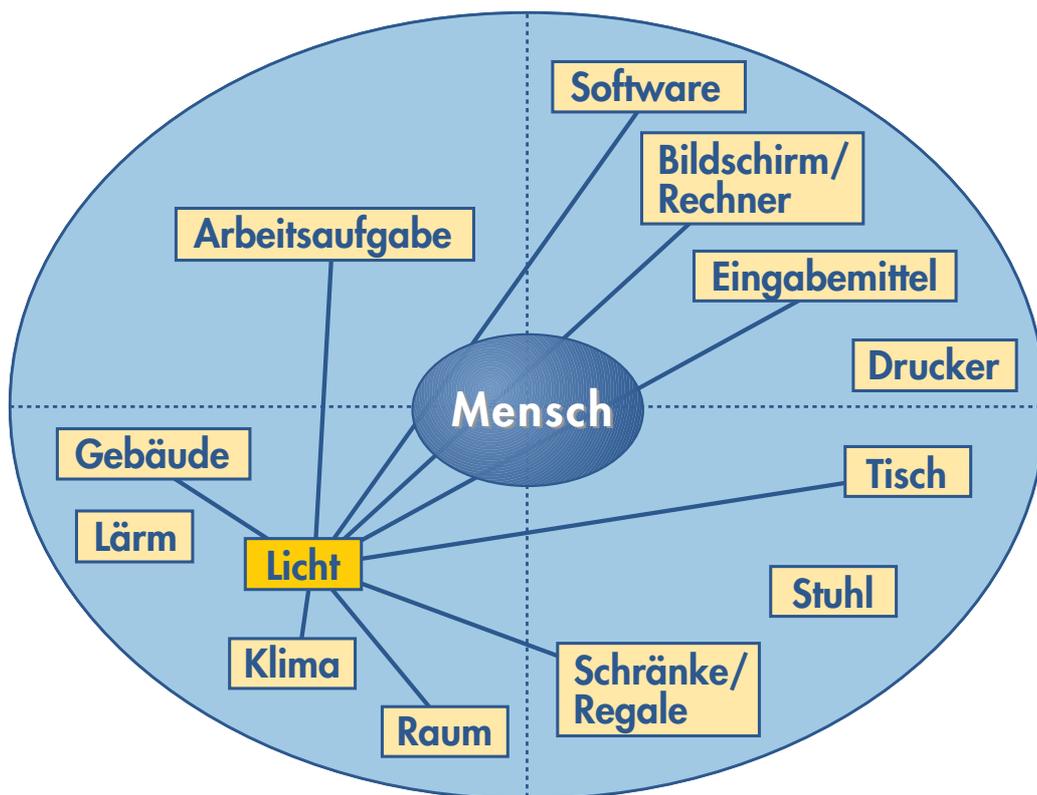


Abbildung 4.1-1 Wechselwirkungen zwischen Licht und Arbeitssystem Büro

Bei der Planung der Beleuchtung sind zur Erfüllung der lichttechnischen Gütemerkmale u.a. zu berücksichtigen:

- Mensch
  - Bedürfnis nach Tageslicht und Sichtverbindung nach außen,
  - Bedürfnis hinsichtlich Steuerbarkeit und Individualisierbarkeit der Beleuchtung,
  - Vermittlung von Wohlbefinden,
  - Anteil an älteren Mitarbeitern,
  - Mitarbeiter, die in ihrem Sehvermögen eingeschränkt sind,
  - Blickrichtungen, Körperhaltungen und Bewegungsräume bei der Arbeit.
- Arbeitsaufgaben und -abläufe
  - Sehaufgaben,
  - Kommunikations- und Konzentrationserfordernisse,
  - Flexibilität,
  - Schichtarbeit,
  - Desksharing.
- Soft- und Hardware
  - Positiv-/Negativdarstellung der Bildschirminformation,
  - Darstellung der Zeichen (Art, Größe, Kontrast usw.),
  - Güteklassen der Entspiegelung (Bildschirmklassen) des Bildschirms,
  - Neigung, Krümmung und Größe des Bildschirms,
  - Anzahl der Bildschirme,
  - Tastatur und andere Arbeitsmittel.

- Möblierung
  - Reflexionseigenschaften der Möbel,
  - Farbgebung der Möbel,
  - Aufstellung des Bildschirms auf dem Schreibtisch.
  
- Raum
  - Art und Anordnung der Arbeitsplätze bzw. Arbeitsbereiche,
  - Art des Raumes, z. B. Einpersonbüro, Kombibüro, Großraumbüro,
  - Variabilität der Arbeitsplatzanordnung,
  - Raumabmessungen,
  - Reflexionsgrade der Raumbegrenzungsflächen,
  - Größe und Anordnung der Fenster.
  
- Gebäude
  - Ausrichtung hinsichtlich Himmelsrichtung,
  - Nachbarbebauung.

Für die Akzeptanz und Qualität der Licht- und Raumwirkung spielen ästhetische und gestalterische Aspekte eine wichtige Rolle.

Ergonomische und lichttechnische Qualitäten haben mit Blick auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Mitarbeiter höchste Priorität.

Daneben sind Kosten, ökologische Verträglichkeit und Instandhaltung der Beleuchtungsanlage von Bedeutung.

Beleuchtungsanlagen in Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen sollen die in den Abschnitten 2 und 5 aufgeführten Gütemerkmale der Beleuchtung erfüllen, ohne unnötige Energie zu verbrauchen. Es sollte jedoch kein Kompromiss zu Lasten der lichttechnischen Gütemerkmale der künstlichen Beleuchtung eingegangen werden, nur um den Energieverbrauch zu senken. Durch den Einsatz von geeigneten modernen Beleuchtungs- und Lichtmanagementsystemen sowie durch die sinnvolle Nutzung des Tageslichtes kann der Energieverbrauch stark reduziert werden.

Die Beleuchtung von Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen kann nach den drei verschiedenen Beleuchtungskonzepten (siehe Abschnitt 4.2)

- raumbezogene Beleuchtung,
- arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung,
- teilflächenbezogene Beleuchtung geplant werden.

Zur Realisierung dieser Beleuchtungskonzepte können die Beleuchtungsarten (siehe Abschnitt 4.3)

- Direktbeleuchtung,
- Indirektbeleuchtung,
- Direkt-/Indirektbeleuchtung angewendet werden.

Für die Entscheidung, welches Beleuchtungskonzept und welche Beleuchtungsart infrage kommen, sind die ergonomischen und lichttechnischen Anforderungen ausschlaggebend. Sie müssen aber im Hinblick auf die genannten Kriterien umgesetzt werden.

## 4.2 Beleuchtungskonzepte

Die Wahl des Beleuchtungskonzeptes ist abhängig von

- der Kenntnis über Art und Anordnung der Arbeitsplätze,
- der geforderten örtlichen Variabilität für die Anordnung der Arbeitsplätze,
- der Notwendigkeit und dem Wunsch zur Individualisierbarkeit der Beleuchtung und
- der gewünschten Licht- und Raumwirkung.

### 4.2.1 Raumbezogene Beleuchtung

Eine raumbezogene Beleuchtung ist zu empfehlen, wenn

- die örtliche Zuordnung und die räumliche Ausdehnung der Arbeitsbereiche nicht bekannt sind,
- eine örtlich variable Anordnung der Arbeitsplätze bzw. Arbeitsbereiche vorgesehen ist,
- im gesamten Raum gleiche Sehbedingungen herrschen sollen,
- im gesamten Raum eine gleichmäßige Lichtwirkung erzielt werden soll.

Bei der raumbezogenen Beleuchtung müssen die Anforderungen an die Beleuchtungsstärken und die Begrenzung der Direktblendung für Bildschirm- und Büroarbeitsplätze für den gesamten Raum eingehalten werden (siehe Übersicht Abschnitt 5). Die Bewertungsfläche für die Berechnung und Überprüfung ist die projizierte Fläche der Raumgrundfläche in einer Höhe von 0,75 m bzw. 1,20 m über dem Boden, wobei ein Randstreifen von 0,50 m Breite unberücksichtigt bleiben kann – sofern ausgeschlossen wird, dass dort Arbeitsplätze angeordnet werden.

### 4.2.1.1 Bewertungsflächen für raumbezogene Beleuchtung

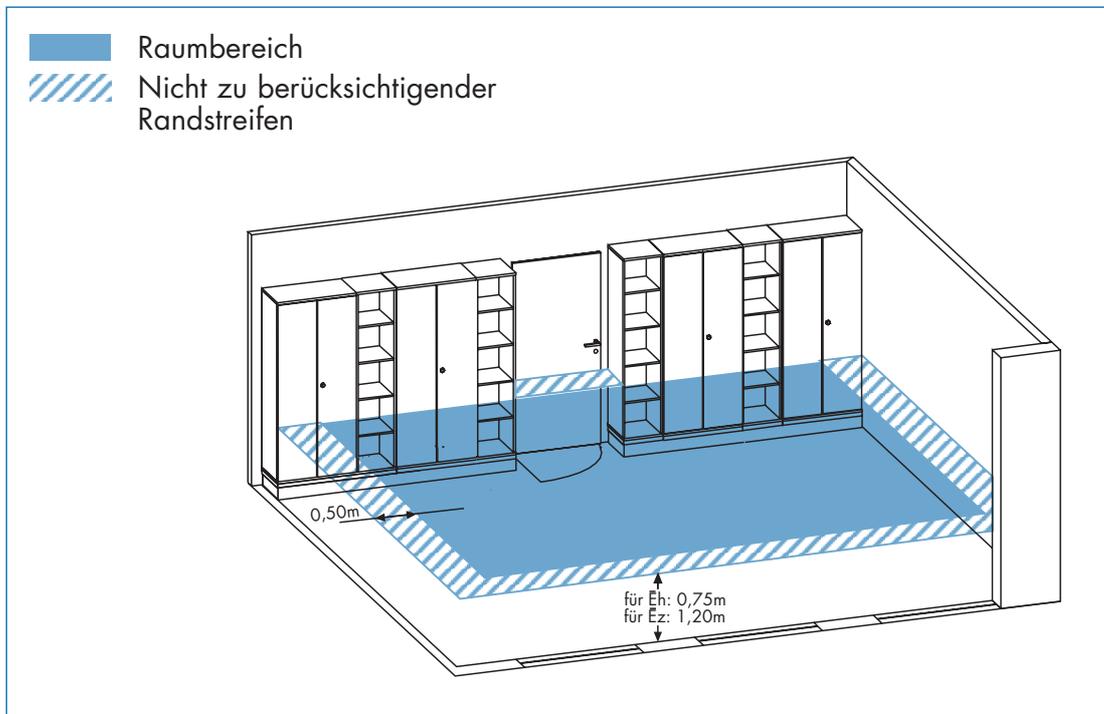


Abbildung 4.2.1-1a Raumbezogene Beleuchtung: Bewertungsflächen für die horizontale Beleuchtungsstärke ( $\bar{E}_h$ ) und die zylindrische Beleuchtungsstärke ( $\bar{E}_z$ )

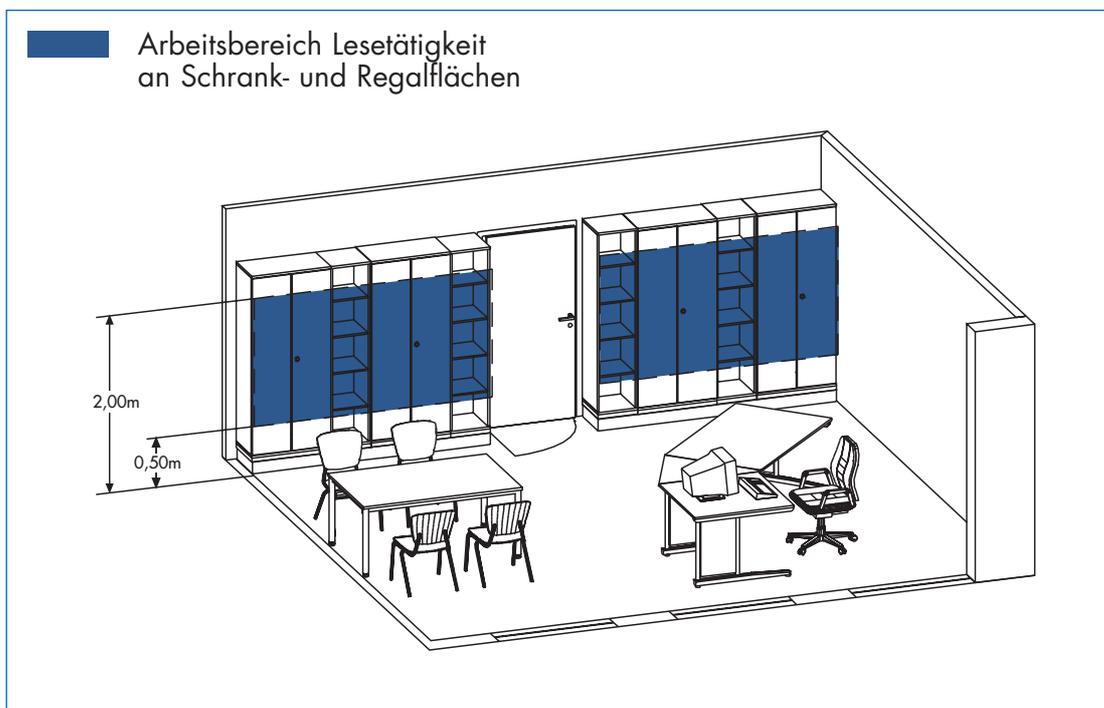


Abbildung 4.2.1-1b Raumbezogene Beleuchtung: Bewertungsflächen für die vertikale Beleuchtungsstärke ( $\bar{E}_v$ )

## 4.2.2 Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung

Eine arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung ist zu empfehlen, wenn

- eine örtlich feste Anordnung der Arbeitsplätze bzw. Arbeitsbereiche vorgesehen ist,
- Arbeitsplätze mit unterschiedlichen Aufgaben vorgesehen sind,
- im Raum unterschiedliche Lichtzonen vorhanden sein sollen.

Durch die unterschiedlichen Helligkeitsniveaus zwischen den einzelnen Arbeitsbereichen und dem Umgebungsbereich werden Lichtzonen geschaffen, die die Atmosphäre des Raumes positiv beeinflussen können. Hier muss jedoch besonders auf ausgewogene Leuchtdichteverhältnisse im Raum geachtet werden.

Auch für örtlich nicht bekannte oder flexible Anordnungen der Arbeitsplätze bzw. Arbeitsbereiche kann eine arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung realisiert werden. Eine Möglichkeit der Umsetzung besteht im Einsatz mobiler Beleuchtungssysteme, die mit den Arbeitsplätzen mitgeführt werden. Dabei sind die Anforderungen an die lichttechnischen Güte Merkmale nach jeder Veränderung an allen Arbeitsbereichen und im Raum einzuhalten.

Bei der arbeitsbereichsbezogenen Beleuchtung müssen unterschiedliche Anforderungen an die Beleuchtungsstärken für die verschiedenen Arbeitsbereiche und den Umgebungsbereich eingehalten werden (siehe Abschnitt 5). Für die Berechnung und Bewertung der Beleuchtungsstärken im Umgebungsbereich kann ein Randstreifen von 0,5 m Breite unberücksichtigt bleiben.

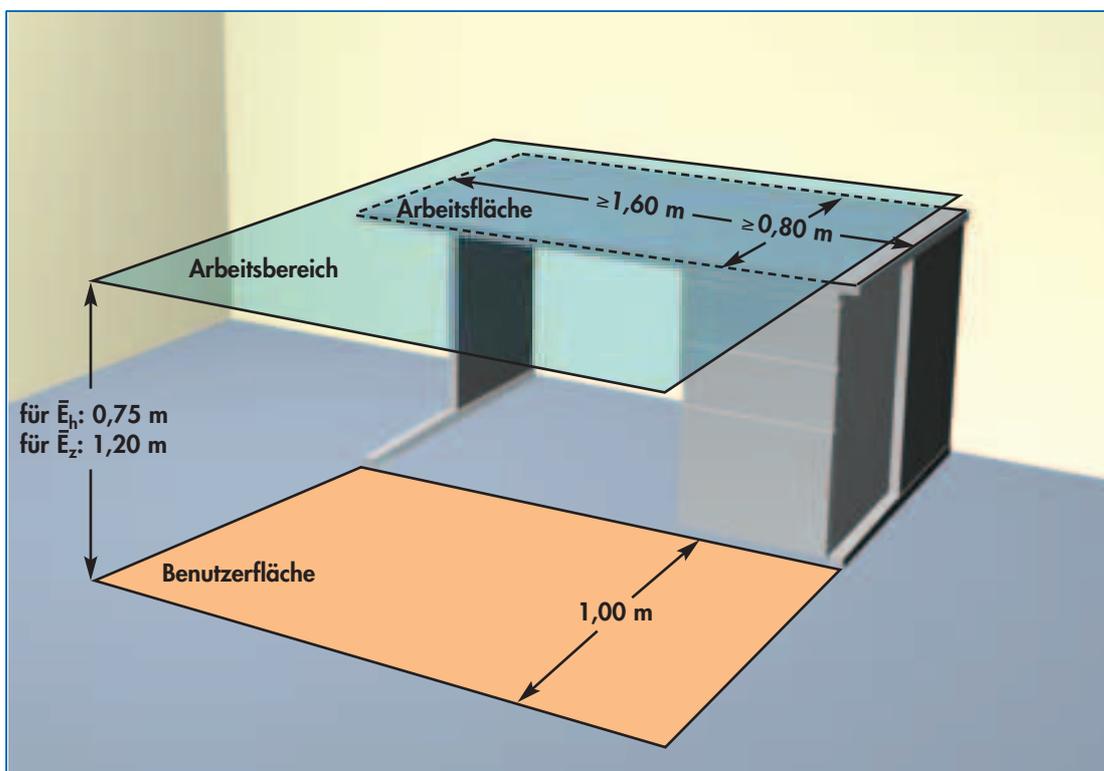
Die Abmessungen und Lage der Bewertungsflächen für die Berechnung und Überprüfung werden in den Abschnitten 4.2.2.1 bis 4.2.2.4 erläutert. Sie sind so definiert und in ihren Ausdehnungen festgelegt, dass alle anstehenden Sehauflgaben beeinträchtigungsfrei durchgeführt werden können.

### 4.2.2.1 Arbeitsbereich „Bildschirm- und Büroarbeit“

Der Arbeitsbereich „Bildschirm- und Büroarbeit“ setzt sich aus den projizierten Flächen der Arbeitsfläche und der Benutzerfläche nach DIN 4543-1 des Bildschirmarbeitsplatzes in 0,75 m Höhe über dem Boden zusammen (Abbildung 4.2.2-1). Damit schließt er alle Bereiche ein, in denen bei der Bildschirmarbeit Sehauflgaben auftreten können, z.B. Flächen mit herkömmlichen Schreib- und Leseaufgaben, die Anzeige des Bildschirms, die Tastatur, den Beleghalter, das Telefon. Geneigte Flächen werden ebenfalls mit eingeschlossen.

Dadurch, dass der Arbeitsbereich auch die Benutzerfläche umfasst, werden auch Sehaufgaben berücksichtigt, die in zurückgelehnter Sitz- oder stehender Arbeitshaltung ausgeführt werden. Dynamisches Sitzen, d.h. der Wechsel zwischen vorgeneigter, mittlerer und zurückgelehnter Sitzposition, sowie gelegentliches Stehen sind für ein ergonomi-

sches Arbeiten von großer Bedeutung. Außerdem ist es wichtig, dass für die visuelle Kommunikation im Bereich der Benutzerfläche eine ausreichende zylindrische Beleuchtungsstärke für Aufhellung der Gesichter sorgt. Für die zylindrische Beleuchtungsstärke werden die Bewertungsflächen auf 1,20 m Höhe über den Boden projiziert.



Die Bewertungsfläche für die horizontale Beleuchtungsstärke setzt sich aus den auf 0,75 m Höhe über dem Fußboden projizierten Flächen der Arbeitsfläche und der Benutzerfläche zusammen. Die Bewertungsfläche für die zylindrische Beleuchtungsstärke setzt sich aus den auf 1,20 m Höhe über dem Fußboden projizierten Flächen der Arbeitsfläche und der Benutzerfläche zusammen.

Abbildung 4.2.2-1 Definition des Arbeitsbereiches „Bildschirm- und Büroarbeit“ in Anlehnung an DIN 4543-1

#### 4.2.2.2 Arbeitsbereich „Besprechung“

Der Arbeitsbereich „Besprechung“ setzt sich aus den projizierten Flächen der Tischfläche und Benutzerfläche am Besprechungsplatz in 0,75 m Höhe (für die horizontale Beleuchtungsstärke) bzw. 1,20 m Höhe (für die zylindrische Beleuchtungsstärke) über dem Boden zusammen. Hier ist eine ausreichende zylindrische Beleuchtungsstärke von wesentlicher Bedeutung.

#### 4.2.2.3 Arbeitsbereich „Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen“

An Schränken und Regalen müssen meist Sehobjekte, wie die Beschriftungen von Aktenordnern oder Buchrücken erkannt werden, die vertikal angeordnet sind. Der Arbeitsbereich „Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen“ setzt sich aus den vertikalen Flächen an Schränken oder Regalen zusammen. Bei der Planung der Beleuchtung ist generell ein Bereich von 0,50 m bis 2,00 m über dem Boden zu berücksichtigen.

#### 4.2.2.4 Umgebungsbereich

Der Umgebungsbereich umfasst den restlichen Bereich des Raumes um die Arbeitsbereiche „Bildschirm- und Büroarbeit“ und „Besprechung“ in 0,75 m bzw. 1,20 m Höhe über dem Boden. Für die Berechnung und Bewertung der lichttechnischen Werte für diesen Bereich wird ein Streifen von 0,50 m Breite entlang der Raumbegrenzung nicht betrachtet.

#### 4.2.2.5 Bereiche für Verkehrswege

Es ist meist sinnvoll, die Beleuchtung von Verkehrswegen in Büroräumen in den Umgebungsbereich einzubeziehen. In größeren Büros kann es zweckmäßig sein, sie getrennt zu betrachten und ggf. einem getrennten elektrischen Schaltkreis zuzuordnen. Zum Beispiel sollten im Nachtbetrieb die Verkehrswege ausreichend beleuchtet werden, auch wenn nur wenige Arbeitsbereiche besetzt sind. Zudem kann durch eine separate Beleuchtung der Verkehrswege eine optische Strukturierung des Raumes erreicht werden.

#### Literatur

- DIN 4543-1: „Büroarbeitsplätze Teil 1: Flächen für die Aufstellung und Benutzung von Büromöbeln“
- BG-Information „Flächennutzung im Büro“ (SP 2.6/2)

#### 4.2.2.6 Bewertungsflächen für die arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung

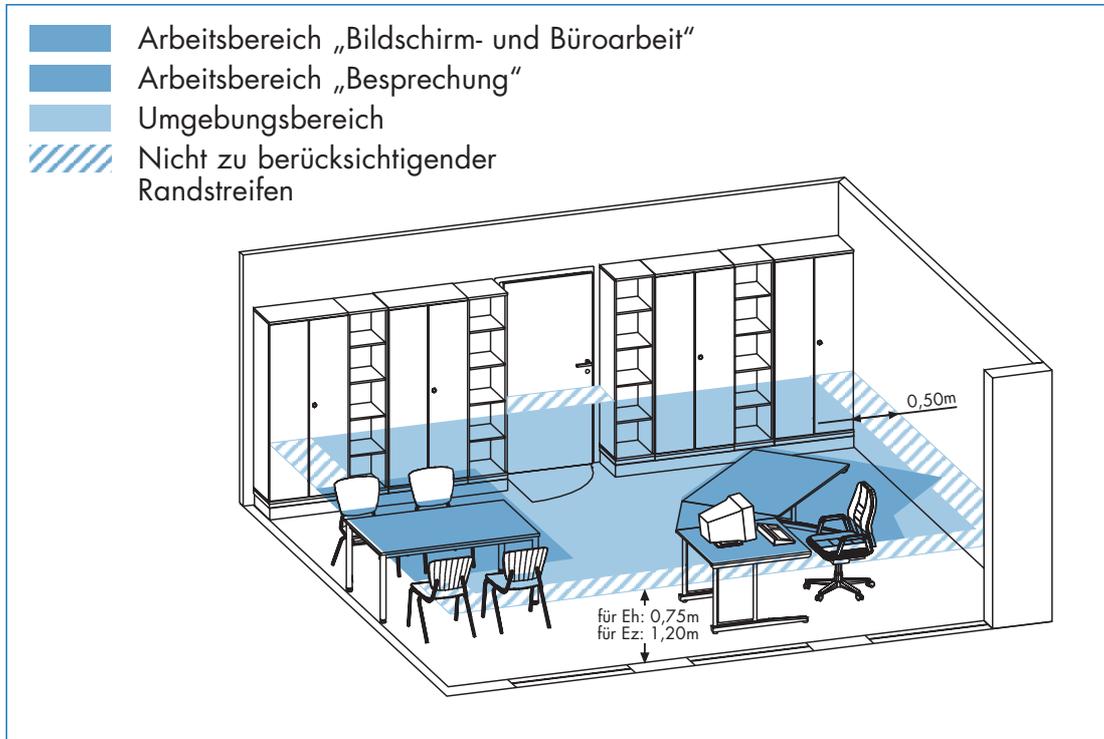


Abbildung 4.2.2-2a Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung: Bewertungsflächen für die horizontale Beleuchtungsstärke ( $\bar{E}_h$ ) und die zylindrische Beleuchtungsstärke ( $\bar{E}_z$ )

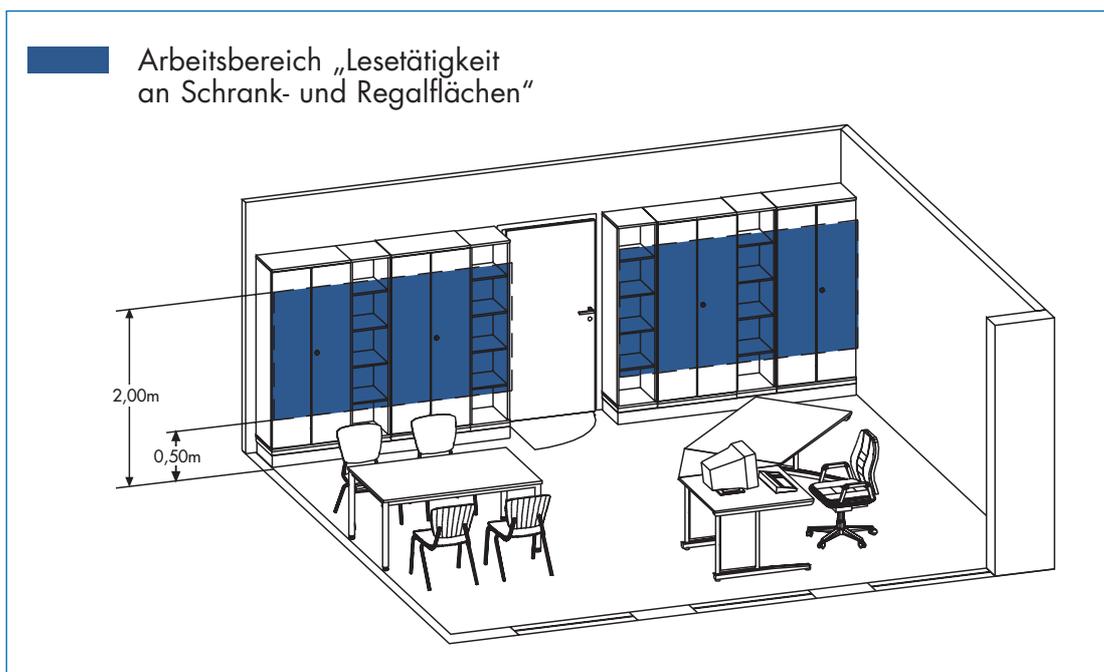


Abbildung 4.2.2-2b Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung: Bewertungsflächen die für vertikale Beleuchtungsstärke ( $\bar{E}_v$ )

### 4.2.3 Teilflächenbezogene Beleuchtung

Eine teilflächenbezogene Beleuchtung ist zu empfehlen, wenn

- es erforderlich ist, die Beleuchtung innerhalb des Arbeitsbereiches an unterschiedliche Tätigkeiten bzw. Sehaufgaben anzupassen,
- die Beleuchtung an das individuelle Sehvermögen und andere Erfordernisse der Mitarbeiter anpassbar sein soll,
- eine Individualisierbarkeit der Beleuchtungsbedingungen ermöglicht werden soll,
- die Konzentration auf eine Teilfläche innerhalb des Arbeitsbereiches durch eine erhöhte Beleuchtungsstärke unterstützt werden soll.

Bei der Planung einer teilflächenbezogenen Beleuchtung werden im Arbeitsbereich „Bildschirm- und Büroarbeit“ eine oder mehrere Teilflächen maßlich und räumlich entsprechend der jeweiligen Sehaufgabe festgelegt.

Für Tätigkeiten an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen sind Teilflächen mit einer Größe von mindestens 600 x 600 mm einzuplanen. Größere Teilflächen können je nach Sehaufgabe notwendig sein. Für die Berechnung und Planung der Beleuchtung ist die Lage dieser Teilfläche entsprechend der Lage der Sehaufgaben anzunehmen.

Die mittlere Beleuchtungsstärke dieser Teilfläche sollte sich deutlich von der des Arbeitsbereiches „Bildschirm- und Büroarbeit“ und des Raumes abheben und muss mindestens 750 Lux betragen. Zwischen

dieser Teilfläche und den sie umgebenden Bereichen sollte ein weicher Übergang der Beleuchtungsstärke realisiert werden.

Große Leuchtdichteunterschiede zwischen heller Teilfläche und dunkler Umgebung führen durch ständige Adaptation zu Fehlbeanspruchungen. Deshalb sollte eine Arbeitsplatzleuchte nicht ohne eine Raumbeleuchtung durch Tages- oder künstliches Licht betrieben werden. Für den Arbeitsbereich „Bildschirm- und Büroarbeit“ muss die mittlere Beleuchtungsstärke – gemittelt aus der Beleuchtungsstärke der Teilfläche und der Beleuchtungsstärke des restlichen Arbeitsbereiches – mindestens 500 Lux betragen. An keiner Stelle des Arbeitsbereiches darf die Beleuchtungsstärke kleiner als 300 Lux sein.

Die Arbeitsbereiche „Besprechung“ und „Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen“ sowie der Umgebungsbereich sind nach den Abschnitten 4.2.2.2, 4.2.2.3 und 4.2.2.4 zu behandeln. Bereiche für Verkehrswege sind nach Abschnitt 4.2.2.5 zu behandeln.

Die teilflächenbezogene Beleuchtung kann mit Arbeitsplatzleuchten nach DIN 5035-8, aber auch mit anderen fest installierten Beleuchtungsanlagen realisiert werden.

#### Literatur:

- DIN 5035-8: „Beleuchtung mit künstlichem Licht  
Teil 8: Spezielle Anforderungen zur Einzelplatzbeleuchtung in Büroräumen und büroähnlichen Räumen“

### 4.2.3.1 Bewertungsflächen für die teilflächenbezogene Beleuchtung

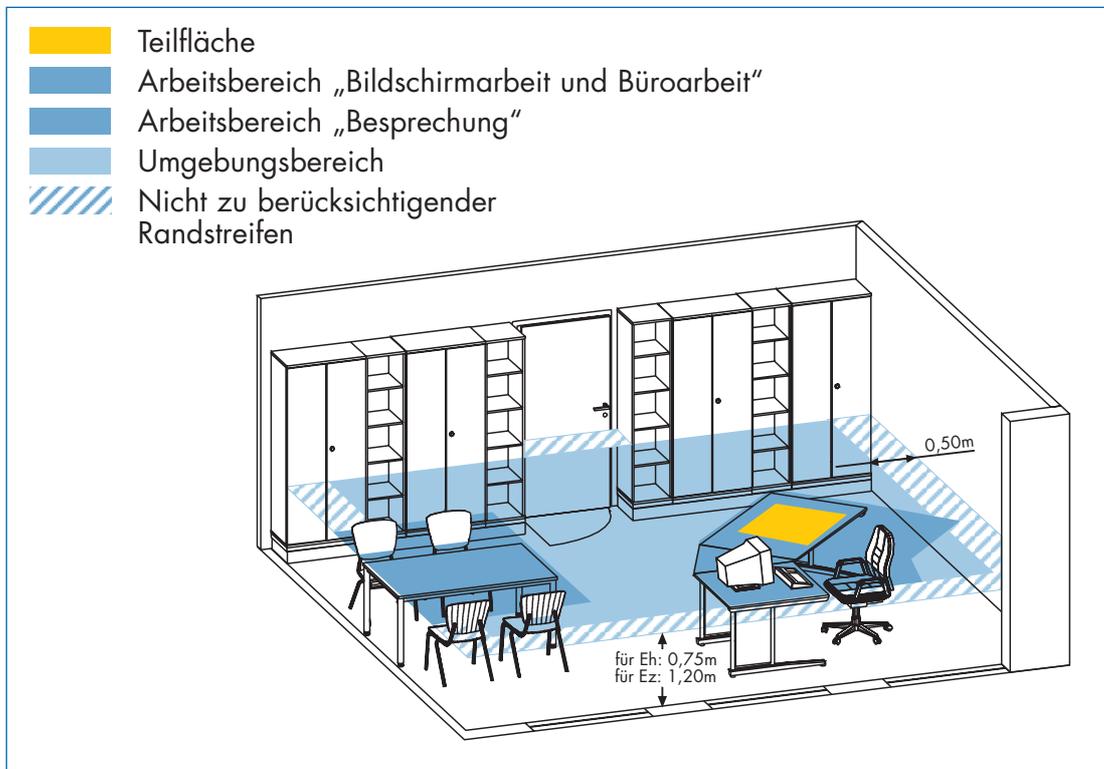


Abbildung 4.2.3-1a Teilflächenbezogene Beleuchtung: Bewertungsflächen für die horizontale Beleuchtungsstärke ( $\bar{E}_h$ ) und die zylindrische Beleuchtungsstärke ( $\bar{E}_z$ )



Abbildung 4.2.3-1b Teilflächenbezogene Beleuchtung: Bewertungsflächen die für vertikale Beleuchtungsstärke ( $\bar{E}_v$ )

## 4.3 Beleuchtungsarten

Je nach der Lichtstromverteilung der Leuchten werden folgende Beleuchtungsarten unterschieden:

- Direktbeleuchtung,
- Indirektbeleuchtung,
- Direkt-/Indirektbeleuchtung.

### 4.3.1 Direktbeleuchtung

Bei einer Direktbeleuchtung wird der Lichtstrom der Leuchten in den Raum unterhalb der Leuchte gelenkt ([Abbildung 4.3.1-1](#)).

Die Leuchten können folgende prinzipielle Merkmale aufweisen:

- Leuchten, bei denen die Lampe von unten sichtbar ist (Leuchten ohne oder mit klaren, nicht strukturierten Abdeckungen, Leuchten mit Rastern),
- Spiegelwerfersysteme und Sekundärreflektorleuchten mit Spiegelreflektoren, bei denen im Spiegelreflektor die Lampen abgebildet werden,
- Sekundärreflektorleuchten mit mattweißen Reflektoren,

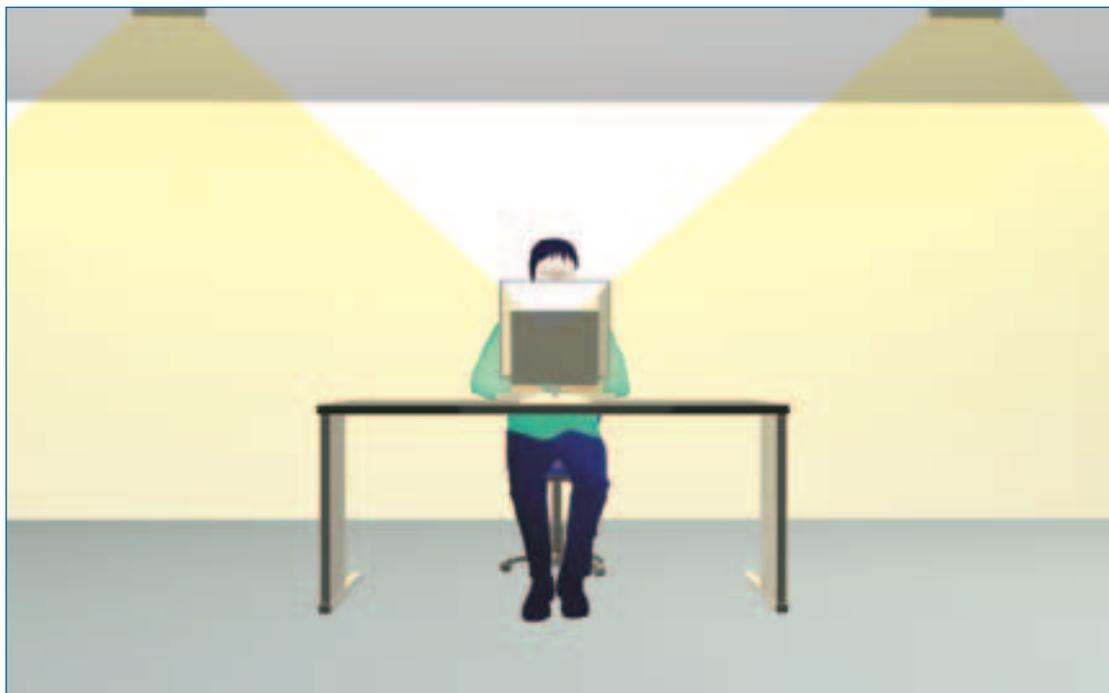


Abbildung 4.3.1-1 Beispiel für Direktbeleuchtung

- Leuchten, bei denen die Lampe von unten nicht sichtbar ist (Leuchten mit lichtstreuenden bzw. strukturierten und lichtundurchlässigen Abdeckungen der Lampe).

Diese Leuchten sind meist als Decken-einbau- bzw. als Deckenanbauleuchten, Pendelleuchten oder Stehleuchten ausgeführt.

Bei der Direktbeleuchtung fällt kein Licht direkt auf die Decke. Dadurch erscheint sie relativ dunkel und es ergeben sich meist hohe Kontraste zwischen den leuchtenden Flächen der Leuchte und der Decke.

Die richtige Positionierung der Leuchten zu den Arbeitsplätzen sowie eine geeignete Lichtstärkeverteilung der Leuchten sind bei dieser Beleuchtungsart besonders wichtig, um gute Sehbedingungen an den Arbeitsplätzen zu erreichen.

Um Direkt- und Reflexblendung zu begrenzen, sollen die Leuchten seitlich über dem Arbeitsplatz und mit der Lampenlängsachse parallel zur Blickrichtung angeordnet werden. Direktbeleuchtung erfordert im Besonderen matte bis seidenmatte Oberflächen der Arbeitsmittel und Möbel (siehe Abschnitt 2.2).

Leuchten mit tiefstrahlender Lichtstärkeverteilung (z.B. Leuchten mit Darklight-Rastern, Downlights) bzw. unten offene Leuchten dürfen nicht direkt über den Arbeitsplätzen angeordnet werden, da sie zu folgenden Nachteilen führen können:

- Reflexblendung auf den Arbeitsmitteln,
- zu starke und harte Schattenbildung,
- ungünstige Schattenbildung auf Gesichtern,
- zu geringe Aufhellung der Gesichter für die visuelle Kommunikation,
- zu hohe Helligkeiten auf Augenbrauen, Nase und Wangen („Lichtdruck“),
- Probleme bei Brillenträgern.

Direktstrahlende Leuchten, bei denen die untere Lichtaustrittsfläche groß ist und die eine relativ geringe, gleichmäßige Leuchtdichte haben, weisen nicht die Nachteile der Direktbeleuchtung auf. Sie können direkt über den Arbeitsplätzen angeordnet werden.

### 4.3.2 Indirektbeleuchtung

Bei einer Indirektbeleuchtung wird der Lichtstrom der Leuchten unmittelbar an die Decke, an Wände oder andere geeignete Reflexionsflächen (z.B. Lichtsegel) gelenkt und von dort in den Raum und auf die relevanten Arbeitsflächen reflektiert (Abbildung 4.3.2-1).

Die Leuchten können folgende prinzipielle Merkmale aufweisen:

- Leuchten mit nach oben offenen Lichtaustrittsflächen,
- Leuchten mit Lichtaustrittsflächen nach oben, die mit lichtdurchlässigen Materialien abgedeckt sind.

Diese Leuchten sind meist als Pendelleuchten, Stehleuchten oder Wandleuchten ausgeführt.

Bei einer gut gestalteten Indirektbeleuchtung wird eine helle Decke mit angenehmer Leuchtdichte und geringen Leuchtdichteunterschieden erzielt. Die Lichtstärkeverteilung der Leuchten sollte breitstrahlend sein. Außerdem muss ein optimaler Abstand zwischen Leuchte und Decke gewählt werden. Es ist darauf zu achten, dass keine hellen „Lichtflecken“ mit hohen Leuchtdichten entstehen, die einen unruhigen Eindruck der Decke bewirken. Dadurch ist auch die Gefahr von Reflexblendung gering. Die Anordnung der Leuchten kann weitgehend unabhängig von der Anordnung der Arbeitsplätze gewählt werden.



Abbildung 4.3.2-1 Beispiel für Indirektbeleuchtung

Die Wirksamkeit dieser Beleuchtungsart hängt in starkem Maße von den Reflexionseigenschaften der reflektierenden Flächen ab. Deren Reflexionsgrad sollte im oberen Bereich der in Abschnitt 2.2 empfohlenen Reflexionsgrade liegen. Der Glanzgrad sollte matt oder seidenmatt sein.

Es kann notwendig sein, für die Indirektbeleuchtung einen höheren Wartungsaufwand einzuplanen (siehe Abschnitt 4.6).

Bei ausschließlicher Indirektbeleuchtung kann bei größeren Räumen eine diffuse und schattenarme Lichtatmosphäre entstehen, bei der die räumliche Wahrnehmung eingeschränkt ist.

### 4.3.3 Direkt-/Indirektbeleuchtung

Bei einer Direkt-/Indirektbeleuchtung wird der Lichtstrom der Leuchten sowohl direkt als auch indirekt in den Raum und auf die relevanten Arbeitsflächen gelenkt. Dadurch ergänzen sich die Vorteile der jeweiligen Beleuchtungsart, während die Nachteile verringert werden ([Abbildung 4.3.3-1](#)).

Insbesondere bewirkt eine Direkt-/Indirektbeleuchtung durch ihr besseres Verhältnis von gerichtetem zu diffusem Licht eine angenehmere Schattigkeit als eine Direkt- oder eine Indirektbeleuchtung. Zudem wird eine angenehme Deckenaufhellung erreicht.



Abbildung 4.3.3-1 Beispiel für Direkt-/Indirektbeleuchtung

Bei der Planung einer Direkt-/Indirektbeleuchtung müssen die gleichen Gesichtspunkte beachtet werden wie bei der Direkt- bzw. Indirektbeleuchtung.

Die Leuchten für eine Direkt-/Indirektbeleuchtung sind im Allgemeinen als Pendelleuchten, Stehleuchten oder Wandleuchten ausgeführt.

Bezüglich des Indirektanteils muss ein optimaler Abstand zwischen Leuchte und Decke gewählt werden. Es ist darauf zu achten, dass keine hellen „Lichtflecken“ mit hohen Leuchtdichten entstehen, die einen unruhigen Eindruck der Decke bewirken. Dadurch ist auch die Gefahr von Reflexblendung gering.

Eine Direkt-/Indirektbeleuchtung kann auch durch Kombination von Leuchten für Direktbeleuchtung und für Indirektbeleuchtung realisiert werden, z.B. durch Indirektbeleuchtung kombiniert mit Arbeitsplatzleuchten.

#### **4.4 Schalten, Steuern und Regeln einer Beleuchtungsanlage**

Durch Schalten, Steuern und Regeln können folgende Eigenschaften der Beleuchtung verändert werden:

- Beleuchtungsniveau,
- Lichtfarbe: Wechsel vorzugsweise zwischen warmweißer und neutralweißer Lichtfarbe ohne Veränderung der Farbwiedergabeeigenschaft,
- Lichtverteilung im Raum: Wechsel zwischen Direkt- und Indirektanteil der Beleuchtung, ggf. in Kombination mit dem Wechsel der Lichtfarbe,
- Lichtverteilung im Raum: Wechsel zwischen gerichtetem und diffusem Anteil der Beleuchtung.

Hierfür sind in sich variable Leuchtensysteme oder mehrere unterschiedliche Leuchtensysteme erforderlich.

Durch die Steuerung von Leuchten und Sonnenschutzvorrichtungen können die Beleuchtungssituationen verändert werden:

- im gesamten Raum,
- am Arbeitsplatz oder in einem Arbeitsbereich,
- im Umgebungsbereich,
- auf Wänden, Decken, vertikalen oder geneigten Flächen,
- auf Verkehrswegen.

Die Bedienung erfolgt manuell über

- Schalter für die Funktionen EIN und AUS,
- Dimmer für das Auf- und Abdimmen,
- Eingabegeräte zur Wahl von Lichtstimmungen oder Lichtszenen.

Neben einer manuellen Einflussnahme kann den Mitarbeitern auch eine sich automatisch ändernde Beleuchtung gemäß einem vorgegebenen Programm oder in Abhängigkeit vom Tageslicht angeboten werden. Diese automatische Steuerung hat den Vorteil, dass sich die Beleuchtungssituationen analog dem natürlichen Licht im Tages- und Jahresverlauf über den Arbeitstag hinweg sanft ändern. Eine sinnvolle Lichtveränderung wirkt sich positiv auf die Motivation und Leistungsbereitschaft der Mitarbeiter aus.

Jede Einflussnahme auf die Beleuchtung kann unter dem Begriff Lichtmanagement zusammengefasst werden.

#### **4.5 Konzepte für das Lichtmanagement**

Es ist günstig, wenn die Mitarbeiter die Möglichkeit haben, entsprechend ihrer Tätigkeit und ihrer Vorstellung von der Raumstimmung Einfluss auf die Lichtsituation in ihrem Arbeitsbereich nehmen zu können. Eine individuelle Einflussnahme sollte daher vorgesehen werden.

Die Grundlage für ein erfolgreiches Lichtmanagement sind Konzepte, die das Ziel für die Lichtveränderung beschreiben:

#### **■ Unterschiedliche Beleuchtung für verschiedene Bereiche**

Die Arbeitsbereiche „Bildschirm- und Büroarbeit“, „Besprechung“ sowie „Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen“, der Umgebungsbereich und ggf. die Verkehrswege werden durch unterschiedlich kombinierbare Leuchtersysteme beleuchtet. Hierzu gehört auch die separate Beleuchtung einzelner Wandflächen.

#### **■ Unterschiedliche Beleuchtung für verschiedene Tätigkeiten**

Innerhalb der Arbeitsbereiche werden verschiedene Tätigkeiten, z. B. Lesen und Schreiben, Bildschirmarbeit, Kommunikation mit anderen Mitarbeitern, ausgeführt. Für jede Tätigkeit gibt es unter lichttechnischen und ergonomischen Gesichtspunkten optimale Beleuchtungssituationen.

#### **■ Wechselnde Lichtstimmungen über den Tages- und Jahresverlauf**

Die Akzeptanz einer Beleuchtungsanlage kann auch erhöht werden, wenn sie die in der Natur über den Tages- und Jahresverlauf sich ändernden Lichtsituationen im Raum nachvollzieht. Einzelne Bereiche des Raumes wie z. B. Wandflächen, Deckenbereiche oder Pflanzeninseln werden über die Tageszeit wechselnd beleuchtet. Zu verschiedenen Jahreszeiten können unterschiedliche Lichtstimmungen gewählt werden. Die Veränderung soll – wie in der Natur – langsam verlaufen.

#### ■ **Energieeinsparung und Erzielung einer ausgewogenen Wärmebilanz**

In Abhängigkeit vom einfallenden Tageslicht kann die künstliche Beleuchtung gesteuert bzw. über Sensoren geregelt werden. Hierbei ist die Entfernung der Arbeitsbereiche bzw. der Raumzonen von den Fensterflächen zu berücksichtigen. Tageslicht kann somit den Energieverbrauch von Beleuchtungsanlagen reduzieren.

In die Steuerung bzw. Regelung sollten auch die Sonnenschutzvorrichtungen mit einbezogen werden. Dadurch kann der Wärmeeintrag herabgesetzt, eine höhere Behaglichkeit erzielt und eventuell störendes Tageslicht begrenzt werden. Ggf. wird auch die Kühllast des Gebäudes verringert.

Die Art der Veränderung – das Konzept für das Lichtmanagement – sollte zwischen Planer und Nutzer der Beleuchtungsanlage festgelegt werden.

Unter der Bezeichnung „Dynamisches Licht“ sind Beleuchtungssysteme entwickelt worden, bei denen neben der Steuerung der Beleuchtungsstärke auch die Lichtfarbe und die Anteile der Lichtverteilung geändert werden können (siehe Abschnitt 2.5.1). Bei einer Kombination farbiger Lampen ist darauf zu achten, dass das resultierende weiße Licht mindestens den Farbwiedergabeindex  $R_a=80$  aufweist.

Die Änderung von einer Lichtsituation zu einer anderen kann auf den Mitarbeiter Einfluss haben, z.B. auf die

- Konzentrationsfähigkeit,
- Wachheit,
- Entspannung,
- Akzeptanz der Beleuchtung.

#### **4.6 Instandhaltung**

Die Beleuchtungsanlage muss regelmäßig gewartet und ggf. instand gesetzt werden. Zur Wiederherstellung des geplanten Zustandes gehört auch die Renovierung des Raumes.

Die mittleren Beleuchtungsstärken, die in dieser Berufsgenossenschaftlichen Information angegeben sind, sind Wartungswerte und nicht mehr Nennwerte wie bisher in den Regelungen und Normen. Dies bedeutet, dass beim Erreichen des vorgegebenen Wartungswertes die Beleuchtungsanlage gewartet werden muss.

Der Lichtstrom der Beleuchtungsanlage und damit die Beleuchtungsstärken nehmen über die Betriebsdauer durch Alterung und Verschmutzung ab. Dies geschieht in Abhängigkeit von den eingesetzten Lampen, Leuchten und Betriebsgeräten sowie von den Raumboberflächen, den Betriebs- und Umgebungsbedingungen.

Für die Planung ist daher ein Wartungsfaktor festzulegen, der die Abnahme des Anlagenlichtstroms berücksichtigt. Bei der Berechnung der Beleuchtungsanlage sind die Wartungswerte der Beleuchtungsstärken mit dem Reziprokwert des Wartungsfaktors zu multiplizieren.

Der Wartungsfaktor berücksichtigt folgende Einflussfaktoren:

- Rückgang des Lampenlichtstroms infolge von Alterung,
- Ausfallwahrscheinlichkeit der Lampen,
- Verschmutzung und Alterung von Leuchten sowie Verschmutzung der Lampen beim Betrieb in den Leuchten,
- Verschmutzung und Alterung der Raumbooberflächen.

Der Lichtplaner kann den Wartungsfaktor für die jeweilige Beleuchtungsanlage optimieren.

Beim Fehlen von Daten für die spezifische Planung der Beleuchtungsanlage, aber auch für eine überschlägige Projektierung, sollte von einem Referenzwert des Wartungsfaktors von 0,67 ausgegangen werden. Für Räume mit stärkerer Verschmutzung, z.B. Büroräume mit Raucherlaubnis, sollte mit einem niedrigeren Wartungsfaktor, z.B. 0,50, geplant werden (siehe Abschnitt 5). Diese Werte basieren auf einem 3-jährigen Wartungsintervall und dem Einsatz fortschrittlicher Lampen-, Betriebsgeräte- und Leuchensysteme.

Für jede Beleuchtungsanlage ist unter Berücksichtigung des festgelegten Wartungsfaktors ein Wartungsplan zu erstellen. Der Wartungsplan legt die zeitlichen Intervalle für die Reinigung und den Austausch von Lampen, die Reinigung der Leuchten und die Renovierung der Raumbooberflächen fest. Der Wartungsplan muss beim Betrieb der Anlage eingehalten werden, damit die Beleuchtungsstärken nicht unter den Wartungswert fallen.

Durch den Einsatz geeigneter Leuchten, Lampen und Betriebsgeräte sowie durch die Wahl zweckmäßiger Reflexionsgrade der Raumbegrenzungsflächen und der Möblierung kann der Planer die Beleuchtungsanlage hinsichtlich der Wartungsintervalle und damit bezogen auf die Investitions- und Betriebskosten optimieren.

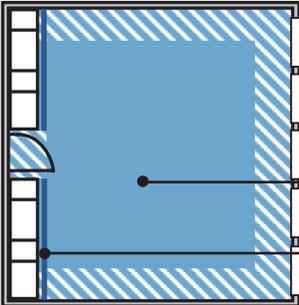
# 5 Übersicht

## – Wichtige Werte für eine gute Beleuchtung auf einen Blick

### Höhe der Bewertungsflächen für die Wartungswerte der Beleuchtungsstärken:

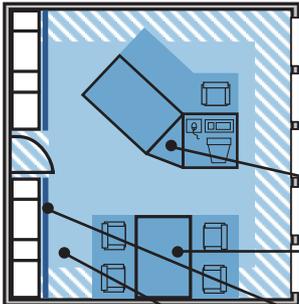
- horizontale Beleuchtungsstärke  $\bar{E}_h$ : 0,75 m
- zylindrische Beleuchtungsstärke  $\bar{E}_z$ : 1,20 m
- vertikale Beleuchtungsstärke auf Schrank- und Regalflächen  $\bar{E}_v$ : 0,50 m bis 2,00 m

### Mindestwerte für die raumbezogene Beleuchtung (siehe Abschnitt 4.2.1)



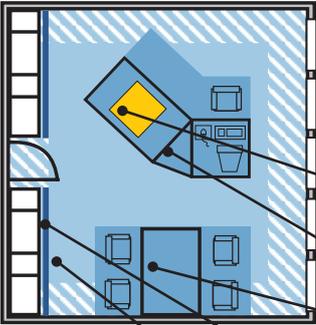
Arbeitsbereich/ Umgebungsbereich	Mittlere horizontale Beleuchtungsstärke		Mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke		Mittlere vertikale Beleuchtungsstärke auf Schrank- und Regalflächen	
	$\bar{E}_h$ [lx]	$g_1$	$\bar{E}_z$ [lx]	$g_1$	$\bar{E}_v$ [lx]	$g_1$
Raum	500	0,60	175 $\bar{E}_z \geq 0,33 \bar{E}_h$	0,50	–	–
Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen	–	–	–	–	175	0,50

### Mindestwerte für die arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung (siehe Abschnitt 4.2.2)



Arbeitsbereich/ Umgebungsbereich	Mittlere horizontale Beleuchtungsstärke		Mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke		Mittlere vertikale Beleuchtungsstärke auf Schrank- und Regalflächen	
	$\bar{E}_h$ [lx]	$g_1$	$\bar{E}_z$ [lx]	$g_1$	$\bar{E}_v$ [lx]	$g_1$
Bildschirm- und Büroarbeit	500	0,60	175 $\bar{E}_c \geq 0,33 \bar{E}_h$	0,50	–	–
Besprechung	500	0,60	175 $\bar{E}_z \geq 0,33 \bar{E}_h$	0,50	–	–
Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen	–	–	–	–	175	0,50
Umgebungs- bereich	300	0,50	100 $\bar{E}_z \geq 0,33 \bar{E}_h$	0,50	–	–

### Mindestwerte für die arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung (siehe Abschnitt 4.2.3)



Arbeitsbereich/ Umgebungsbereich	Mittlere horizontale Beleuchtungsstärke		Mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke		Mittlere vertikale Beleuchtungsstärke auf Schrank- und Regalflächen	
	$\bar{E}_h$ [lx]	$g_1$	$\bar{E}_z$ [lx]	$g_1$	$\bar{E}_v$ [lx]	$g_1$
<b>Teilfläche mindestens 600 mm x 600 mm</b>	750	0,70	-	-	-	-
<b>Bildschirm- und Büroarbeit inklusive Teilfläche</b>	500	$\bar{E}_{min} \geq 300 \text{ lx}$	175 $\bar{E}_z \geq 0,33 \bar{E}_h$	0,50	-	-
<b>Besprechung</b>	500	0,60	175 $\bar{E}_z \geq 0,33 \bar{E}_h$	0,50	-	-
<b>Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen</b>	-	-	-	-	175	0,50
<b>Umgebungs- bereich</b>	300	0,50	100 $\bar{E}_z \geq 0,33 \bar{E}_h$	0,50	-	-

### Begrenzung der Direktblendung durch Leuchten nach dem UGR-Verfahren

$$\text{UGR-Wert} \leq 19$$

### Begrenzung der Reflexblendung durch Leuchten und Flächen, die sich im Bildschirm spiegeln

Bildschirme	mittlere Leuchtdichten von Leuchten und Flächen, die sich auf dem Bildschirm spiegeln
Bildschirme mit Positivdarstellung	$\leq 1000 \text{ cd/m}^2$
Bildschirme mit Negativdarstellung der Güteklasse I, d.h. mit hochwertiger Entspiegelung, <b>Nachweis über Prüfzertifikat</b>	
Bildschirme mit Negativdarstellung der Güteklasse II und III	$\leq 200 \text{ cd/m}^2$

Die Leuchtdichtegrenzwerte dieser Tabelle beziehen sich auf die zurzeit auf dem Markt angebotenen Bildschirme.

### Wartungsfaktor

Anwendungsbeispiel	Wartungsfaktor
Saubere Raumatmosphäre	0,67
Starke Verschmutzung, z.B. durch Rauchen	0,50

Basis: 3-jährige Wartungsintervalle und Einsatz fortschrittlicher Lampen-, Betriebsgeräte- und Leuchtentechnologie

# 6 Beispiele

Dieser Abschnitt enthält eine Sammlung von Beleuchtungslösungen, die zeigt, wie die in Abschnitt 2 beschriebenen Anforderungen an die Gütemerkmale einer Bürobeleuchtung realisiert werden können. Die Sammlung gibt Anregungen, wie bei der Planung einer Beleuchtungsanlage spezifische Gegebenheiten aufgrund unterschiedlicher Bürotätigkeiten, verschiedener Raumkonzepte und Organisationsformen berücksichtigt werden können. Die Visualisierung der Beleuchtungslösungen vermittelt einen Eindruck, welche Lichtwirkungen erzielt werden können. Die Übertragung auf reale Bürosituationen ist durch sachkundige Planer möglich, die dazu genaue Konzeptionen erstellen und Berechnungen durchführen müssen.

Die acht gewählten Büroräume repräsentieren unterschiedliche Büroformen, die so oder ähnlich in der Praxis häufig zu finden sind. Deren Merkmale werden aufgeführt und die Rahmenbedingungen erläutert, die bei der Beleuchtungsplanung berücksichtigt werden müssen.

Für die Büroräume in den Beispielen 6.1 bis 6.6 wird eine Raumhöhe von 3,00 m, für das Großraumbüro von 3,50 m und für das Office at Home von 2,50 m angenommen. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass die Bildschirme – außer im CAD-Büro – in Positivdarstellung (dunkle Zeichen auf hellem Bildschirmhintergrund) betrieben werden (siehe Abschnitt 2.3.2).

Für jede Büroform werden unterschiedliche Beleuchtungslösungen vorgeschlagen und erläutert, mit denen die in dieser Informationsschrift beschriebenen Gütemerkmale der Beleuchtung (siehe Abschnitte 2 und 5) erfüllt und die weiteren Faktoren (siehe Abschnitt 4.1) berücksichtigt werden. Für jede Beleuchtungslösung wird aufgeführt, welches Beleuchtungskonzept (siehe Abschnitt 4.2) realisiert wurde. Neben den dargestellten Beleuchtungslösungen können andere ebenso geeignet sein.

Die Beleuchtungslösungen werden erläutert. Es werden Hinweise gegeben z.B. hinsichtlich der Flexibilität der Anordnung der Arbeitsplätze, des Betriebes und der Wartung der Beleuchtungsanlage. Außerdem wird auf emotionale und ästhetische Aspekte hingewiesen, z.B. auf die Lichtwirkung im Raum und den Eindruck durch Art und Anordnung der Leuchten.

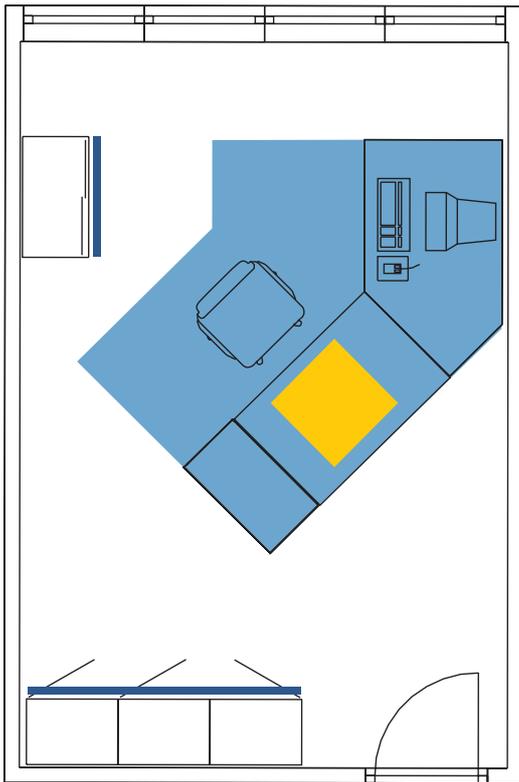
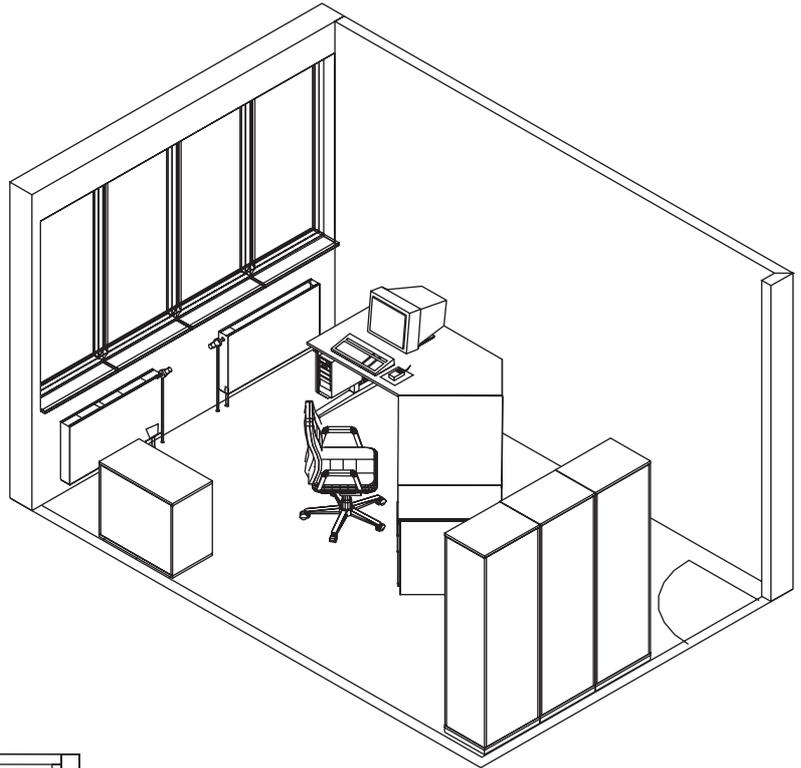
Zu den eingesetzten Leuchten werden nur die wichtigen technischen Daten aufgeführt. Diese sind nicht an ein bestimmtes Produkt oder an einen bestimmten Hersteller gebunden. Der Leuchtenplan zeigt die vorgesehene Anordnung der Leuchten im Raum. Die zu den einzelnen Lösungsvorschlägen angegebenen Parameter wie Art und Anzahl der Lampen je Leuchte oder die aus den entsprechenden Piktogrammen hervorgehenden Lichtstromverteilung sollen beispielhaft gelten. Wegen der spezifischen Eigenschaften der Leuchten ist es bei der zu installierenden Beleuchtungsanlage erforderlich, dass die Einhaltung der Güte Merkmale durch eine sachkundige Beleuchtungsplanung nachgewiesen wird.

Auf der ausklappbaren Umschlagseite werden Hinweise zu den in den Beleuchtungslösungen verwendeten Leuchten und Lampen gegeben.

## Beispiele

<b>6.1 Einzelbüro</b>	50
<b>6.2 2-Personenbüro</b>	58
<b>6.3 Gruppenbüro</b>	66
<b>6.4 Büro mit CAD</b>	74
<b>6.5 Kombibüro</b>	82
<b>6.6 Call Center</b>	90
<b>6.7 Großraumbüro</b>	98
<b>6.8 Office at Home</b>	106

## 6.1 Einzelbüro



-  Arbeitsbereich „Bildschirm- und Büroarbeit“
-  Arbeitsbereich „Besprechung“
-  Arbeitsbereich „Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen“
-  Teilfläche

Für den Büroraumtyp Einzelbüro bestehen im Allgemeinen aufgrund seiner geringen Abmessungen für die Anordnung der Möbel nur wenige Möglichkeiten.

In Einzelbüros können die Schreibtische im Fensterbereich aufgestellt werden, so dass eine ungehinderte Sichtverbindung nach außen und eine ausreichende Versorgung mit Tageslicht meist unproblematisch sind. Geeignete Sonnenschutzvorrichtungen an den Fenstern müssen verhindern, dass die Mitarbeiter von außen geblendet und die Bildschirmanzeigen durch Reflexionen bzw. zu hohe Beleuchtungsstärken beeinträchtigt werden.

Die Gefahr von Direktblendung und von Reflexblendung am Bildschirm durch Leuchten ist in Einzelbüros mit geringer Breite aufgrund der geometrischen Verhältnisse gering.

In Einzelbüros kann den Mitarbeitern über Stufenschaltung oder Dimmen der Leuchten eine individuelle Einflussnahme auf die Beleuchtungssituation ermöglicht werden. Jedoch sollten die Mitarbeiter über die Bedeutung eines ausreichenden Beleuchtungsniveaus im Raum für ein ergonomisches Arbeiten hingewiesen werden.

Für die Beleuchtung der Arbeitsbereiche „Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen“, die sich in Einzelbüros oft im Türbereich befinden, muss eine ausreichende vertikale Beleuchtungsstärke realisiert werden.

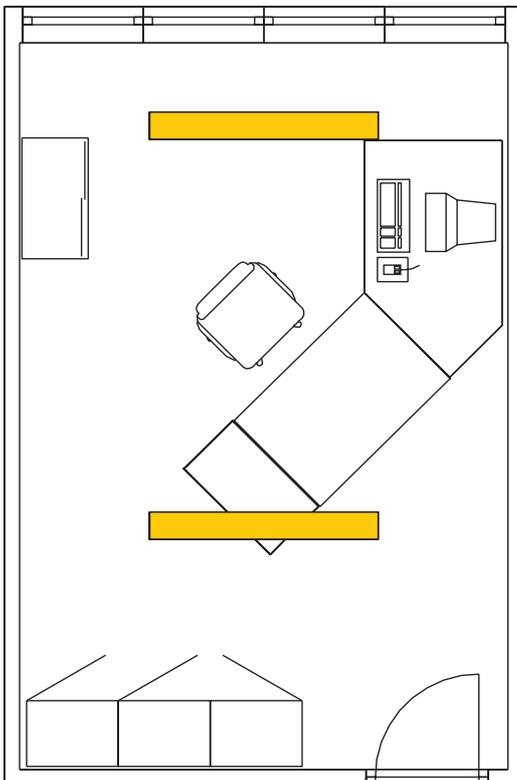
In dem dargestellten Beispiel ist der Raum wie häufig in der Praxis mit einer angewinkelten Schreibtischkombination möbliert, an der unterschiedliche Arbeitsaufgaben ausgeführt werden. Am abgewinkelten Schreibtischelement kann auch ein Besucherplatz eingerichtet werden.

Wird ein Gestaltungskonzept angestrebt, bei dem die Leuchten innerhalb des Gebäuderasters gleichmäßig verteilt angeordnet sein sollen, verringern sich die Positionierungsmöglichkeiten der Leuchten im Bezug zum Arbeitsplatz. Dies muss bei der Leuchtauswahl hinsichtlich ihrer Lichtverteilung (Anteile des Lichtstroms, die direkt bzw. indirekt abgestrahlt werden) berücksichtigt werden.

## 6.1.1 Einzelbüro – Beleuchtungslösung 1



### Leuchtenplan



<b>Beleuchtungskonzept:</b>	Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung		
<b>Leuchtentyp:</b>	Pendelleuchte mit Spiegelraster Leuchtstofflampe, stabförmig 2 x T16/26		

Durch den Einsatz von direkt-/indirektstrahlenden Leuchten mit einem Indirektanteil von 50% werden Direktblendung und Reflexblendung am Bildschirm für die gezeigte Arbeitsplatzkonfiguration, aber auch für andere in diesem Raum sinnvoll realisierbare Arbeitsplatzkonfigurationen und -anordnungen weitgehend ausgeschlossen.

Diese Beispiellösung kann mit nur zwei Leuchten realisiert werden. Bei der Umsetzung dieser Lösung muss durch die Auswahl geeigneter Leuchten und einer entsprechenden Lampenbestückung darauf geachtet werden, dass die geforderten Grenzwerte und Gleichmäßigkeiten für die Beleuchtungsstärken, speziell für die vertikalen und zylindrischen, erreicht werden.

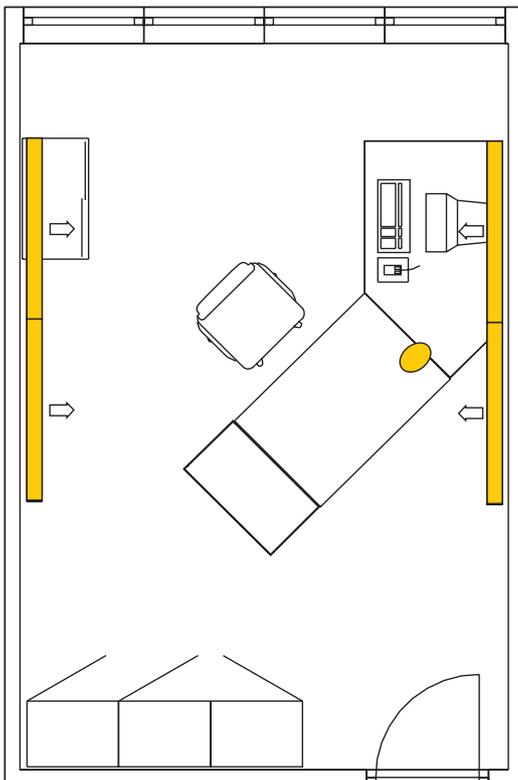
Eine zu kurze Pendellänge kann zu hellen Lichtflecken an der Decke führen. Dies wird durch Leuchten mit breiter Lichtstärkeverteilung für den Indirektanteil und einer Pendellänge von mindestens 40 cm vermieden.

Beim Einsatz von Pendelleuchten ist darauf zu achten, dass die Fenster vollständig geöffnet werden können.

## 6.1.2 Einzelbüro – Beleuchtungslösung 2



Leuchtenplan



Beleuchtungskonzept:	Teilflächenbezogene Beleuchtung		
Leuchtentypen:	Wandleuchte, Indirektanteil asymmetrisch Leuchtstofflampe, stabförmig 2 x T16/26		
	Tischleuchte Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-L oder TC-DEL/TC-TEL		

Die Kombination von ausschließlich indirekt strahlenden Wandleuchten mit einer frei positionierbaren Tischleuchte begrenzt Direkt- und Reflexblendung.

Die Tischleuchte bietet eine individuelle Nutzung des Lichtes.

Durch die Wandleuchten wird die Decke hell ausgeleuchtet und der Raum wirkt höher.

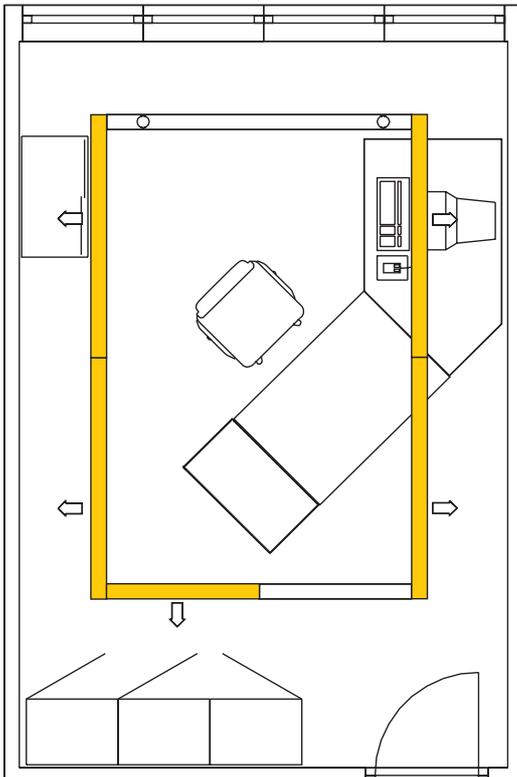
Diese Beleuchtungslösung bietet sich besonders an, wenn aus installations-technischen oder ästhetischen Gründen (z.B. bei Betondecken) die Deckenmontage von Leuchten nicht möglich ist. Allerdings schränkt die Montagehöhe der Wandleuchten die Möglichkeit ein, höhere Schränke oder Regale aufzustellen.

Hier ist besonders darauf zu achten, dass die Raumdecke nicht zu ungleichmäßig aufgeleuchtet wird. Die Wandleuchten müssen eine asymmetrische, breitstrahlende Lichtstärkeverteilung aufweisen.

### 6.1.3 Einzelbüro – Beleuchtungslösung 3



#### Leuchtenplan



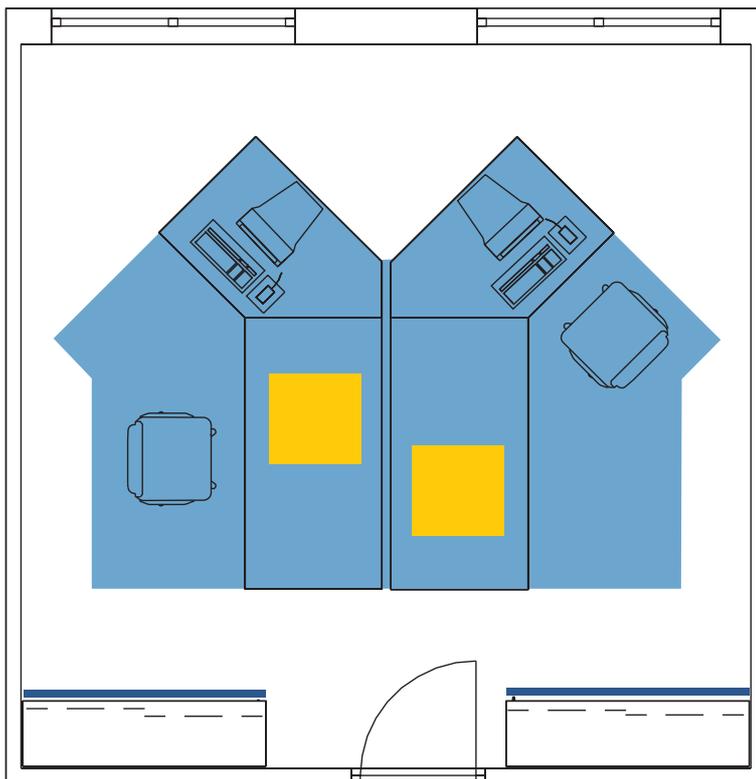
Beleuchtungskonzept:	Raumbezogene Beleuchtung		
Leuchtentypen:	Deckeneinbauleuchte mit Spiegelraster, Direktanteil asymmetrisch Leuchtstofflampe, stabförmig 2 x T16/26		
	Deckeneinbaustrahler für Akzentbeleuchtung Niedervolt-Halogenglühlampe 1 x QT12/QR-CB(C)51		
	Blindabdeckung für Deckeneinbaukanal		

Die zur Mittelachse des Raums symmetrische, rechteckige Lichtbandanordnung als Deckeneinbaukanal passt sich harmonisch an die Raumeinrichtung und -proportionen an. Die gleichmäßige Aufhellung der Längswände lässt den Raum weiter und offener erscheinen und ist dadurch geeignet, ungünstige Tageslichtversorgung, z.B. bei starker Verbauung durch gegenüberliegende Gebäude, etwas auszugleichen.

Bei dieser Beleuchtungslösung werden Leuchten eingesetzt, die das Licht asymmetrisch zu den Wänden hin abstrahlen. Dadurch wird Reflexblendung begrenzt, auch wenn die Leuchten quer zur Blickrichtung angeordnet sind. Um Direktblendung beim Eintritt in den Raum zu verhindern, wird das Lichtband im Türbereich mit einer Blindabdeckung geschlossen.

In diesem Beispiel sind in dem Lichtband vor dem Fenster Strahler für Niedervolt-Halogenglühlampen integriert. Diese können zur Akzentbeleuchtung von Bildern, Objekten und Pflanzen genutzt werden. Beim Nachweis der Arbeitsbeleuchtung dürfen sie nicht berücksichtigt werden.

## 6.2 2-Personen-Büro



-  Arbeitsbereich „Bildschirm- und Büroarbeit“
-  Arbeitsbereich „Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen“
-  Teilfläche

2-Personen-Büros weisen im Allgemeinen die gleiche Raumtiefe wie Einzelbüros bei etwa doppelter Raumbreite auf.

Wie beim Einzelbüro ist auch hier aufgrund des Raumgrundrisses die Anordnung der Möbel weitgehend festgelegt.

Im 2-Personen-Büro können die Schreibtische meist am Fenster aufgestellt werden, so dass eine ungehinderte Sichtverbindung nach außen und eine ausreichende Versorgung mit Tageslicht meist unproblematisch sind. Geeignete Sonnenschutzvorrichtungen an den Fenstern müssen verhindern, dass die Mitarbeiter von außen geblendet und die Bildschirmanzeigen durch Reflexionen bzw. zu hohe Beleuchtungsstärken beeinträchtigt werden.

In derartigen Büros ist es üblich, die Arbeitstische mit der Mittelachse quer zur Hauptfensterfront im Block anzuordnen. In dem dargestellten Beispiel sind zwei angewinkelte Schreibtischkombinationen entsprechend aufgestellt.

Werden Kathodenstrahlbildschirme genutzt, werden sie aufgrund der erforderlichen Tischtiefen und der dafür nicht ausreichenden Raumbreiten häufig auf abgewinkelten Tischelementen ausreichender Tiefe mit Blickrichtung um  $45^\circ$  versetzt zur Fensterfront angeordnet. (Bei Einsatz von Bildschirmen mit geringer Bautiefe entfällt dieser Zwang.) Eine solche Aufstellung der Bildschirme ist ergonomisch ungünstig, da in den meisten Fällen zu hohe Leuchtdichteunter-

schiede zwischen der Bildschirmanzeige und den Fenstern zu erwarten sind und dadurch erhöhte visuelle Belastungen bei den Mitarbeitern auftreten.

Im vorliegenden Beispiel wird die Fensterfront von einem Wandbereich unterbrochen, so dass die Gefahr der Direktblendung durch Tageslicht geringer ist. Bei einer durchgehenden Fensterfront kann dies durch eine geeignete Sonnenschutzvorrichtung erreicht werden. Um die Sichtverbindung nach außen für den Mitarbeiter, der nicht geblendet wird, nicht unnötig einzuschränken, sollten die Sonnenschutzvorrichtungen getrennt nutzbar sein. Dabei müssen die Sonnenschutzvorrichtungen so ausgewählt und genutzt werden können, dass auch im seitlichen Blickfeld zu hohe Leuchtdichten vermieden werden.

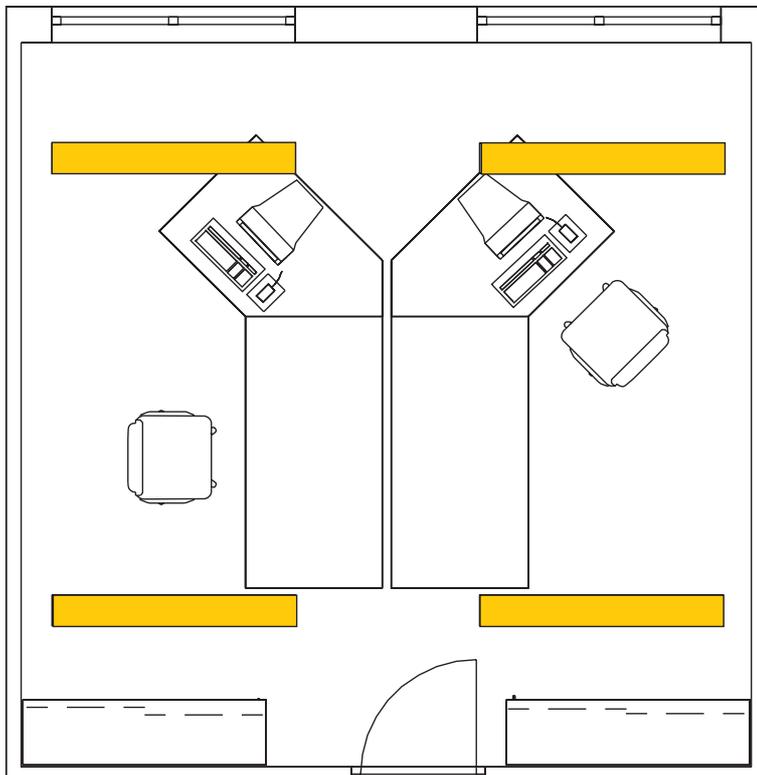
Eine Schrägaufstellung der Bildschirme muss auch bei der Auswahl und Anordnung der Leuchten besonders berücksichtigt werden.

Von besonderer Bedeutung ist eine ausreichend hohe zylindrische Beleuchtungsstärke in den Arbeitsbereichen „Bildschirm- und Büroarbeit“, um gute Bedingungen für die visuelle Kommunikation zwischen den Mitarbeitern zu schaffen.

## 6.2.1 2-Personen-Büro – Beleuchtungslösung 1



### Leuchtenplan



<b>Beleuchtungskonzept:</b>	Raumbezogene Beleuchtung		
<b>Leuchtentyp:</b>	Pendelleuchte mit Spiegelraster Leuchtstofflampe, stabförmig 2 x T16/26		

Die Leuchten sind parallel zur Blickrichtung der Mitarbeiter bei Schreib- und Lesetätigkeit angeordnet. Durch die seitliche Lichteinfallrichtung ergeben sich für diese Tätigkeiten günstige Sehbedingungen. Bei dieser Anordnung der Bildschirme wird die Reflexblendung auch auf der Tastatur durch den Indirektanteil der Leuchte und die damit verbundene Aufhellung der Decke reduziert.

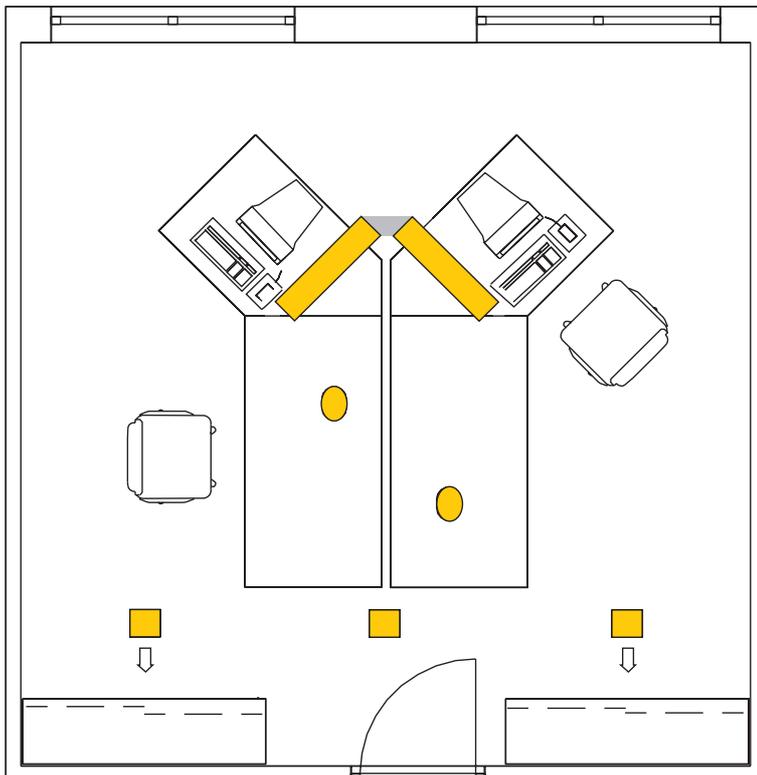
Der relativ geringe Indirektanteil der Leuchte bei breiter Lichtstärkeverteilung erlaubt kürzere Pendellängen von mindestens 30 cm.

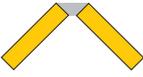
In diesem Beleuchtungsbeispiel sind die Leuchten in der Fensterflucht angeordnet. Dadurch ergibt sich ein einheitlicher Eindruck für die Außenwirkung des Gebäudes.

## 6.2.2 2-Personen-Büro – Beleuchtungslösung 2



### Leuchtenplan



Beleuchtungskonzept:	Teilflächenbezogene Beleuchtung		
Leuchtentypen:	Stehleuchte 2 Leuchtenköpfe mit Lochblechabdeckung nach unten Kompaktleuchtstofflampe 3 x TC-L pro Leuchtenkopf		
	Tischleuchte Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-L oder TC-DEL/TC-TEL		
	Quadratisches Downlight asymmetrischer Wandfluter Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-DEL/TC-TEL		
	Quadratisches Downlight Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-DEL/TC-TEL		

In diesem Beispiel wird aus gestalterischen Gründen eine Stehleuchte mit zwei Leuchtenköpfen verwendet. Jedem Arbeitsplatz ist ein Leuchtenkopf zugeordnet. Der Raum wirkt ruhiger als mit zwei einzelnen Stehleuchten.

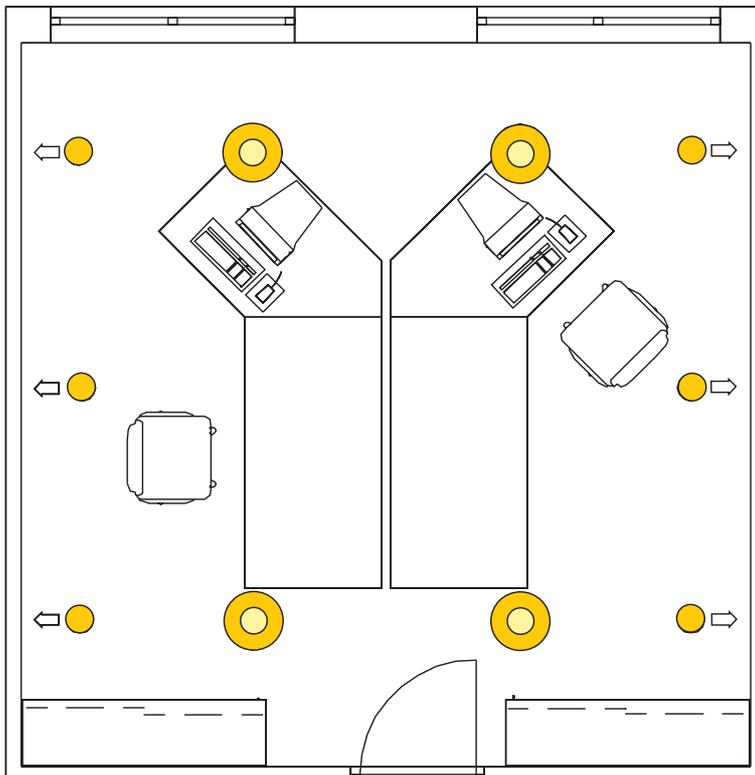
Um die Güteigenschaften allein mit der künstlichen Beleuchtung zu erfüllen, müssen beide Leuchtenköpfe zusammen mit der jeweiligen Tischleuchte betrieben werden.

Die Downlights mit asymmetrischer Lichtstärkeverteilung lenken das Licht auf die Schrank- und Regalflächen und erzeugen dort die notwendige vertikale Beleuchtungsstärke. Gemeinsam mit dem mittig zum Türbereich angeordneten Downlight ergänzen sie die Ausleuchtung in der Raumtiefe. Dieses Downlight strahlt symmetrisch nach unten, damit eintretende Personen nicht geblendet werden.

## 6.2.3 2-Personen-Büro – Beleuchtungslösung 3



### Leuchtenplan



Beleuchtungskonzept:	Raumbezogene Beleuchtung		
Leuchtentypen:	Downlight mit Radialraster Leuchtstofflampe, ringförmig 1 x T16-R		
	mit integriertem Downlight im Leuchtenzentrum Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-DEL/TC-TEL		
	Downlight asymmetrischer Wandfluter Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-DEL/TC-TEL		

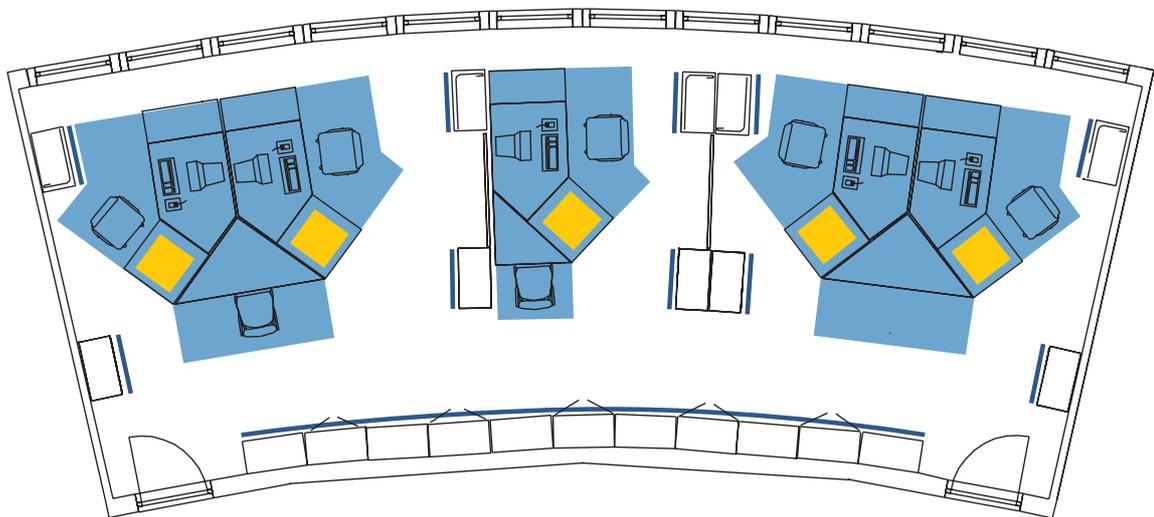
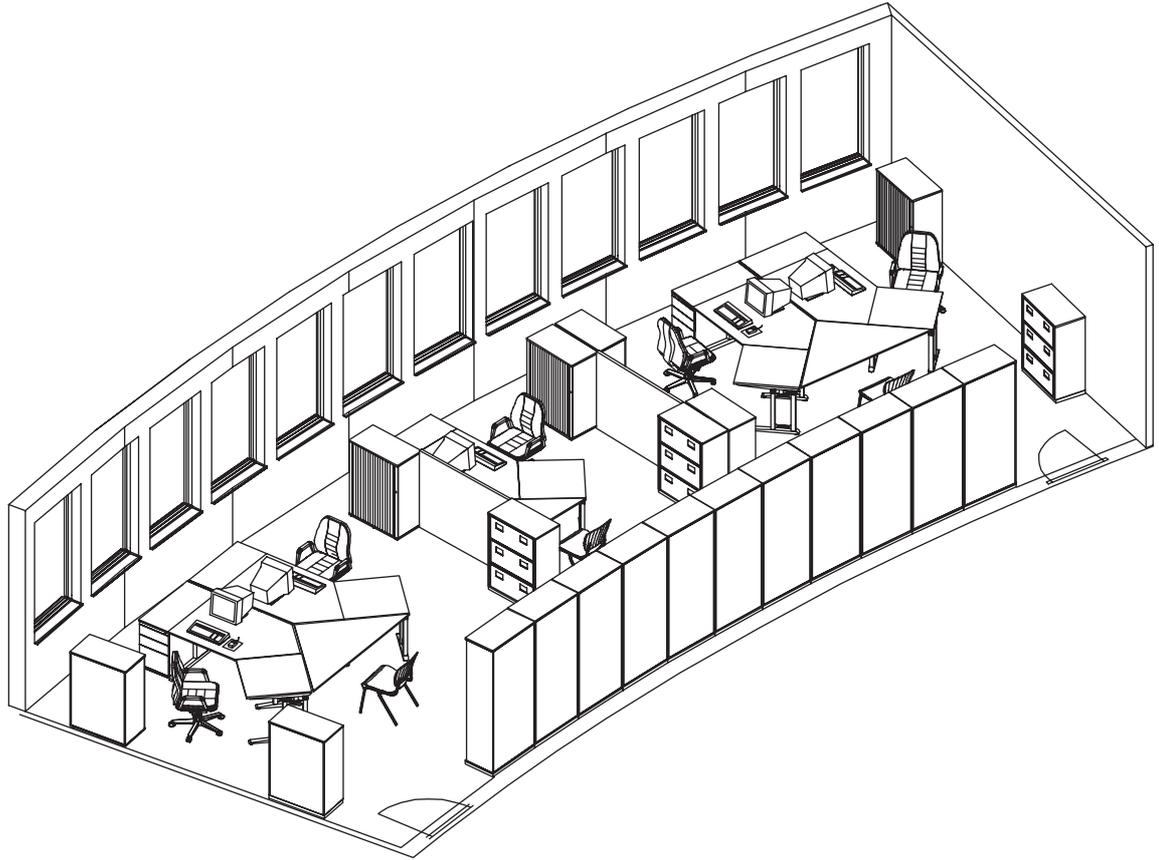
In diesem Beispiel sind runde Downlights mit ringförmigen Radialrastern eingesetzt, in deren Zentrum zusätzliche Downlights integriert sind. Diese sind getrennt schaltbar, um ggf. unterschiedliche Lichtstimmungen realisieren zu können.

Nur wenn alle Leuchten eingeschaltet sind, werden allein durch die künstliche Beleuchtung die Güteigenschaften eingehalten. In Abhängigkeit vom Tageslichteinfall können die unterschiedlichen Leuchtentypen miteinander kombiniert werden.

Solche runden Leuchten eignen sich auch zur optischen Unterstützung von rund- bzw. bogenförmig gestalteten Architekturelementen des Raumes oder Gebäudes.

Für einen indirekten Anteil der Raumbeleuchtung sorgen die zu den Wänden hin strahlenden Downlights. Dadurch wirkt der Raum optisch breiter.

## 6.3 Gruppenbüro



-  Arbeitsbereich „Bildschirm- und Büroarbeit“
-  Arbeitsbereich „Besprechung“
-  Arbeitsbereich „Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen“
-  Teilfläche

Im Gruppenbüro arbeiten die Mitarbeiter häufig an gleichen oder ähnlich gelagerten Aufgabenstellungen. Durch die Anordnung der Möbel, insbesondere von halbhohen Schränken sowie Stellwänden, werden die Räume strukturiert.

Das Büro in diesem Beispiel hat einen kreissegmentförmigen Grundriss, wie er bei runden Bürogebäuden bzw. Gebäudeteilen entsteht. Runde und auch andere bogenförmige Gebäudegrundrisse werden derzeit häufiger konzipiert. Die Anordnung der Leuchten sollte dem kreissegmentförmigen Grundriss Rechnung tragen, um einen ästhetischen Eindruck zu erzielen. Die in den Beispielen dargestellten Beleuchtungslösungen können jedoch problemlos auf rechteckige Grundrisse übertragen werden.

In dem Beispiel sind 5 Arbeitsplätze dargestellt. Eine Fortsetzung der Reihung der Arbeitsplätze ist denkbar. Die Arbeitsplätze sind fensterorientiert aufgestellt und damit für den größten Teil der Arbeitszeit ausreichend mit Tageslicht versorgt. Auch die Sichtverbindung nach außen ist gewährleistet.

In dem angeführten Beispiel sind zwei Blockanordnungen mit einem jeweils gemeinsamen Besprechungstisch sowie ein abgeschirmter Einzelarbeitsplatz eingerichtet.

Alle Mitarbeiter greifen auf eine gemeinsame Ablage in der Schrankwand im Türbereich zu.

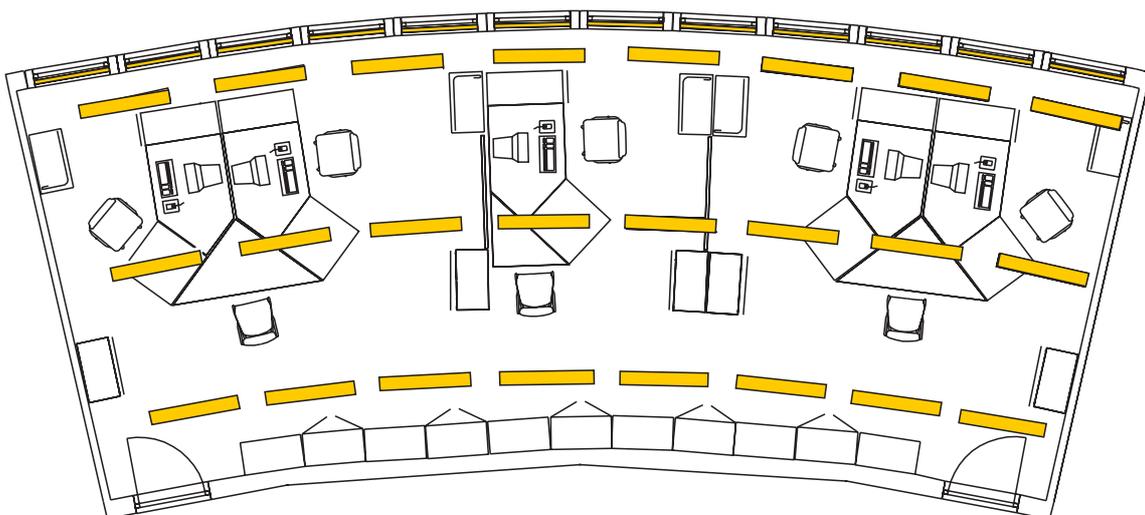
Durch ausreichende zylindrische Beleuchtungsstärken sollten gute Bedingungen für die visuelle Kommunikation sowohl für die Mitarbeiter untereinander als auch für den Austausch mit Besuchern erzielt werden.

Es bietet sich an, den Schrankbereich und die Verkehrswege gesondert zu beleuchten.

### 6.3.1 Gruppenbüro – Beleuchtungslösung 1



Leuchtenplan



<b>Beleuchtungskonzept:</b>	Raumbezogene Beleuchtung		
<b>Leuchtentypen:</b>	Deckeneinbauleuchte mit Spiegelraster Leuchtstofflampe, stabförmig 2 x T16/26		
	Effektleuchte		

Die raumbezogene Beleuchtung mit dieser Anordnung der Leuchten sorgt für ein gleichmäßiges Beleuchtungsniveau im gesamten Raum. Die Arbeitsplätze werden zwischen den Leuchtenreihen angeordnet, so dass die Blickrichtung bei der Arbeit am Bildschirm parallel zur Fensterfront und zu den Leuchtenreihen verläuft.

Durch die Anordnung der mittleren Leuchtenreihe werden sowohl für die Mitarbeiter als auch für die Besucher eine angenehme Beleuchtung für die visuelle Kommunikation erzielt, da die Gesichter günstig aufgehellt werden. Durch die Anordnung der Leuchten wird Reflexblendung auf den Arbeitsmitteln begrenzt.

Rein direkt strahlende Leuchten mit Spiegelrastern – wie in diesem Beispiel vorgesehen – dürfen nicht mit Lampen sehr hoher Leuchtdichte (High Output-Lampen) ausgestattet werden, da sonst die Wahrscheinlichkeit der Direkt- und besonders der Reflexblendung hoch ist.

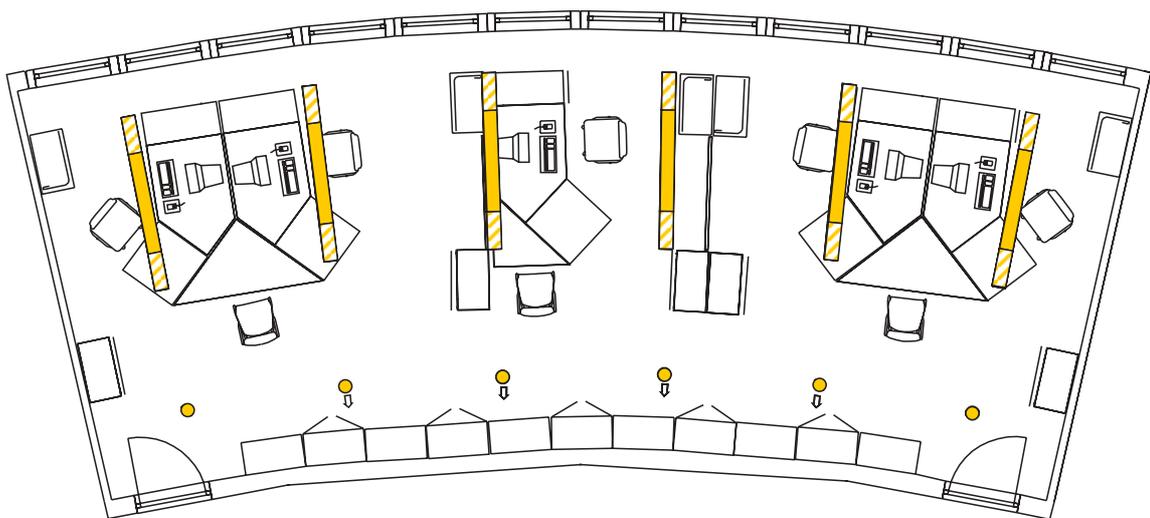
Die Anordnung der Leuchten parallel zum Fenster zeichnet die Raumform nach und unterstützt so die Raumwirkung. Sie ist besonders für Deckensysteme geeignet, deren Segmente ebenfalls die Kreisbogenform aufnehmen.

Im Fensterbereich sind Effektleuchten mit Lampen niedriger Leistungsaufnahme geplant (bestückt z.B. mit LEDs, Kompaktleuchtstofflampen), die speziell die Decke im unmittelbaren Fensterbereich mit Licht markieren. Diese Beleuchtung unterstützt die Gebäudeaußenwirkung bei Nacht, sie ist nicht Teil der Arbeitsbeleuchtung.

## 6.3.2 Gruppenbüro – Beleuchtungslösung 2



### Leuchtenplan



Beleuchtungskonzept:	Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung		
Leuchtentypen:	Pendelleuchte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Endbereiche unten mit Spiegelraster Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-L oder TC-DEL/TC-TEL</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mittelbereich unten mit lichtundurchlässiger Abdeckung Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-L oder TC-DEL/TC-TEL</li> </ul>		
	Downlight, asymmetrischer Wandfluter Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-DEL/TC-TEL		
	Downlight Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-DEL/TC-TEL		

Die Leuchten sind quer zur Blickrichtung der Mitarbeiter angeordnet. Sie sind unterteilt. Das Licht aus den Endbereichen fällt direkt seitlich von links und rechts auf die Arbeitsfläche. Der Mittelbereich der Leuchte hat eine ausschließlich indirekt strahlende Lichtstärkeverteilung. So ist eine Versorgung der Arbeitsplätze mit direktem und indirektem Licht möglich, ohne dass Direktblendung oder Reflexblendung für die Mitarbeiter und die Besucher auftreten.

Eine zu kurze Pendellänge kann zu hellen Lichtflecken an der Decke führen. Dies wird durch Leuchten mit breiter Lichtstärkeverteilung für den Indirektanteil und einer Pendellänge von mindestens 40 cm vermieden.

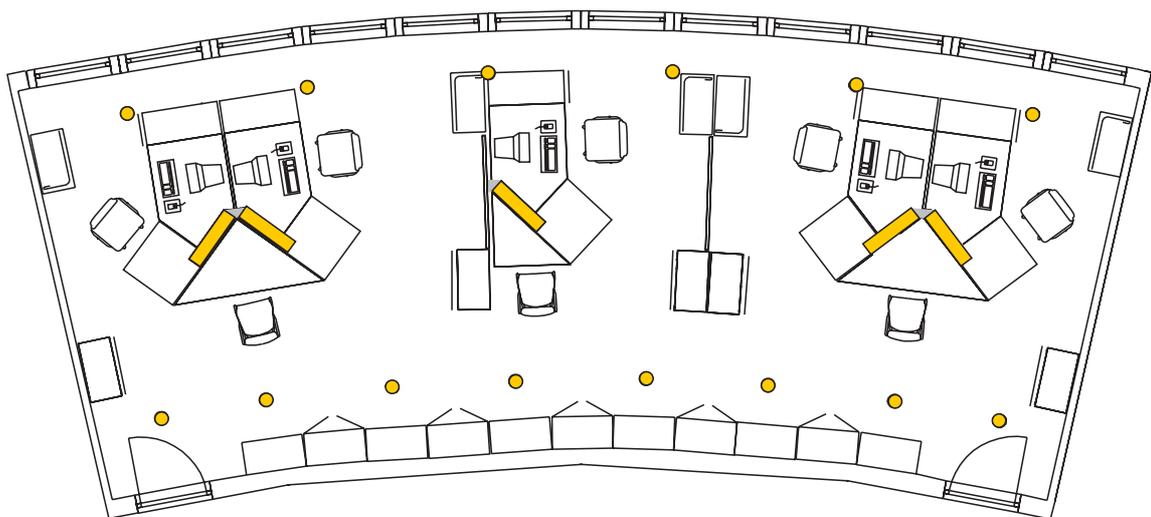
Die Downlights mit asymmetrischer Lichtstärkeverteilung lenken das Licht auf die Schrank- und Regalflächen und erzeugen dort die notwendige vertikale Beleuchtungsstärke. Gemeinsam mit den Downlights in den Türbereichen ergänzen sie die Ausleuchtung in der Raumtiefe. Diese Downlights strahlen symmetrisch nach unten, damit eintretende Personen nicht geblendet werden.

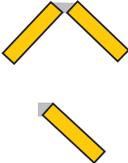
Da die Leuchten quer zum Fenster in regelmäßiger radialer Anordnung montiert sind, werden die Raumform und die Außenwirkung des Gebäudes bei Dunkelheit optisch unterstützt.

### 6.3.3 Gruppenbüro – Beleuchtungslösung 3



#### Leuchtenplan



Beleuchtungs-konzept:	Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung			
<b>Leuchtentypen:</b>	Stehleuchte mit einem bzw. zwei Leuchtenköpfen Kompaktleuchtstofflampe 3 x TC-L pro Leuchtenkopf  <b>Schaltungsstufen:</b> <b>1</b> direkt/indirekt 1 x TC-L  <b>2</b> indirekt 2 x TC-L  <b>3</b> indirekt/direkt 1 x + 2 x TC-L			
	Downlight mit Spiegelraster Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-DEL/TC-TEL			

Die Leuchtenköpfe der Stehleuchten können in drei Stufen geschaltet werden, so dass sie das Licht zu unterschiedlichen Anteilen direkt und indirekt abgeben.

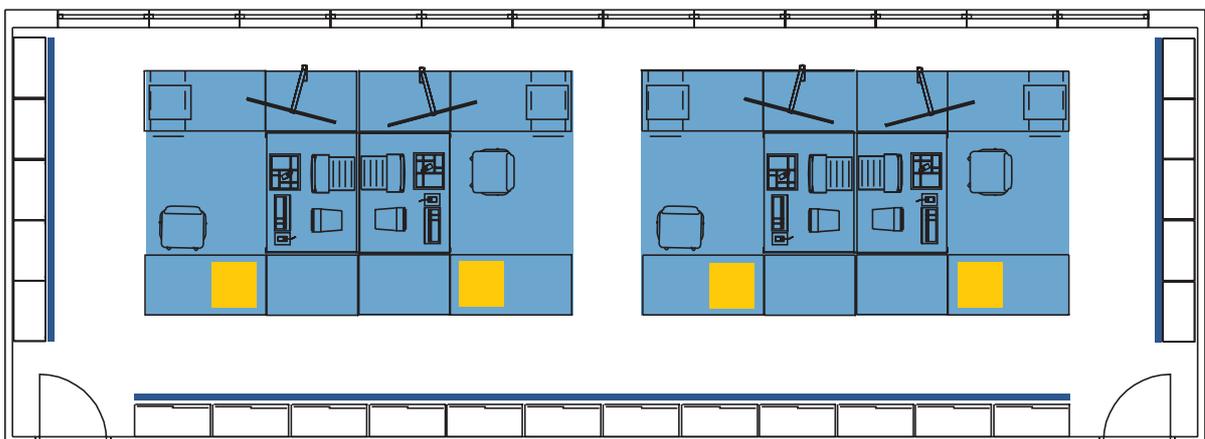
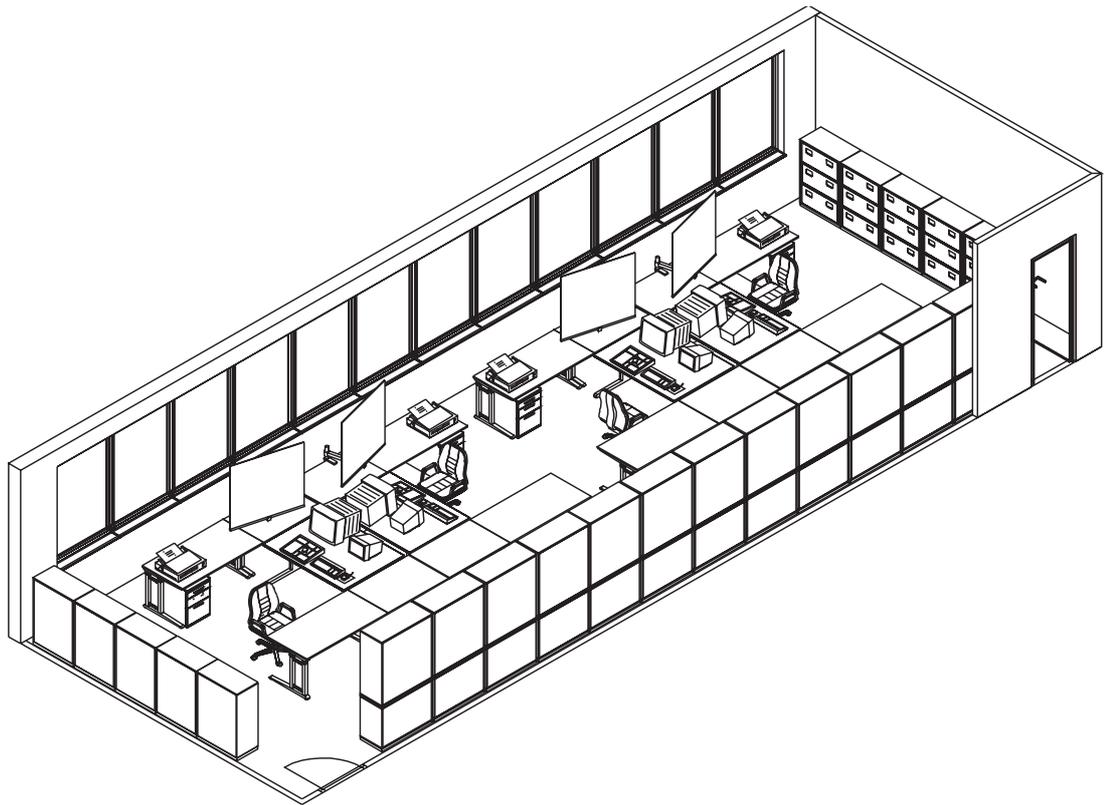
Um die Güteigenschaften an allen Arbeitsplätzen ausschließlich mit der künstlichen Beleuchtung zu erfüllen, müssen die Leuchtenköpfe in der Schaltungsstufe 3 zusammen mit den Downlights betrieben werden. Sind nur einzelne Arbeitsplätze besetzt, muss sichergestellt werden, dass die Stehleuchten an diesen Arbeitsplätzen in der Schaltungsstufe 3 und die Stehleuchten im weiteren Raum in den Schaltungsstufen 2 oder 3 in Betrieb sind. Die Mitarbeiter sollten entsprechend informiert werden.

Die Stehleuchten können auch dimmbar ausgeführt sein. Dann ist es günstig, eine tageslichtabhängige Regelung vorzusehen.

Die Downlights sind parallel zur Fensterfront und Türwand montiert. Sie beleuchten Teile der Arbeitsbereiche und den Bediengang sowie den Verkehrsweg. Außerdem sorgen sie für ausreichende vertikale Beleuchtungsstärken an den Schrank- und Regalflächen. Sie sind mit Spiegelrastern ausgestattet. Hierdurch und durch ihre Anordnung werden Direktblendung und Reflexblendung auf den Bildschirmen begrenzt.

Die Anordnung und die Lichtwirkung der Downlights unterstützen die Raumform, während die Stehleuchten als Teil der Möblierung empfunden werden.

## 6.4 Büro mit CAD-Arbeitsplätzen



-  Arbeitsbereich „Bildschirm- und Büroarbeit“
-  Arbeitsbereich „Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen“
-  Teilfläche

CAD-Arbeitsplätze werden häufig in Gruppenbüros eingerichtet, in denen mehrere Arbeitsplätze fortführend an der Fensterfront aneinander gereiht sind. Dadurch sind vor allem eine ausreichende Versorgung mit Tageslicht sowie eine ungehinderte Sichtverbindung nach außen gesichert.

CAD-Arbeitsplätze weisen gegenüber üblichen Bildschirmarbeitsplätzen meist folgende Merkmale auf:

- Einsatz von mehr als einem Bildschirmgerät,
- sehr große, eventuell auch schlechter entspiegelte Bildschirme in Negativdarstellung,
- hohe Anforderungen hinsichtlich des Erkennens unterschiedlicher Farben,
- Erkennen von Detaildarstellungen auf Bildschirm und Papier,
- Verwendung großflächiger Zeichnungen,
- Nutzung mehrerer, zum Teil großflächiger Eingabemittel,
- relativ große Arbeitsflächen und
- ggf. geteilte Arbeitsflächen mit stärker nach hinten geneigten Flächen für die Aufstellung der Bildschirme und damit stark geneigte Bildschirme.

Für CAD-Arbeitsplätze ist eine dimmbare Beleuchtung sinnvoll, um flexibel auf die jeweiligen Erfordernisse der unterschiedlichen Sehaufgaben reagieren zu können.

Für eine raumbezogene Beleuchtung sollten Beleuchtungssysteme, die eine diffuse, gleichmäßige Raumausleuchtung realisieren, bevorzugt werden. Für das Lesen der Unterlagen und Zeichnungen ist es sinnvoll, Arbeitsplatz- und Zeichenleuchten einzusetzen.

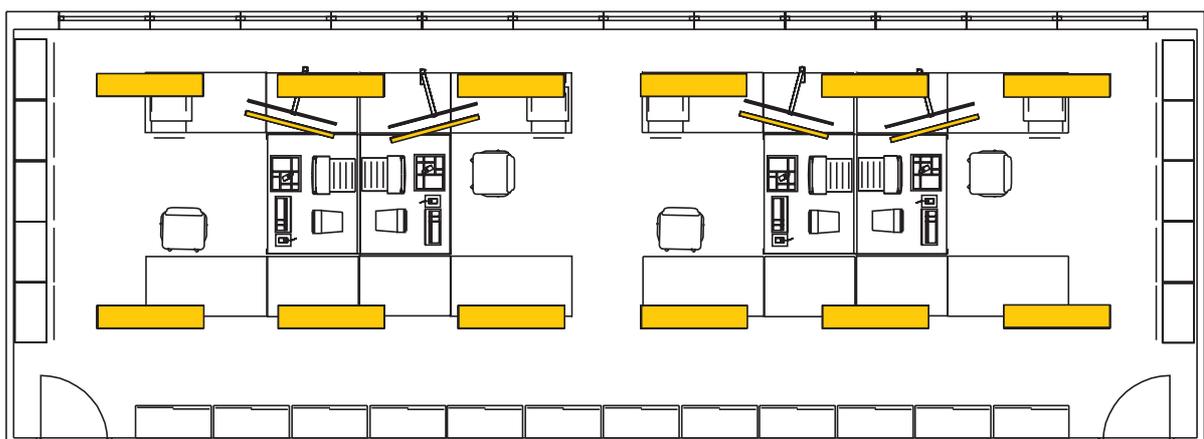
Die Arbeitsplätze in diesem Beispiel sind mit U-förmig angeordneten Tischelementen ausgestattet. Am Bildschirm wird mit Darstellungen gearbeitet, bei denen dünne farbige Linien auf einem dunklen Hintergrund abgebildet sind (Negativdarstellung). Für die Planung der Beleuchtung wird davon ausgegangen, dass die Bildschirme lediglich die Güteklasse der Entspiegelung (Bildschirmklasse) II oder III in der Negativdarstellung erreichen. Daher dürfen Flächen der Leuchten und Decken bzw. Wände sowie Sonnenschutzvorrichtungen an den Fenstern keine höheren mittleren Leuchtdichten als  $200 \text{ cd/m}^2$  aufweisen, wenn sie sich in den Bildschirmen spiegeln. Für die Befestigung gedruckter Zeichnungsvorlagen werden senkrecht oder leicht geneigt stehende Zeichnungshalter eingesetzt. Auf den anderen Tischflächen wird ebenfalls mit Zeichnungen oder anderen Unterlagen gearbeitet.

Zweckmäßig wäre auch bei CAD-Arbeitsplätzen der Einsatz von Bildschirmen mit Positivdarstellung. In diesem Fall dürften die Flächen, die sich im Bildschirm spiegeln, Leuchtdichten bis  $1000 \text{ cd/m}^2$  aufweisen.

## 6.4.1 Büro mit CAD-Arbeitsplätzen – Beleuchtungslösung 1



### Leuchtenplan



Beleuchtungskonzept:	Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung		
Leuchtentypen:	Pendelleuchte mit Spiegelraster Leuchtstofflampe, stabförmig 3 x T16/26		
	Leuchte am Zeichnungshalter Leuchtstofflampe, stabförmig 1 x T16/26		

Die Leuchten sind parallel zur Fensterfront angeordnet und mit Spiegelraster für den Direktanteil ausgestattet. Direktblendung und Reflexblendung auf dem Bildschirm werden somit begrenzt. Es ergibt sich eine seitliche Lichteinfallrichtung des Direktanteils bei der Arbeit am Bildschirm. Ebenso vermindert der relativ hohe Indirektanteil die Gefahr der Reflexblendung auf Bildschirmen und anderen Arbeitsmitteln.

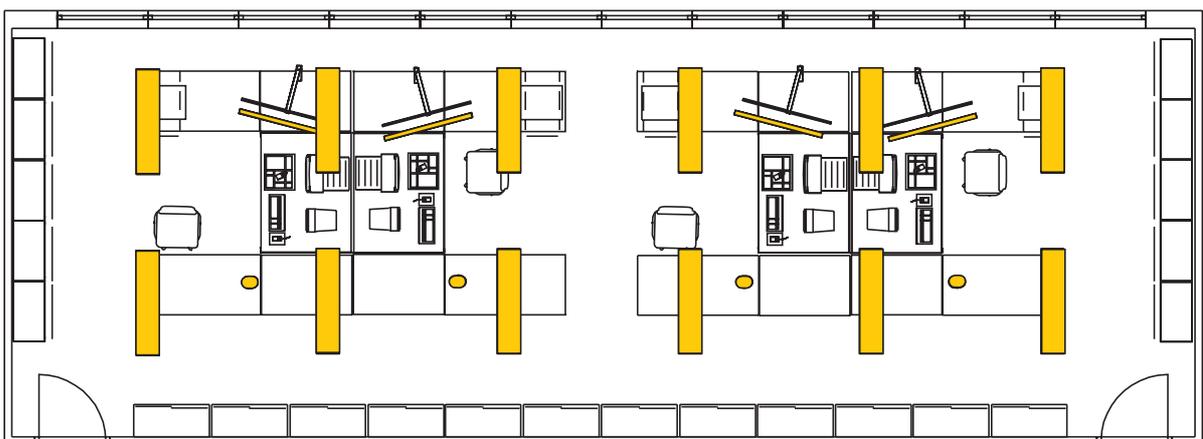
Die Direkt- und Indirektanteile der Leuchten sind getrennt dimmbar, um die Lichtsituation an verschiedene Sehaufgaben und Tageslichtsituationen anzupassen.

Die Leuchten am Zeichnungshalter dienen vor allem dem Erkennen kleiner Details auf den Zeichnungen und können vom Mitarbeiter individuell geschaltet werden.

## 6.4.2 Büro mit CAD-Arbeitsplätzen – Beleuchtungslösung 2



Leuchtenplan



Beleuchtungskonzept:	Teilflächenbezogene Beleuchtung		
Leuchtentypen:	Pendelleuchte Leuchtstofflampe, stabförmig 2 x T16/26		
	Tischleuchte Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-L oder TC-DEL/TC-TEL		
	Leuchte am Zeichnungshalter Leuchtstofflampe, stabförmig 1 x T16/26		

In diesem Beispiel werden rein indirekt strahlende Leuchten für eine gleichmäßige Raumbelichtung eingesetzt. Sie können quer zur Blickrichtung der Mitarbeiter bei der Arbeit am Bildschirm und rechtwinklig zur Fensterfront angebracht werden. Dadurch tritt weder störende Direktblendung noch störende Reflexblendung auf dem Bildschirm und auf anderen Arbeitsmitteln ein.

Durch eine Pendellänge von mindestens 40 cm bis 60 cm und einer breiten Lichtstärkeverteilung entstehen keine hellen Lichtflecken an der Decke. Die mittlere Deckenleuchtdichte liegt unter  $200 \text{ cd/m}^2$ , wodurch Reflexblendung auf dem Bildschirm begrenzt wird.

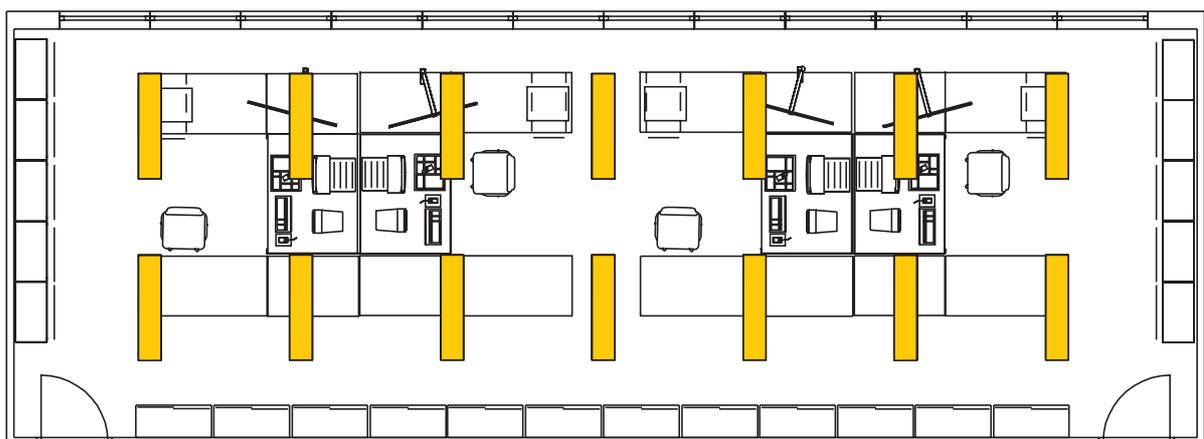
Durch die helle Decke entsteht eine offene Raumatmosphäre. Jedoch erzeugt eine reine Indirektbeleuchtung eine schattenarme, eher diffuse Lichtstimmung. Zur Beleuchtung der Teilflächen werden hier zusätzlich Tischleuchten eingesetzt. Sie wirken auch der diffusen, schattenarmen Beleuchtung entgegen. Jeder Mitarbeiter kann diese je nach Arbeits- und Tageslichtsituation individuell nutzen.

Durch eine Anordnung der Leuchten entlang der Raumachsen können Stell- oder Leichtbauwände nachträglich eingebaut werden, ohne dass die Leuchten neu installiert werden müssen bzw. kritische Abschattungen auftreten. Von außen betrachtet bewirkt die achsenbetonte Anordnung der Leuchten bei Dunkelheit einen gleichmäßigen Gebäudeindruck und räumliche Tiefe.

### 6.4.3 Büro mit CAD-Arbeitsplätzen – Beleuchtungslösung 3



Leuchtenplan



<b>Beleuchtungskonzept:</b>	Raumbezogene Beleuchtung		
<b>Leuchtentyp:</b>	Pendelleuchte mit Lichtlenkplatten Leuchtstofflampe, stabförmig 2 x T16/26		

Bei diesem Beispiel sind Bildschirme mit Positivdarstellung (dunkle Zeichen auf hellem Hintergrund) vorgesehen. Positivdarstellungen sind auch für die CAD-Bildschirmarbeit anzustreben, um belastende Hell-Dunkel-Adaptation zu vermeiden, wie sie bei der Negativdarstellung (helle Zeichen auf dunklem Hintergrund) auftreten. Außerdem machen sich höhere Leuchtdichten, die sich im Bildschirm spiegeln, weniger störend bemerkbar.

Für die Beleuchtungslösung in diesem Beispiel werden Leuchten mit transparent wirkenden Platten eingesetzt, in denen das Licht optisch gelenkt und gezielt ausgekoppelt wird. Ein großer Anteil des Lichtstroms wird indirekt, d.h. zur Raumdecke hin, abgestrahlt.

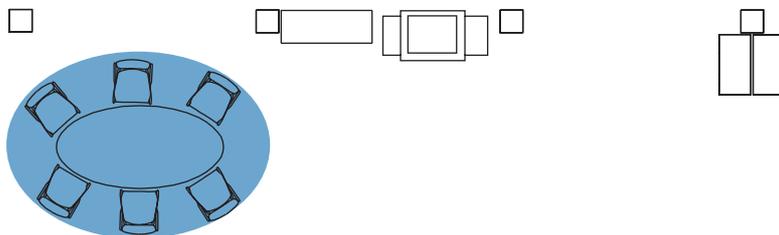
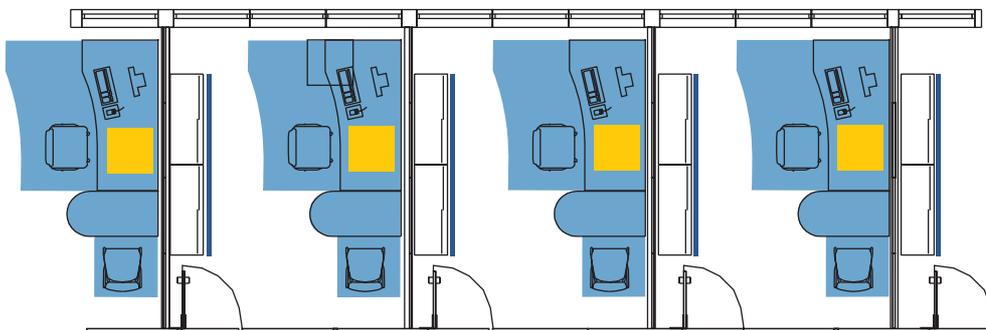
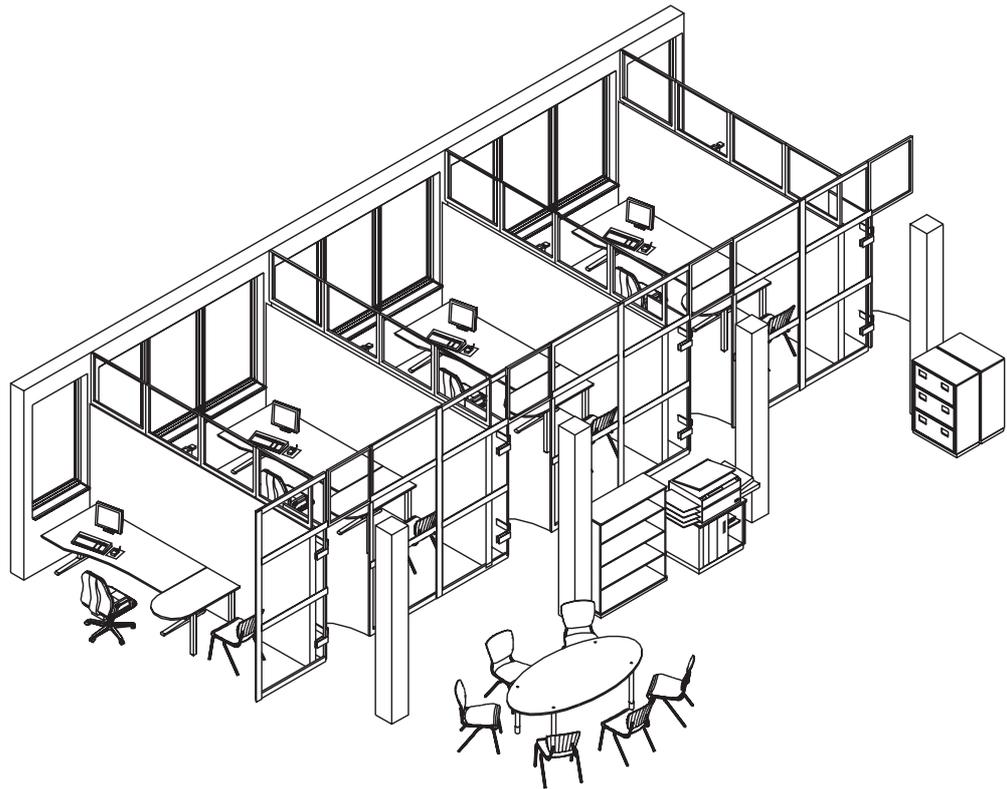
Die Leuchtdichten der Lichtlenkplatten sind für Ausstrahlungswinkel  $\gamma \geq 65^\circ$  meist auf  $\leq 1000 \text{ cd/m}^2$  begrenzt. Im Gegensatz zu den meisten Leuchten mit Direktanteil sind die Leuchtdichten von Leuchten mit Lichtlenkplatten bei Ausstrahlungswinkeln  $\gamma < 65^\circ$  ebenfalls reduziert.

Sowohl auf dem Bildschirm als auch auf horizontal liegenden Arbeitsmitteln (z.B. Klarsichthüllen, Hochglanzpapier) kann damit die Reflexblendung weitgehend vermieden werden.

Durch die reduzierten und sehr gleichmäßig verteilten Leuchtdichten an den Lichtlenkplatten sowie den höheren Indirektanteil ist eine freie und flexible Anordnung der Leuchten möglich – auch wie in dieser Beleuchtungslösung quer zur Blickrichtung bei der Arbeit am Bildschirm.

Durch den Direktanteil der Leuchten werden eine angenehme Schattigkeit und gute Bedingungen für die visuelle Kommunikation erzeugt.

## 6.5 Kombibüro



- Arbeitsbereich „Bildschirm- und Büroarbeit“
- Arbeitsbereich „Besprechung“
- Arbeitsbereich „Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen“
- Teilfläche

Kombibüros setzen sich aus mehreren, zum Teil auch unterschiedlichen Zellenbüros (Einzelbürozeile, 2-Personen-Bürozeile usw.) und einer Gemeinschaftszone zusammen. Meistens werden die Bürozeilen einheitlich und feststehend möbliert. In der Gemeinschaftszone befinden sich in der Regel Schränke, Drucker, Kopierer, Faxgeräte sowie Besprechungsbereiche und Pausenbereiche, die von allen Mitarbeitern je nach Bedarf genutzt werden können. Die Bürozeilen dienen dem konzentrierten Arbeiten, während die Kommunikation zwischen den Mitarbeitern hauptsächlich in der Gemeinschaftszone stattfindet.

Um die Kommunikation darüber hinaus anzuregen, sind die Wände zwischen den Bürozeilen häufig im oberen Bereich zur Gemeinschaftszone hin auch ganz verglast. Dadurch kann das Tageslicht, das durch das Fenster eines Zellenbüros scheint, auch in die benachbarten Räume fallen. Sonnenlicht kann im ungünstigen Fall blenden. Deshalb muss besonders auf die Eignung und eine zweckmäßige Steuerung der Sonnenschutzvorrichtungen geachtet werden. Ebenso muss durch eine entsprechende Auswahl und Anordnung der Leuchten gewährleistet werden, dass Direkt- und Reflexblendung auch in den angrenzenden Räumen vermieden wird.

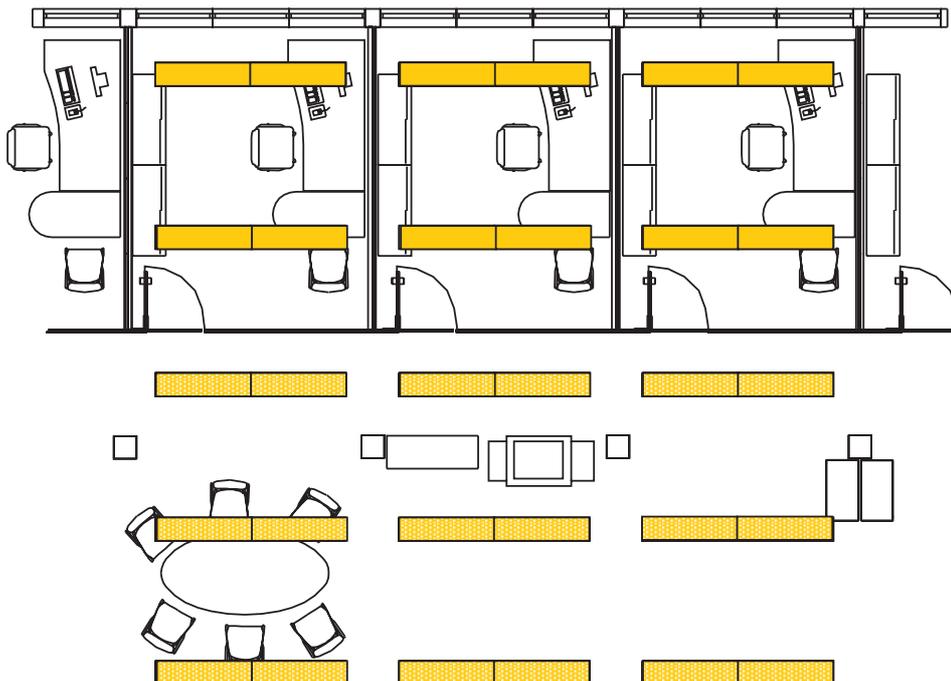
In den verschiedenen Bereichen sollten die Leuchten und ihre Anordnung hinsichtlich ästhetischer und architektonischer Gesichtspunkte aufeinander abgestimmt sein.

In dem dargestellten Beispiel wird in der Einzelbürozeile ein Schreibtisch mit einer Freiformtischplatte eingesetzt. Im tieferen Bereich der Tischplatte wird der Bildschirm angeordnet. Die Schreibtischplatte wird durch eine Ansatzplatte für Besprechungen ergänzt. Hinter dem Arbeitsplatz befinden sich Schrankablagen.

## 6.5.1 Kombibüro – Beleuchtungslösung 1



### Leuchtenplan



## Einzelbürozele

<b>Beleuchtungs-konzept:</b>	Raumbezogene Beleuchtung		
<b>Leuchtentyp:</b>	Sekundärreflektorleuchte mit Spiegelraster Leuchtstofflampe, stabförmig 2 x T16/26		

## Gemeinschaftszone

<b>Beleuchtungs-konzept:</b>	Raumbezogene Beleuchtung		
<b>Leuchtentyp:</b>	Sekundärreflektorleuchte mit Diffusoroptik Leuchtstofflampen, stabförmig 2 x T16/26		

Es werden Sekundärreflektorleuchten als Deckeneinbau- oder Deckenanbauleuchten eingesetzt. Durch die flügel förmigen, diffus reflektierenden Sekundärreflektoren entsprechen diese Leuchten in ihrer Wirkung weitgehend direkt-/indirektstrahlenden Leuchten. Sie hellen die Decke im Bereich der Sekundärreflektoren auf. Horizontale und vertikale Flächen werden gut ausgeleuchtet. Diese Leuchten lassen sich auch in Räumen mit geringen Raumhöhen problemlos einsetzen.

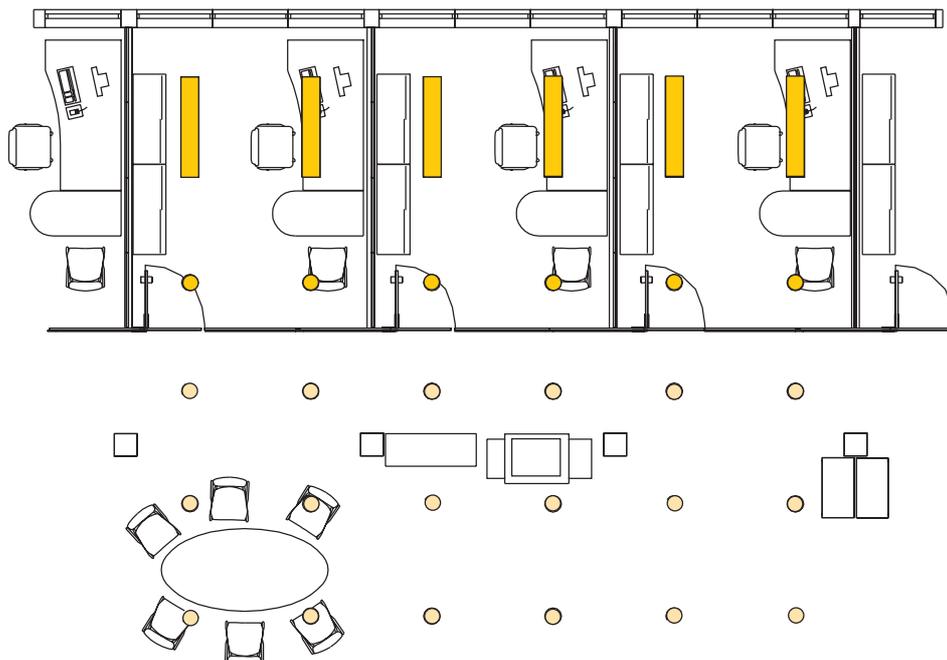
In den Einzelbürozellen sind die Leuchten mit einem Spiegelraster ausgestattet, um störende Reflexionen auf den Bildschirmen in benachbarten Räumen zu vermeiden. Diese Spiegelungen können durch die verglasten Oberbereiche der Trennwände auftreten. Zudem bewirkt der gerichtete Lichtanteil eine ausgewogene Schattigkeit.

In der Gemeinschaftszone sind die Leuchten mit einem Diffusor ausgestattet. Reflexionen auf horizontal liegenden Flächen (z.B. Klarsichthüllen, Hochglanzpapier, Displays) werden vermieden. Die Leuchten erscheinen angenehm homogen hell.

## 6.5.2 Kombibüro – Beleuchtungslösung 2



### Leuchtenplan



## Einzelbürozelle

<b>Beleuchtungskonzept:</b>	Raumbezogene Beleuchtung		
<b>Leuchtentypen:</b>	Pendelleuchte mit Lichtlenkplatten Leuchtstofflampe, stabförmig 2 x T16/26		
	Downlight Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-DEL/TC-TEL		

## Gemeinschaftszone

<b>Beleuchtungskonzept:</b>	Raumbezogene Beleuchtung		
<b>Leuchtentyp:</b>	Downlight mit lichtstreuendem Vorsatz Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-DEL/TC-TEL		

Für die Beleuchtung in den Einzelbürozellen werden Leuchten mit transparent wirkenden Platten eingesetzt, in denen das Licht optisch gelenkt wird. Diese Leuchten geben das Licht zu einem großen Teil indirekt ab. An der Lichtlenkplatte sind die Leuchtdichten in der Regel gegenüber anderen Leuchten stark reduziert und sehr gleichmäßig verteilt. Dadurch wird Reflexblendung auf horizontalen und geneigten Flächen weitgehend begrenzt. Eine freie und flexible Anordnung der Leuchten – auch quer zur Blickrichtung der Mitarbeiter – ist so möglich.

Bei der gezeigten Leuchtenanordnung können Trennwände herausgenommen werden, ohne die Leuchten umsetzen zu müssen.

Von außen wirkt die Leuchtenanordnung gleichmäßig und harmonisch.

Durch die Lichtverteilung ergeben sich relativ hohe zylindrische Beleuchtungsstärken und damit gute Bedingungen für die visuelle Kommunikation.

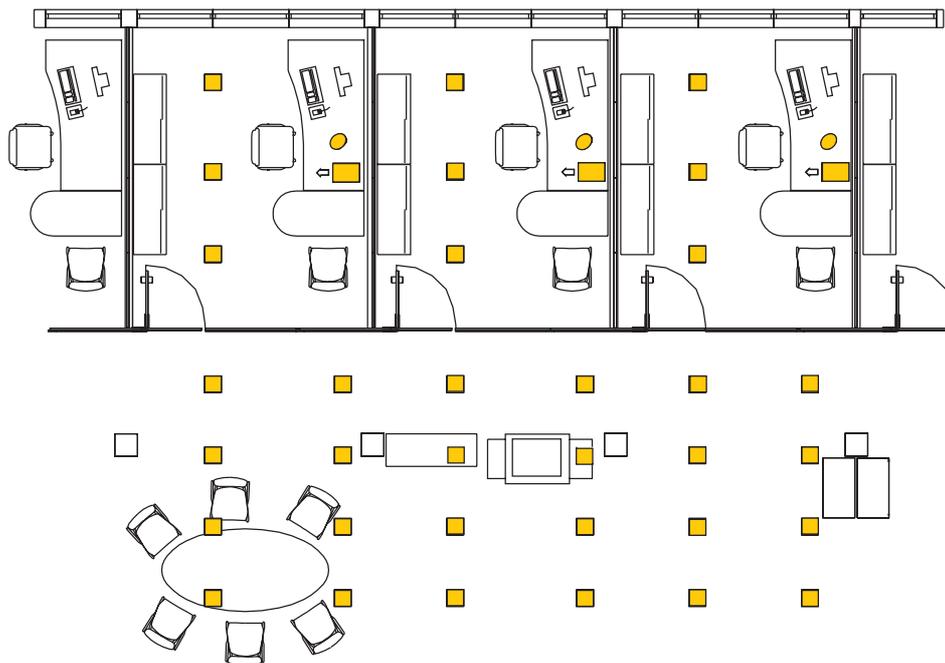
Die Downlights im Türbereich schaffen einen optischen Übergang zur Gemeinschaftszone.

Diese wird auch mit Downlights beleuchtet. Sie sind mit lichtstreuenden Vorsätzen ergänzt, die die vertikale Beleuchtungsstärke etwas erhöhen. Die Beleuchtung der Gemeinschaftszone setzt sich lichttechnisch und gestalterisch von der in den Einzelbürozellen ab. Durch den geringeren Indirektanteil und die dunklere Decke wirkt der Raum etwas zurückgenommen.

### 6.5.3 Kombibüro – Beleuchtungslösung 3



#### Leuchtenplan



## Einzelbürozele

Beleuchtungs-konzept:	Teilflächenbezogene Beleuchtung		
Leuchtentypen:	Möbelanbauleuchte, Indirektanteil asymmetrisch Halogen-Metaldampflampe kleiner Leistung 1 x HIT		
	Tischleuchte Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-L oder TC-DEL/TC-TEL		
	Quadratisches Downlight Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-DEL/TC-TEL		

## Gemeinschaftszone

Beleuchtungs-konzept:	Raumbezogene Beleuchtung		
Leuchtentyp:	Quadratisches Downlight Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-DEL/TC-TEL		

Das Beleuchtungssystem in den Einzelbürozellen besteht aus zwei Komponenten, einer indirekt strahlenden Möbelanbauleuchte und einer direkt strahlenden Tischleuchte. Die Lichtstärkeverteilung der Möbelanbauleuchte ist asymmetrisch breitstrahlend, so dass das Licht über der Schreibtischfläche und dem Mitarbeiter auf die Decke trifft und Lichtflecken mit hohen Leuchtdichten vermieden werden. Die in den Möbelanbauleuchten eingesetzten Halogen-Metaldampflampen haben ein verzögertes Einschaltverhalten und erreichen erst nach einiger Zeit den vollen Lichtstrom sowie die gewünschte Lichtfarbe. Sie sollten daher nur selten geschaltet werden. Diese Lampen führen beim Betrieb mit konventionellen Vorschaltgeräten zu relativ starkem Flim-

mern. Um dies zu vermeiden, sollten diese Lampen immer mit elektronischen Vorschaltgeräten betrieben werden.

Die Mitarbeiter können je nach Arbeits- und Tageslichtsituation individuell eine Tischleuchte nutzen.

Im Schrankbereich bewirken die quadratischen breitstrahlenden Downlights eine Aufhellung der vertikalen Schrankflächen.

Aus gestalterischen Gründen wird die Gemeinschaftszone auch mit quadratischen Downlights beleuchtet. Durch die etwas dunklere Decke erscheint die Gemeinschaftszone optisch zurückgenommen und wirkt behaglicher. Eine breitstrahlende Lichtverteilung erzeugt ausreichende zylindrische Beleuchtungsstärken für die visuelle Kommunikation.



Die meisten Call-Center-Arbeitsplätze werden in Gruppen- oder Großraumbüros eingerichtet und gruppenweise, z.B. linear, ring- bzw. sternförmig zueinander angeordnet. Um befriedigende akustische Bedingungen zu schaffen, werden zwischen den Arbeitsplätzen Akustik-elemente bzw. Stellwände angeordnet. Diese sollen außerdem störende Blendung durch Tageslicht abschirmen, können jedoch die Sichtverbindung nach außen behindern.

Es bietet sich an, die Arbeitsplatzgruppen zu Bereichen zusammenzufassen, für die die Beleuchtung jeweils konzipiert wird. Dabei geht man bei der Planung der Beleuchtung davon aus, dass bei Besetzung nur einzelner Arbeitsplätze die Grundbeleuchtung des zugehörigen Bereiches vollständig in Betrieb bleibt. Ebenso sind in den meisten Call Centern aus technischen Gründen die Bereiche für die Verkehrswege fest vorgegeben, so dass dafür eine separate Beleuchtung geplant werden kann, wodurch auch eine optische Führung erzielt wird.

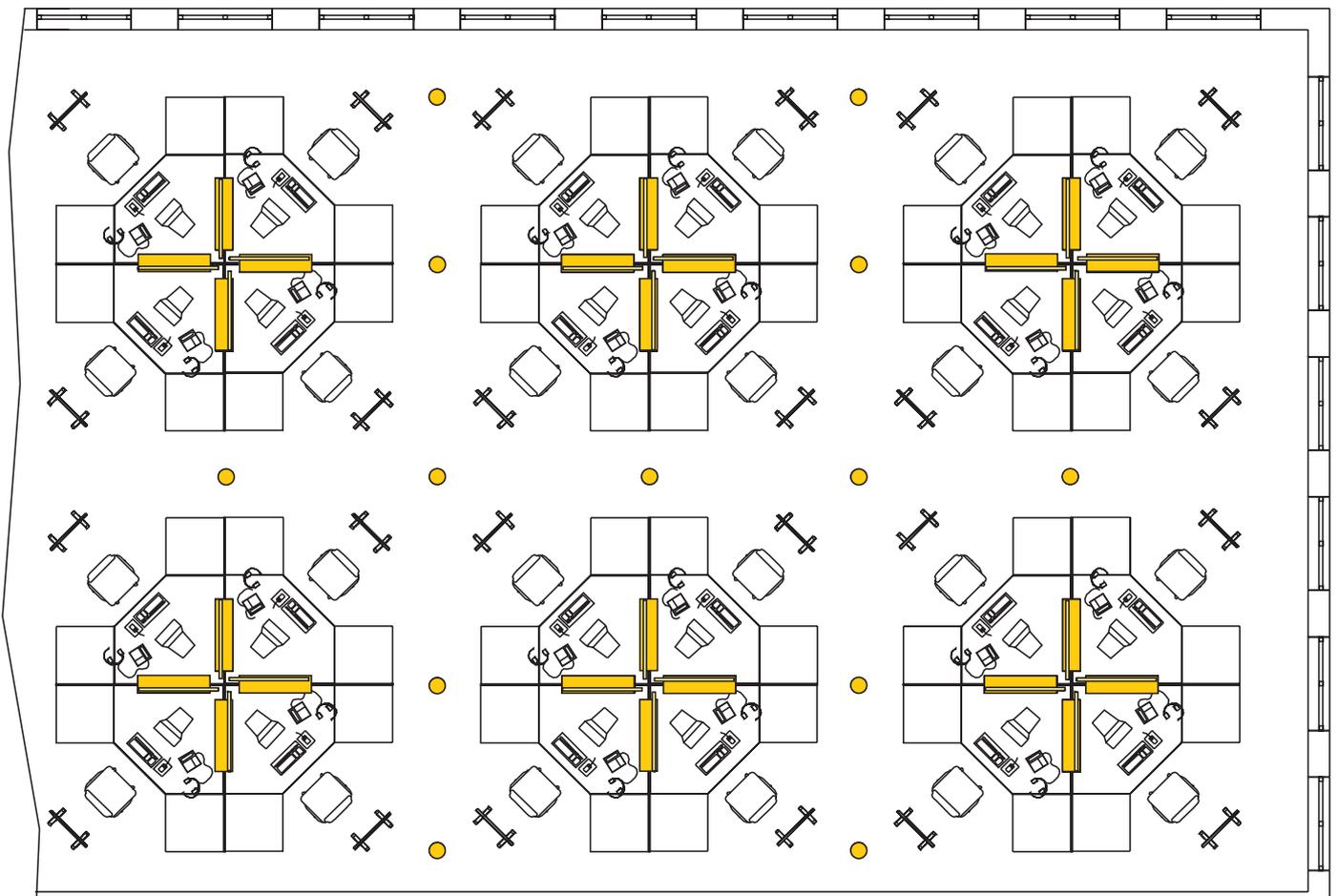
In vielen Call Centern wird im Schichtbetrieb gearbeitet. Durch individuell schalt- oder dimmbare Leuchten erhalten die Mitarbeiter die Möglichkeit, das Licht an ihre Bedürfnisse anzupassen, die sich im Verlaufe des Tages ändern können. Lichtmanagementsysteme bieten weitere Möglichkeiten.

In diesem Beispiel sind die Arbeitsplätze sternförmig in Vierergruppen angeordnet. Bei solchen sternförmigen Gruppenanordnungen kann Blendung durch das Tageslicht verstärkt auftreten. Daher sind hier Stellwände im Rücken der Mitarbeiter angeordnet. Außerdem muss auf geeignete Sonnenschutzvorrichtungen geachtet werden.

## 6.6.1 Call Center – Beleuchtungslösung 1



Leuchtenplan



Beleuchtungskonzept:	Teilflächenbezogene Beleuchtung		
Leuchtentypen:	Aufsatzleuchte auf den Raumgliederungselementen mit Lochblechabdeckung nach unten, Kompaktleuchtstofflampe 2 x TC-L		
	Arbeitsplatzleuchte mit Spiegelraster (Lichtrohr, um Längsachse drehbar) Leuchtstofflampe, stabförmig 1 x T7		
	Downlight mit Spiegelraster Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-DEL/TC-TEL		

Die Aufsatzleuchten auf den Raumgliederungselementen zwischen den Arbeitsplätzen geben das Licht hauptsächlich indirekt ab und sorgen für eine ausreichende Beleuchtung der Arbeitsbereiche der gesamten Gruppe. Deshalb werden alle Aufsatzleuchten der Vierergruppe gemeinsam in Betrieb genommen, auch wenn nur ein Arbeitsplatz belegt ist. Die Aufsatzleuchten können auch tageslichtabhängig gesteuert oder geregelt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass auch in den fensterabgewandten Arbeitsbereichen die geforderten Beleuchtungsstärken erreicht werden, z.B. durch eine entsprechende Anbringung des Tageslichtsensors.

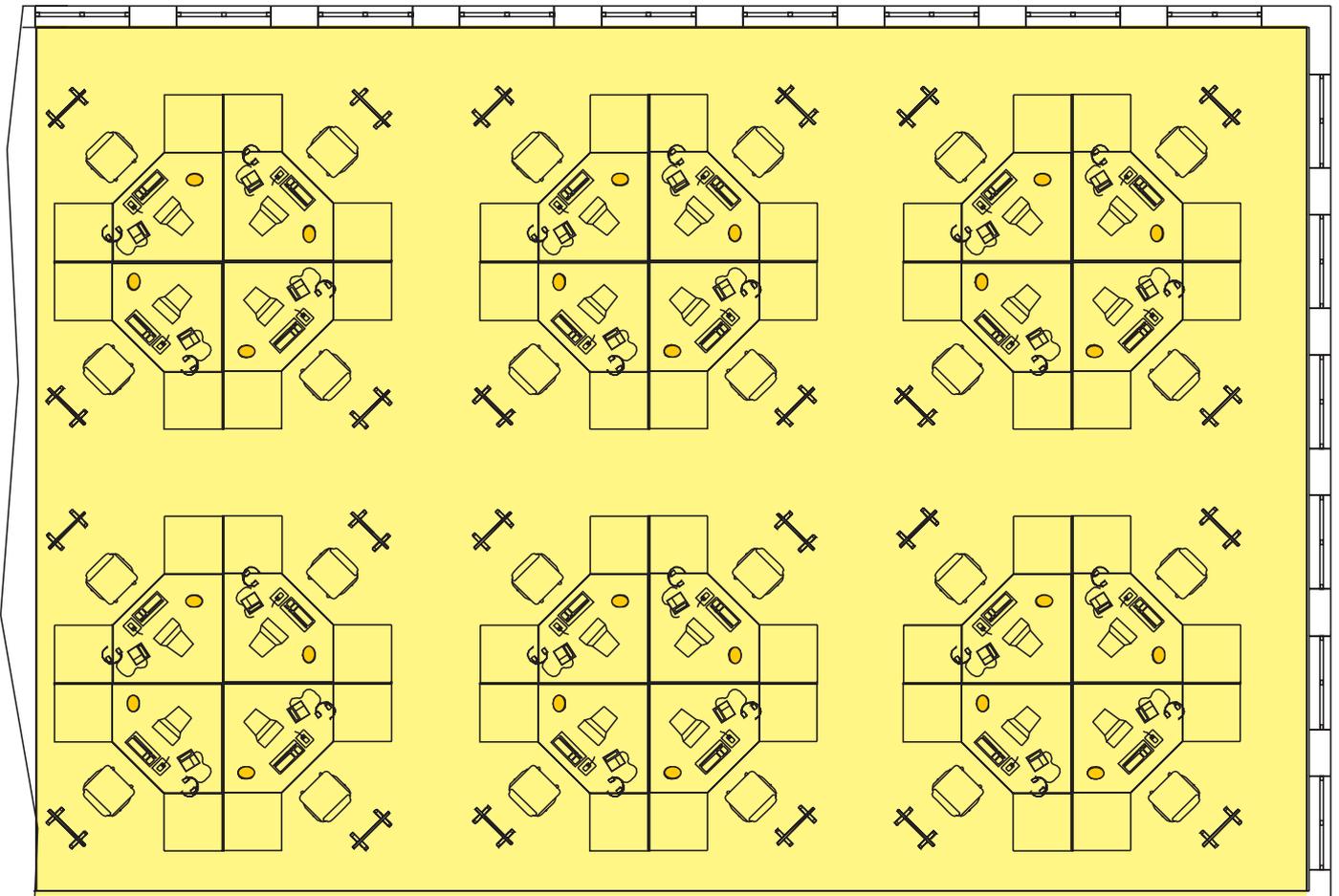
Durch Arbeitsplatzleuchten werden Teilflächen auf den Schreibtischen beleuchtet. Sie können individuell von jedem Mitarbeiter geschaltet und in ihrer Lichtrichtung durch Drehen des „Lichtrohrs“ ausgerichtet werden. Auch die Arbeitsplatzleuchten sind am Raumgliederungselement angebracht, so dass die ohnehin geringe Arbeitsfläche nicht reduziert wird. Durch den Einsatz von Spiegelrastern wird Direkt- und Reflexblendung am Bildschirm weitgehend ausgeschlossen.

Die Downlights leuchten die Verkehrswege aus und unterstützen durch ihre Anordnung die Strukturierung des Raumes. Für die Mitarbeiter wird so eine schnelle visuelle Orientierung erleichtert. Die Downlights sind mit Spiegelrastern versehen, damit sie die Mitarbeiter weder direkt noch durch Reflexbilder auf der Bildschirmanzeige blenden.

## 6.6.2 Call Center – Beleuchtungslösung 2



Leuchtenplan



Beleuchtungskonzept:	Teilflächenbezogene Beleuchtung		
Leuchtentypen:	Lichtdecke Leuchtstofflampe, stabförmig T16/26		
	Tischleuchte Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-L oder TC-DEL/TC-TEL		

In diesem Beispiel schafft eine Lichtdecke eine angenehm helle Lichtsituation. Durch die richtungsneutrale Lichtabstrahlung ist die Anordnung der Arbeitsplätze frei wählbar.

Bei Leuchtdichten der Lichtdecke von bis zu 400 cd/m<sup>2</sup> wird einerseits die Direktblendung und andererseits die Reflexblendung auf den Bildschirmen und auf glänzenden Unterlagen begrenzt. Die zylindrische Beleuchtungsstärke ist verhältnismäßig hoch und ermöglicht sehr gut die visuelle Kommunikation.

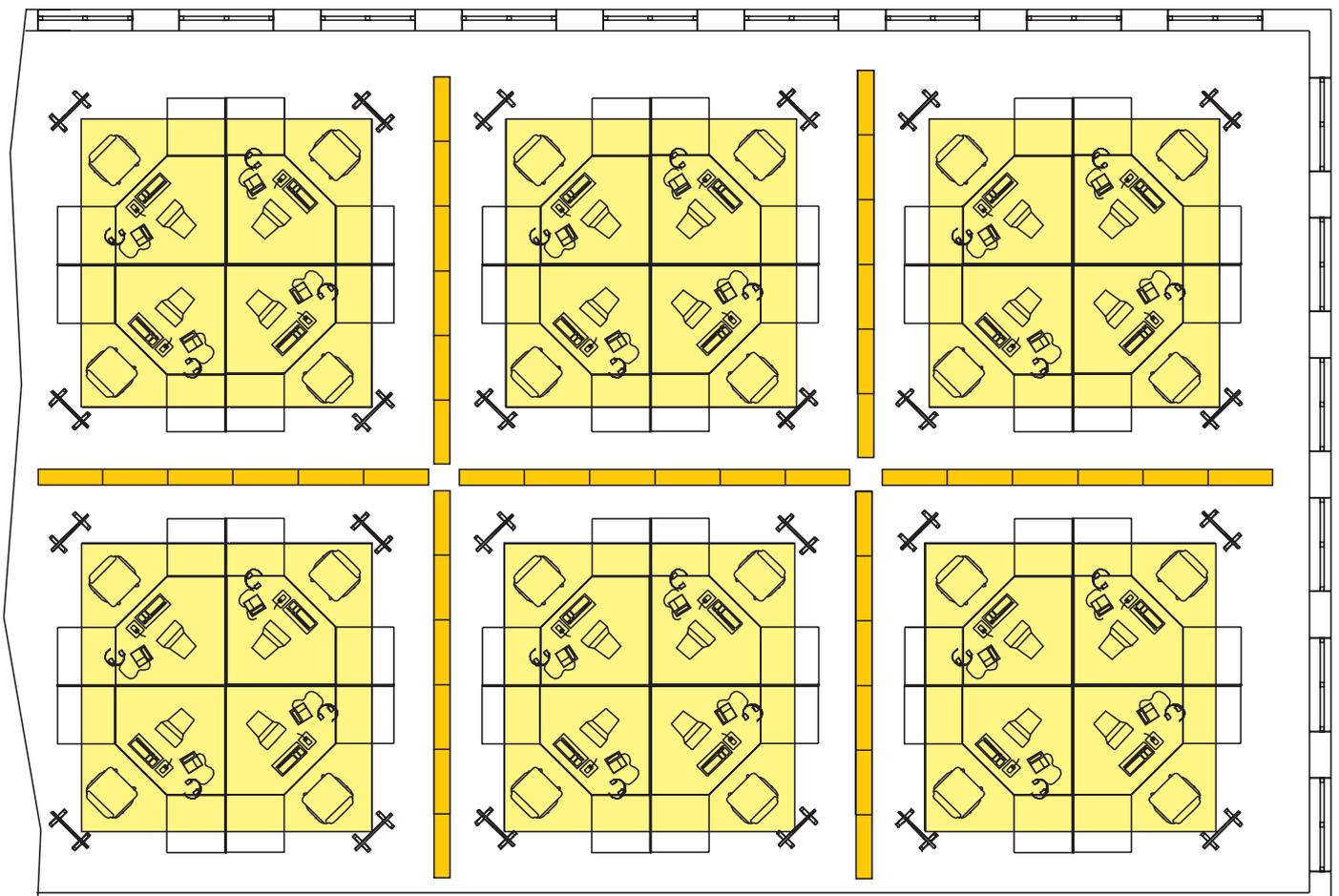
Andererseits ist dadurch die Beleuchtung schattenarm. Durch die direkt strahlenden Tischleuchten wird dieser Effekt auf den beleuchteten Teilflächen aufgehoben. Die Mitarbeiter können die Tischleuchten nutzen, um die Lichtsituation individuell entsprechend ihren Bedürfnissen zu verändern.

Durch Dimmen kann die Helligkeit der Lichtdecke der Tagessituation angepasst werden (z.B. nachts dunkler als am Tage). Werden Lampen in verschiedenen Lichtfarben in der Lichtdecke eingesetzt, kann neben der Variation der Helligkeit über den Tag auch das Licht in seiner Farbigekeit verändert werden. Das Wohlbefinden der Mitarbeiter kann dadurch positiv beeinflusst werden.

### 6.6.3 Call Center – Beleuchtungslösung 3



Leuchtenplan



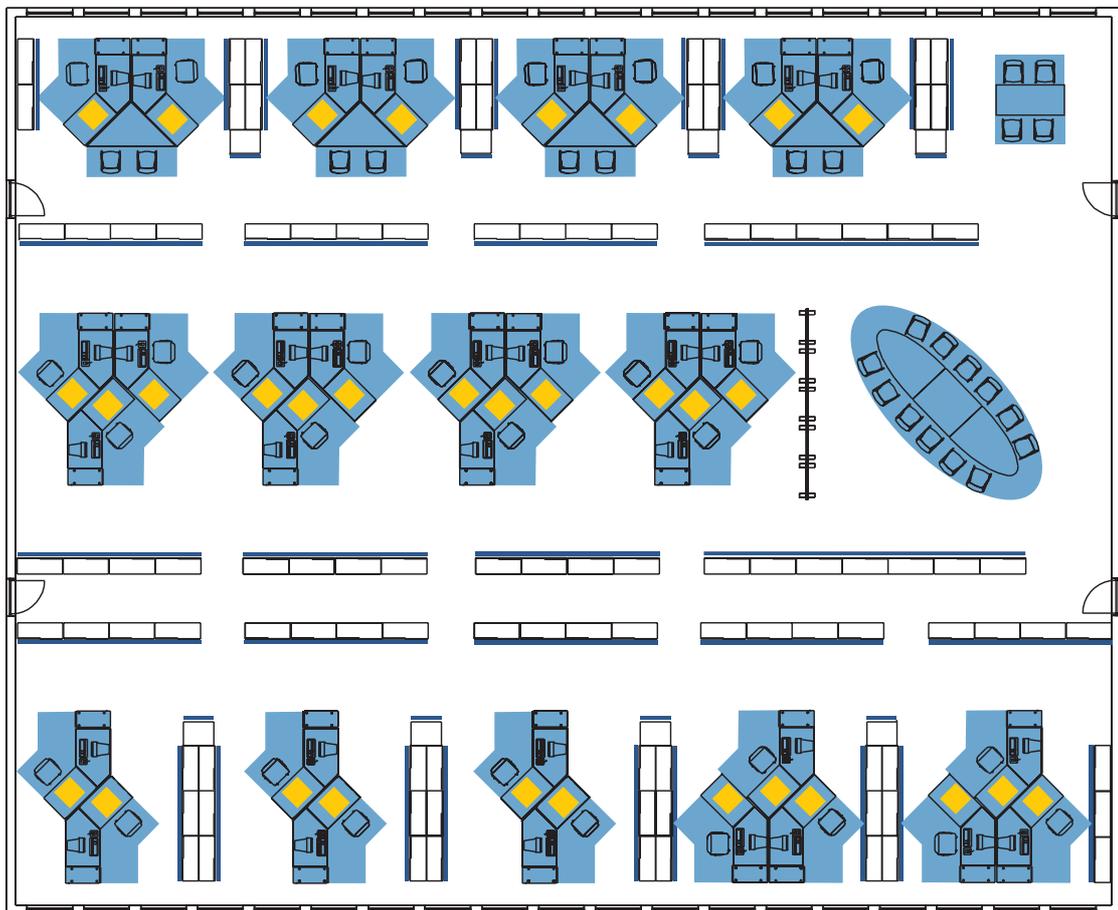
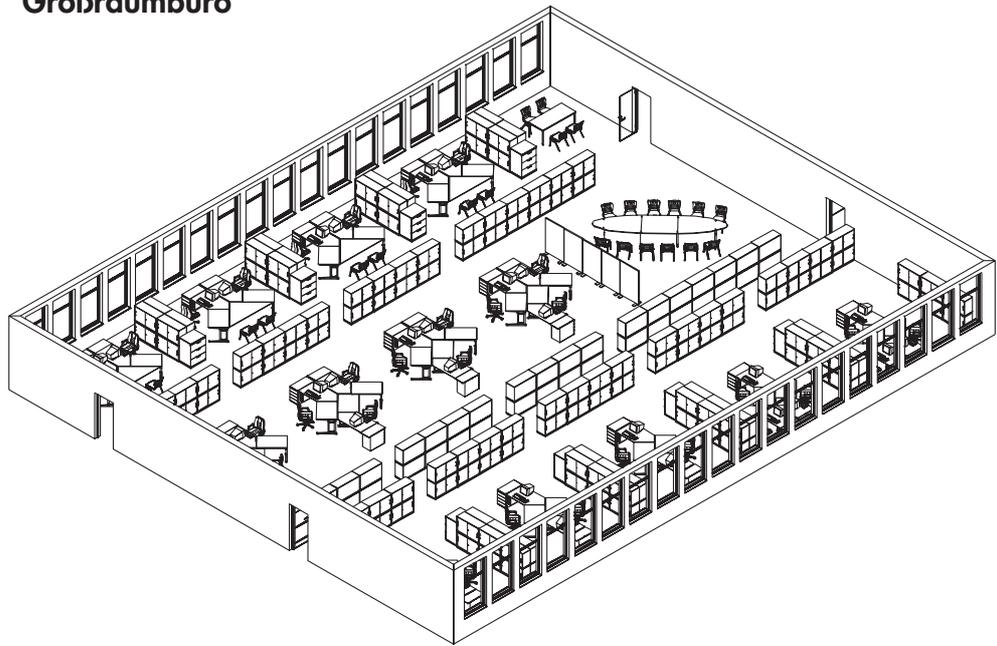
<b>Beleuchtungskonzept:</b>	Raumbezogene Beleuchtung		
<b>Leuchtentypen:</b>	Lichtdeckenelement Leuchtstofflampe, stabförmig T26		
	Einbauleuchte mit Spiegelraster Leuchtstofflampe, stabförmig 2 x T16/26, dimmbar		

In diesem Beispiel werden einzelne Lichtdeckenelemente entsprechend den Arbeitsplatzgruppen angeordnet. Sie leuchten diese großflächig aus. Die Lichtdeckenelemente bestehen aus lichtlenkenden Prismenstrukturen. Direktblendung und Reflexblendung auf Bildschirmen und glänzenden Oberflächen werden weitgehend vermieden. Die Kontrastwiedergabe ist gut und die Schattigkeit ausgegogen. Die Lichtdeckenelemente können gedimmt werden, wenn die zugeordnete Arbeitsplatzgruppe nicht besetzt ist.

Die Einbauleuchten beleuchten die Verkehrswege und sind mit Spiegelrastern ausgestattet, so dass Direktblendung und Reflexblendung begrenzt werden.

Durch die Zuordnung der Lichtdeckenelemente und der Einbauleuchten zu den Arbeitsplätzen bzw. zu den Verkehrswegen werden der Raum entsprechend seiner Funktionalität deutlich gegliedert und die schnelle visuelle Orientierung im Raum vereinfacht. Allerdings ist damit die Anordnung der Arbeitsplätze und der Verkehrswege festgelegt und kann nicht ohne weiteres verändert werden.

## 6.7 Großraumbüro



- Arbeitsbereich „Bildschirm- und Büroarbeit“
- Arbeitsbereich „Besprechung“
- Arbeitsbereich „Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen“
- Teilfläche

Das Großraumbüro ist als Raumkonzept in den sechziger Jahren entstanden und vor allem in den siebziger Jahren für viele Büroneubauten umgesetzt worden. Die Vorteile der freien Möblierbarkeit und der flexiblen Anordnung der Arbeitsplätze werden jedoch durch viele Nachteile weitgehend aufgehoben, z.B. durch die geringen Möglichkeiten zur Individualisierbarkeit, die akustischen und visuellen Störungen, die Notwendigkeit zur Klimatisierung. Außerdem ist in den tiefer liegenden Raumbereichen die Sichtverbindung nach außen meist unbefriedigend und der Tageslichteinfall so gering, dass fast immer die künstliche Beleuchtung benötigt wird.

In Großraumbüros ist es besonders wichtig, einen hellen Raumeindruck durch ausreichende zylindrische Beleuchtungsstärken und helle Decken zu erzeugen. In vielen Großraumbüros sind die Bereiche für die Verkehrswege fest vorgesehen, so dass eigens dafür die Beleuchtung geplant werden kann, wodurch auch eine optische Führung erzielt wird.

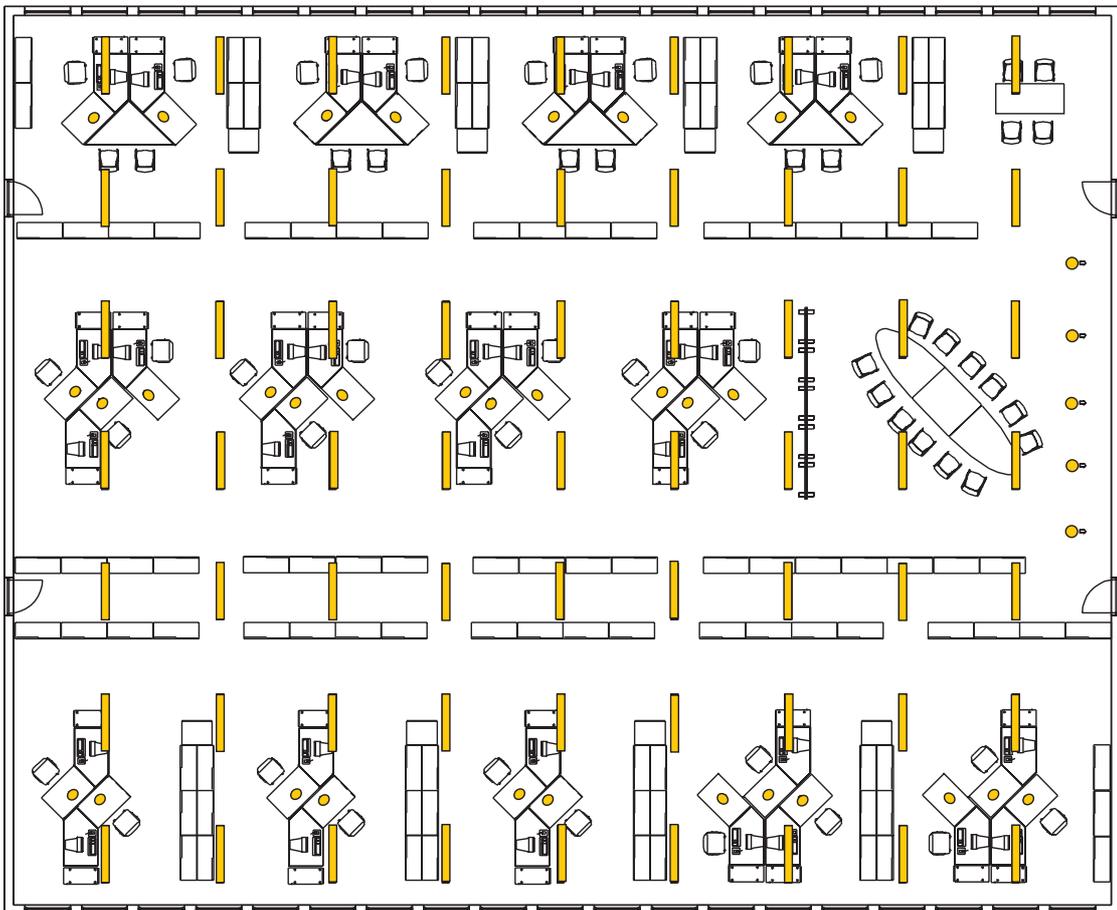
Bei der Beleuchtungsplanung muss besonders auf die Möglichkeit der flexiblen Anordnung der Arbeitsplätze eingegangen werden. Das Risiko der Reflexblendung auf den Arbeitsmitteln sowie auf den Bildschirmen durch Spiegelung von Leuchten und Flächen mit hohen Leuchtdichten ist hier aufgrund der geometrischen Verhältnisse hoch.

In diesem Großraumbüro verrichten die Mitarbeiter typische Sachbearbeitertätigkeiten, die sie am Bildschirm und als herkömmliche Schreib- und Lesetätigkeiten durchführen. An einigen Arbeitsplätzen werden auch Besucher empfangen und beraten. Jedem Mitarbeiter steht die gleiche Schreibtischkombination zur Verfügung, die sowohl einzeln als auch in Zweier- oder Dreiergruppen aufgestellt werden kann. Die Bildschirme lassen sich immer mit Blickrichtung parallel zum Fenster ausrichten. In dem Großraumbüro sind außerdem noch Besprechungs- bzw. Pausenbereiche eingerichtet.

## 6.7.1 Großraumbüro – Beleuchtungslösung 1



Leuchtenplan



Beleuchtungskonzept:	Raumbezogene Beleuchtung		
Leuchtentypen:	Pendelleuchte mit Lochblechabdeckung nach unten Leuchtstofflampe, stabförmig 2 x T16/26		
	Tischleuchte Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-L oder TC-DEL/TC-TEL		
	Downlight, asymmetrischer Wandfluter Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-DEL/TC-TEL		

Die Pendelleuchten geben das Licht fast ausschließlich indirekt ab. Die Lampen der Pendelleuchten sind durch die Lochblechabdeckung nicht einsehbar. Eine Direktblendung ist deshalb weitgehend vermieden. Die Leuchten können frei zu den Arbeitsplätzen – auch quer zur Blickrichtung der Mitarbeiter – angeordnet werden. In diesem Beispiel sind sie entlang der Achsen des Großraumbüros ausgerichtet. Nach außen hin wirkt das Gebäude gleichmäßig und harmonisch beleuchtet.

Durch den hohen Indirektanteil der Beleuchtung werden neben einer hellen Raumdecke auch relativ hohe zylindrische Beleuchtungsstärken im Raum erreicht, die visuelle Kommunikation begünstigt und ein heller Raumeindruck erzielt. Auf der anderen Seite kann die Beleuchtung schattenarm und monoton wirken. Mit den Arbeitsplatzleuchten, die die Mitarbeiter individuell zuschalten können, wird dieser Effekt etwas ausgeglichen.

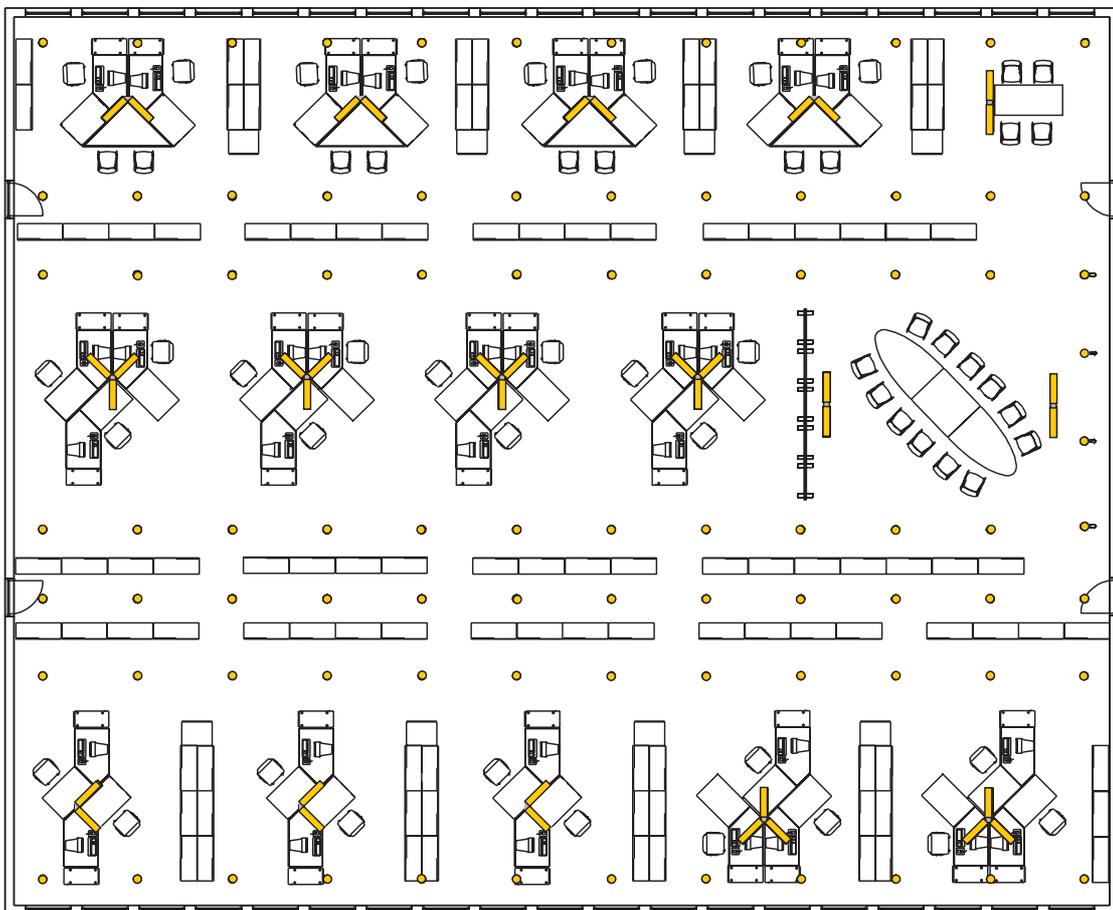
Die Leuchten können zentral in verschiedenen Gruppen geschaltet und gedimmt werden. So wird immer eine ausreichende Beleuchtung der Verkehrswege und im Raum ermöglicht, auch zu Zeiten, in denen nur einige Arbeitsplätze besetzt sind.

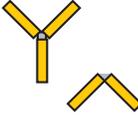
Die Downlights im Besprechungsbereich geben das Licht asymmetrisch zur Wand ab und erzeugen somit eine interessante Lichtstimmung in diesem Bereich.

## 6.7.2 Großraumbüro – Beleuchtungslösung 2



Leuchtenplan



Beleuchtungskonzept:	Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung		
Leuchtentypen:	Stehleuchte mit 2 oder 3 Leuchtenköpfen mit Lochblechabdeckung nach unten Kompaktleuchtstofflampe 2 x TC-L pro Leuchtenkopf		
	Downlight Kompaktleuchtstofflampe 2 x TC-DEL/TC-TEL		
	Downlight, asymmetrischer Wandfluter Kompaktleuchtstofflampe 2 x TC-DEL/TC-TEL		

Bei dieser Beleuchtungslösung wird eine Stehleuchte mit zwei bzw. drei Leuchtenköpfen an den entsprechenden Arbeitsplatzgruppen eingesetzt.

Die Leuchtenköpfe der Stehleuchten können von dem jeweiligen Mitarbeiter selbst zur Arbeitsfläche ausgerichtet sowie separat geschaltet und gedimmt werden.

Die Stehleuchten sind den Arbeitsplätzen zugeordnet, während die Downlights parallel mit der Fensterfront den Verkehrs- und Schrankbereich des Großraumbüros beleuchten.

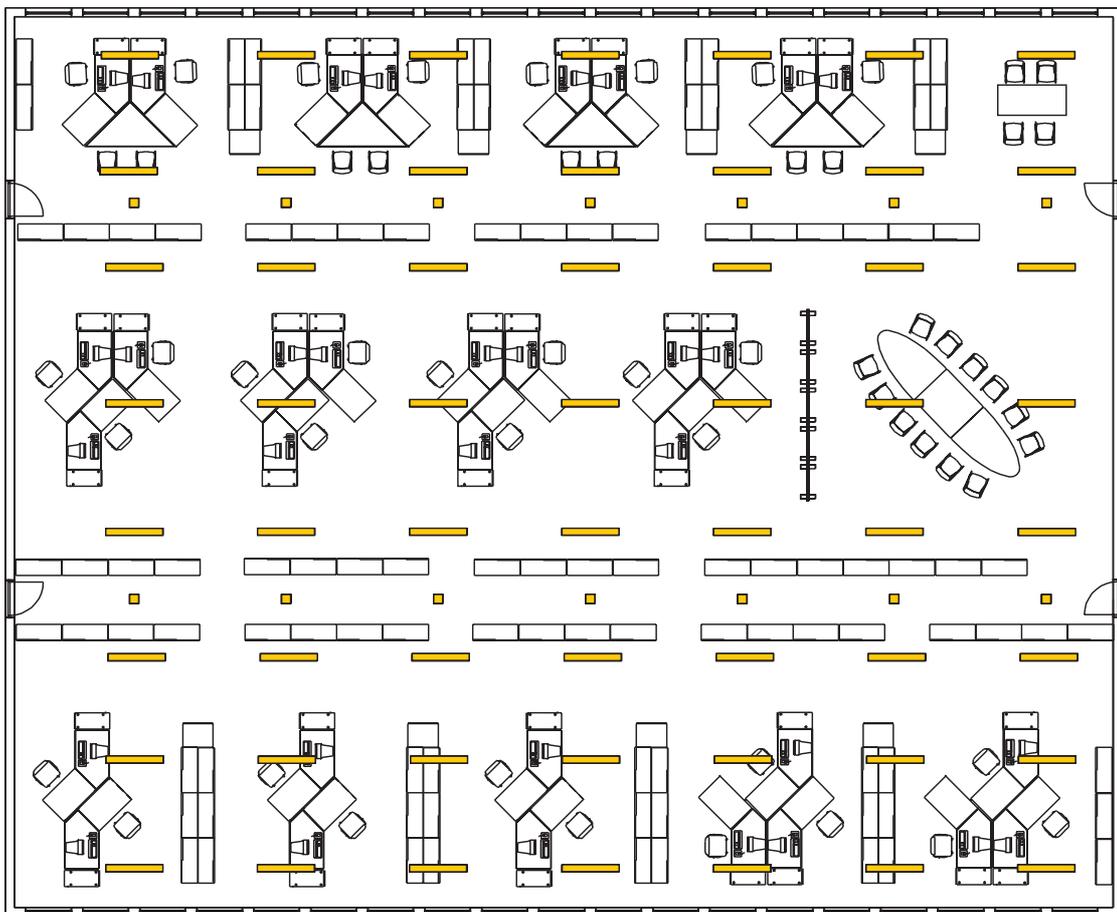
Die Downlights erzeugen die Beleuchtungsstärke, die für den Umgebungsbereich gefordert ist, für den gesamten Raum. Sie werden zentral geschaltet.

Im Besprechungsbereich bewirken die Stehleuchten eine Deckenaufhellung und unterstützen durch ausreichende zylindrische Beleuchtungsstärken die visuelle Kommunikation. Die Wandfluter-Downlights akzentuieren z.B. Bilder und schaffen eine angenehme Lichtstimmung.

### 6.7.3 Großraumbüro – Beleuchtungslösung 3



Leuchtenplan



Beleuchtungskonzept:	Raumbezogene Beleuchtung		
Leuchtentypen:	Pendelleuchte mit Spiegelraster Leuchtstofflampe, stabförmig 2 x T16/26		
	Quadratisches Downlight Kompaktleuchtstofflampe 2 x TC-DEL/TC-TEL		

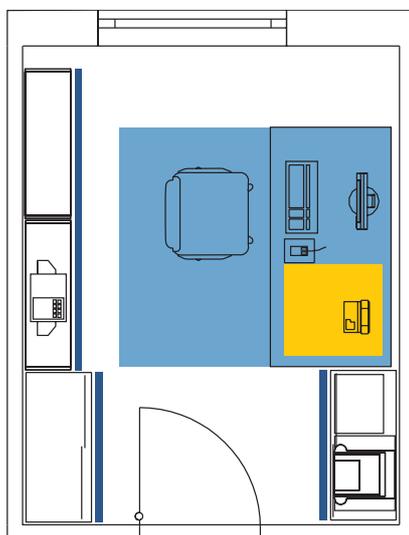
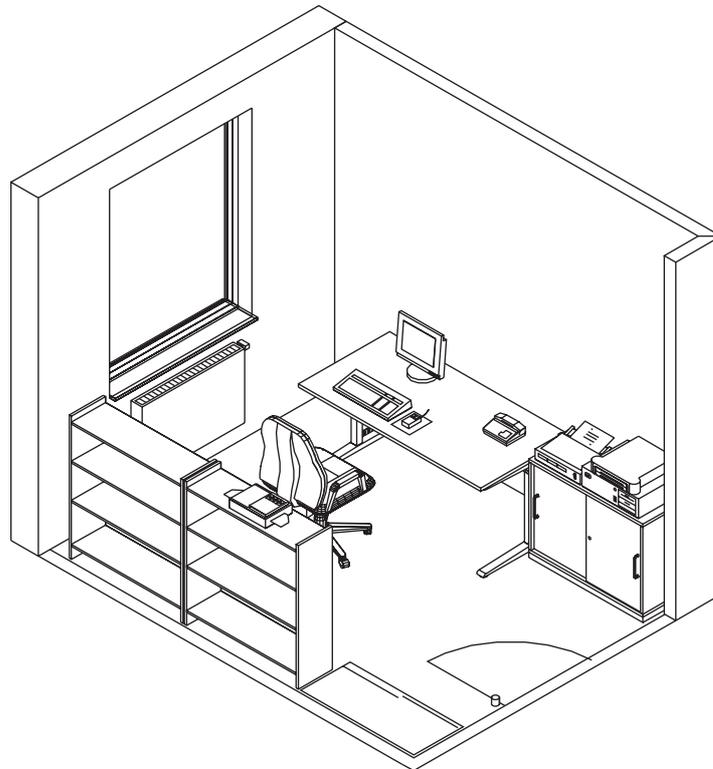
Bei dieser Beleuchtungslösung wird von einer festgelegten Anordnung der Arbeitsplätze ausgegangen.

Die Pendelleuchten sind parallel zur Blickrichtung der Mitarbeiter ausgerichtet. Eine ausgewogene Schattigkeit und ausreichende zylindrische Beleuchtungsstärken werden durch die Direkt-/Indirektbeleuchtung erreicht.

Die Leuchten können zentral in verschiedenen Gruppen geschaltet und gedimmt werden. So wird immer eine ausreichende Beleuchtung im Raum ermöglicht, auch zu Zeiten, in denen nur einige Arbeitsplätze besetzt sind.

Die Downlights leuchten die Verkehrswege aus und sorgen für die Orientierung.

## 6.8 Office at Home



-  Arbeitsbereich „Bildschirm- und Büroarbeit“  
Arbeitsbereich „Besprechung“
-  Arbeitsbereich  
„Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen“
-  Teilfläche

Mit Office at Home wird das aus der Firmenzentrale in den häuslichen Bereich der Mitarbeiter ausgelagerte Telearbeitsbüro bezeichnet. Im Gegensatz zum privaten Heimbüro gelten im Office at Home alle relevanten Regelungen hinsichtlich Sicherheit und Gesundheitsschutz.

Deshalb muss auch für diese Arbeitsplätze die Beleuchtung den sicherheitstechnischen und ergonomischen Anforderungen entsprechen. Verantwortlich dafür ist der Unternehmer.

Bei der Planung der Beleuchtung sollte besonders auf die Bedürfnisse des Mitarbeiters eingegangen werden. Insbesondere sollte die Anlage dem häuslichen Charakter des Raumes nicht entgegenstehen. Der Mitarbeiter sollte so weit wie möglich bei der Auswahl der Leuchten einbezogen werden.

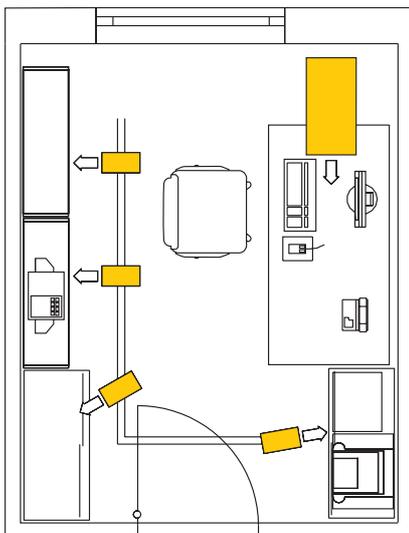
Bei der Beleuchtungsanlage ist auf eine entsprechend sichere Ausführung (ggf. Zugang von Kindern und älteren Leuten sowie von Tieren) und auf die Wartungsfreundlichkeit der Leuchten zu achten.

In dem Beispiel ist das Office at Home in einem 8 Quadratmeter großen Raum eingerichtet und erfüllt damit die Mindestgröße für Arbeitsräume nach der Arbeitsstättenverordnung. Vom Bürotyp her entspricht es dem Einzelbüro.

## 6.8.1 Office at Home – Beleuchtungslösung 1



### Leuchtenplan



Beleuchtungskonzept:	Arbeitsbereichbezogene Beleuchtung		
Leuchtentypen:	Stehleuchte mit Spiegelraster, Direktanteil asymmetrisch Kompaktleuchtstofflampe 3 x TC-L		
	Strahler für Stromschiene Niedervolt-Halogenglühlampe 1 x QT12/QR-CB(C) 51		

Die Stehleuchte ist dem Arbeitsplatz zugeordnet. Ihr hoher Indirektanteil hat eine breitstrahlende Lichtstärkeverteilung. Bei einer wohnungstypischen Raumhöhe von ca. 2,50 m ist damit sichergestellt, dass keine hellen Lichtflecken an der Decke entstehen. Der asymmetrische Direktanteil fällt auf den Arbeitsbereich.

Die Stehleuchte ist dimmbar. Die Beleuchtungssituation lässt sich so an die Arbeits- und Tageslichtsituation anpassen.

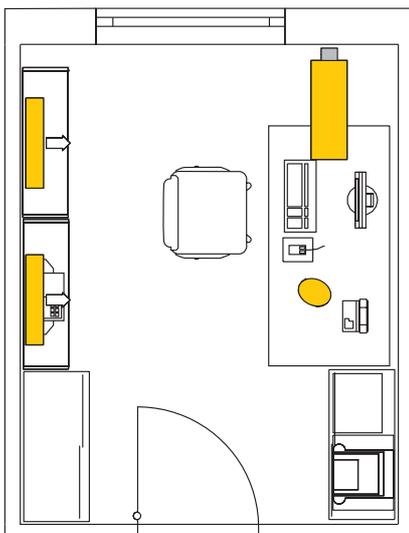
Die Strahler an einer Stromschiene erzeugen die erforderliche vertikale Beleuchtungsstärke im Schrank- und Regalbereich sowie die horizontale Beleuchtungsstärke im Bereich des Druckers.

Durch die Mobilität der Stehleuchte sowie durch die Möglichkeit, die Strahler auf der Stromschiene verschieben sowie drehen und schwenken zu können, kann dieses Office at Home schnell und unkompliziert umorganisiert werden. Die Strahler müssen breitstrahlend sein und so ausgerichtet werden, dass sie keine Lichtflecken in Bereichen erzeugen, die sich im Bildschirm spiegeln können.

## 6.8.2 Office at Home – Beleuchtungslösung 2



### Leuchtenplan



Beleuchtungskonzept:	Teilflächenbezogene Beleuchtung		
<b>Leuchtentypen:</b>	Stehleuchte mit Lochblechabdeckung nach unten Kompaktleuchtstofflampe 2 x TC-L oder TC-DEL/TC-TEL		
	Tischleuchte Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-L oder TC-DEL/TC-TEL		
	Wandleuchte mit Lochblechabdeckung nach unten, Indirektanteil asymmetrisch Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-L oder TC-DEL/TC-TEL		

In diesem Beispiel ist die Stehleuchte dem Arbeitsplatz zugeordnet. Sie gibt das Licht fast ausschließlich indirekt ab. Durch eine breitstrahlende Lichtstärkeverteilung wird bei einer wohnungstypischen Raumhöhe von ca. 2,50 m erreicht, dass keine hellen Lichtflecken an der Decke entstehen.

Durch eine Tischleuchte kann die Beleuchtung an unterschiedliche Sehaufgaben angepasst werden.

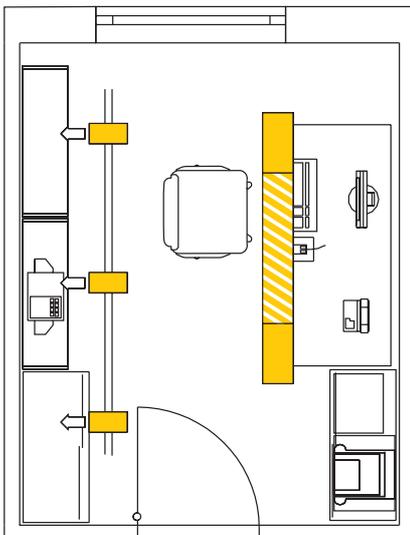
Die Beleuchtung wird mit Wandleuchten ergänzt. Auch bei diesen ist darauf zu achten, dass sie das Licht asymmetrisch breitstrahlend und gleichmäßig abgeben. Es dürfen keine zu hellen Lichtflecken an Wand und Decke entstehen, die sich im Bildschirm spiegeln können. Durch die zusätzliche Wandbeleuchtung wirkt der kleine Raum heller und weiter. Jedoch wird die Aufstellmöglichkeit für höhere Schränke und Regale beschränkt.

Die Stehleuchte und die Wandleuchten können gedimmt werden. In der Kombination mit der Tischleuchte lassen sich verschiedene Lichtstimmungen, angepasst an die jeweilige Arbeits- und Tageslichtsituation, realisieren.

### 6.8.3 Office at Home – Beleuchtungslösung 3



#### Leuchtenplan



Beleuchtungskonzept:	Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung		
Leuchtentypen:	Pendelleuchte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Endbereiche mit Spiegelraster Kompaktleuchtstofflampe 1 x TC-L</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mittelbereich mit Lochblechabdeckung nach unten Leuchtstofflampe, stabförmig 2 x T16/26</li> </ul>		
	Strahler für Stromschiene Niedervolt-Halogenglühlampe 1 x QT12/QR-CB(C)51		

Die Pendelleuchte ist in 3 Bereiche unterteilt, die das Licht direkt/indirekt (an den Endbereichen) sowie fast ausschließlich indirekt (im Mittelbereich) abgeben. Dadurch wird auch bei der Anordnung der Leuchte quer zur Blickrichtung störende Direkt- und Reflexblendung vermieden.

Die Bereiche sind voneinander getrennt schaltbar. Es können je nach Arbeits- und Tageslichtsituation unterschiedliche Lichtstimmungen erzeugt werden.

Die Strahler an der Stromschiene erzeugen die erforderliche vertikale Beleuchtungsstärke im Schrank- und Regalbereich. Sie können auf der Stromschiene verschoben sowie gedreht und geschwenkt werden. Sie müssen breitstrahlend sein und so ausgerichtet werden, dass sie keine Lichtflecken in Bereichen erzeugen, die sich im Bildschirm spiegeln können.

# 7 Glossar

## Adaptation

Anpassung des Sehorgans an unterschiedliche Helligkeiten.

## Akkommodation

Fähigkeit des Auges, sich auf ein Objekt in unterschiedlicher Entfernung so einzustellen, dass dieses scharf gesehen werden kann.

## Arbeitsbereich

Räumlicher Bereich, in dem die Arbeitsaufgabe verrichtet wird.

### ■ Arbeitsbereich „Bildschirm- und Büroarbeit“

Dieser Arbeitsbereich setzt sich zusammen aus

- Arbeitsflächen, auf denen die Sehaufgaben durchgeführt werden,
- Arbeitsflächen, auf denen die dem unmittelbaren Fortgang der Arbeit dienenden Arbeitsmittel angeordnet sind,
- Benutzerflächen, die bei der funktions- und sachgerechten Ausübung der Bildschirmarbeit erforderlich sind.

### ■ Arbeitsbereich „Bespprechung“

Dieser Arbeitsbereich setzt sich zusammen aus

- Tischfläche,
- Benutzerfläche.

### ■ Benutzerfläche

Die Benutzerfläche schließt direkt an der Arbeitsfläche an. Sie ist so bemessen,

dass die natürlichen Bewegungsabläufe des Menschen nicht behindert werden und für wechselnde Körperhaltungen (Sitzen und Stehen) sowie für dynamisches Sitzen (Wechsel zwischen vorgeneigter, mittlerer und zurückgeneigter Sitzposition) ausreichend Platz vorhanden ist.

### ■ Definitionen und erforderliche Abmessungen der Arbeitsflächen und Benutzerflächen

#### Literatur

- DIN 4543-1: „Büroarbeitsplätze Teil 1: Flächen für die Aufstellung und Benutzung von Büromöbeln“
- BG-Information „Flächennutzung im Büro“ (SP 2.6/2)

### ■ Arbeitsbereich „Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen“

Dieser Arbeitsbereich setzt sich zusammen aus

- vertikalen Flächen an Schränken und Regalen.

## Asthenopische Beschwerden

Visuell induzierte Beschwerden unspezifischer Natur, z.B. Ermüdungsgefühl beim Sehen, Verschwimmen der Buchstaben, Brennen der Augenlider, Druckgefühl in den Augen. Die Ursache dieser Sehbeschwerden liegt nicht in einer Erkrankung der Augen, sondern in einer Wechselwirkung des Sehorgans mit z.B. einer lichttechnisch ungenügend gestalteten Umgebung.

## Beleuchtungsart

### ■ Direktbeleuchtung

Der Lichtstrom der Leuchten wird direkt auf die zu beleuchtenden Flächen gelenkt. Der Anteil des Lichtstroms der Leuchte, der in den unteren Halbraum abgestrahlt wird, ist größer als 90 % des Lichtstroms der Leuchte.

### ■ Indirektbeleuchtung

Der Lichtstrom der Leuchten wird über Reflexion an der Decke, den Wänden oder anderen Reflexionsflächen auf die zu beleuchtenden Flächen gelenkt. Der Anteil des Lichtstroms der Leuchte, der in den unteren Halbraum abgestrahlt wird, ist kleiner als 10 % des Lichtstroms der Leuchte.

### ■ Direkt-/Indirektbeleuchtung

Der Lichtstrom der Leuchten wird sowohl direkt als auch indirekt auf die zu beleuchtenden Flächen gelenkt. Der Anteil des Lichtstroms der Leuchte, der in den unteren Halbraum abgestrahlt wird, liegt zwischen 90 % und 10 % des Lichtstroms der Leuchte.

## Beleuchtungskonzept

### ■ Raumbezogene Beleuchtung

Gleichmäßige Beleuchtung des Raumes bzw. der Raumzonen.

### ■ Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung

Gesonderte Beleuchtung der einzelnen Arbeitsbereiche und des Umgebungsbereiches.

### ■ Teilflächenbezogene Beleuchtung

Gesonderte Beleuchtung der einzelnen Arbeitsbereiche und des Umgebungsbereiches, wobei innerhalb des Arbeitsbereiches „Bildschirm- und Büroarbeit“ eine Teilfläche von mindestens 600 mm x 600 mm durch eine Arbeitsplatzleuchte zusätzlich beleuchtet wird.

## Beleuchtungsstärke

Die Beleuchtungsstärke ist der Quotient aus dem auf eine Fläche auftreffenden Lichtstrom  $\Phi$  und der Größe dieser Fläche  $A$ .

Formelzeichen	$\bar{E}$
Einheit	Lux (lx)
Berechnungsgleichung	$\bar{E} = \Phi/A$

### ■ Horizontale Beleuchtungsstärke $\bar{E}_h$

Beleuchtungsstärke auf einer ebenen horizontalen Fläche, z.B. auf einer Arbeitsfläche.

**Messung:** Die Empfängerfläche des Beleuchtungsstärkemessgerätes liegt parallel zur horizontalen Bewertungsfläche.

### ■ Vertikale Beleuchtungsstärke $\bar{E}_v$

Beleuchtungsstärke auf einer ebenen vertikalen Fläche, z.B. auf einer Schrankfläche.

**Messung:** Die Empfängerfläche des Beleuchtungsstärkemessgerätes liegt parallel zur vertikalen Bewertungsfläche.

### ■ Zylindrische Beleuchtungsstärke $\bar{E}_z$

Mittelwert der Beleuchtungsstärke auf der Mantelfläche eines Zylinders. Für den Anwendungsbereich dieser Schrift bezieht sich die zylindrische Beleuchtungsstärke auf einen vertikal angeordneten Zylinder.

Die zylindrische Beleuchtungsstärke eignet sich gut zur Charakterisierung des Helligkeitseindrucks im Raum und im Besonderen des Helligkeitseindrucks von Gesichtern.

**Messung:** Der Empfänger für die zylindrische Beleuchtungsstärke steht senkrecht zur Bewertungsfläche. Näherungsweise kann die zylindrische Beleuchtungsstärke durch Messung von vertikalen Beleuchtungsstärken (z.B. in vier Richtungen, die jeweils um  $90^\circ$  versetzt sind) an einem Punkt ermittelt werden.

### ■ Wertungswert der Beleuchtungsstärke

Wert, unter dem die mittlere Beleuchtungsstärke auf einer bestimmten Fläche nicht sinken darf. Zum Zeitpunkt der Unterschreitung sollte eine Wartung durchgeführt werden.

Die in dieser Schrift, z.B. in Abschnitt 5 angegebenen horizontalen, vertikalen und zylindrischen Beleuchtungsstärken sind Wertungswerte.

### ■ Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke

Die Gleichmäßigkeit  $g_1$  ist der Quotient aus der minimalen Beleuchtungsstärke  $\bar{E}_{\min}$  und der mittleren Beleuchtungsstärke  $\bar{E}$  auf einer Bewertungsfläche.

**Berechnungsgleichung**  $g_1 = \bar{E}_{\min}/\bar{E}$

Anforderungen an die Gleichmäßigkeit werden für horizontale, vertikale und zylindrische Beleuchtungsstärken gestellt.

### Benutzerfläche

Siehe Arbeitsbereich.

### Bildschirm

Teil eines Bildschirmgerätes zur Anzeige von alphanumerischen Zeichen, grafischen Darstellungen oder Bildern ungeachtet des Darstellungsverfahrens oder der Darstellungsart.

### ■ Darstellungsverfahren, z.B.

- Kathodenstrahlröhrenanzeige (CRT)
- Flüssigkristallanzeige (LCD).

### ■ Darstellungsart

- Darstellung dunkler Zeichen auf hellem Hintergrund (Positivdarstellung)
- Darstellung heller Zeichen auf dunklerem Hintergrund (Negativdarstellung).

## Bildschirm- und Büroarbeitsplatz

### ■ Bildschirmarbeitsplatz

Räumlicher Bereich im Arbeitssystem einschließlich der unmittelbaren Arbeitsumgebung, der mit Bildschirmgerät sowie ggf. mit Zusatzgeräten und sonstigen Arbeitsmitteln ausgerüstet ist.

### ■ Büroarbeitsplatz

Arbeitsplatz, an dem Informationen erzeugt, erarbeitet, bearbeitet, ausgewertet, empfangen oder weitergeleitet werden. Dabei werden z.B. Planungs-, Entwicklungs-, Beratungs-, Leitungs-, Verwaltungs- oder Kommunikationstätigkeiten sowie diese Tätigkeiten unterstützende Funktionen ausgeführt.

## Blendung

Unter Blendung versteht man Störungen durch zu hohe Leuchtdichten und/oder zu große Leuchtdichteunterschiede im Gesichtsfeld.

### ■ Physiologische Blendung

Blendung, die eine unmittelbare Herabsetzung der Sehfunktionen, z.B. Unterschiedsempfindlichkeit und Wahrnehmungsgeschwindigkeit zur Folge hat. Diese Art der Blendung kommt bei der üblichen Beleuchtung von Innenräumen meist nicht vor. Physiologische Blendung kann jedoch auftreten, wenn Personen direkt in die Sonne oder in Strahler blicken.

### ■ Psychologische Blendung

Blendung, bei welcher ein unangenehmes Gefühl (Störempfindung) hervorgerufen wird. Sie führt bei längerer Dauer zu

vorzeitiger Ermüdung, zur Herabsetzung der Leistung, der Leistungsbereitschaft und des Wohlbefindens.

### ■ Direktblendung

Störungen, die unmittelbar durch Leuchten oder leuchtende Flächen hervorgerufen werden.

Zur Bewertung der Direktblendung durch Leuchten wird das UGR-Verfahren angewendet.

### ■ UGR-Verfahren (Unified Glare Rating)

Vereinheitlichtes Blendungsbewertungsverfahren.

Verfahren zur Bewertung der Begrenzung der Direktblendung der künstlichen Beleuchtung in Innenräumen.

## Literatur

- LiTG-Publikation Nr. 20: Das UGR-Verfahren zur Bewertung der Direktblendung der künstlichen Beleuchtung in Innenräumen

### ■ Reflexblendung

Störungen, die durch Spiegelungen von Flächen hoher Leuchtdichte auf glänzenden Oberflächen, z.B. auf der Bildschirmoberfläche, auf Arbeitsmitteln, auf dem Schreibtisch, verursacht werden. Die dadurch hervorgerufenen Störungen sind im Wesentlichen Kontrastminderung, Fusions- und Akkommodationsschwierigkeiten.

## Literatur

- LiTG-Publikation Nr.13: Der Kontrastwiedergabefaktor CRF – ein Gütemerkmal der Innenbeleuchtung

### Dimmer

Vorrichtung zum stufenlosen Steuern des Lichtstroms einer Lichtquelle.

Je nach Art der Lichtquelle sowie ggf. des Betriebsgerätes werden unterschiedliche Dimmer benötigt.

### Downlight

Downlights sind kompakte runde oder quadratische Deckeneinbau-, Decken-anbau- oder Pendelleuchten mit rein direkter, mehr oder minder engstrahlender Lichtverteilung. Ihre Lichtstärkeverteilungen sind meist rotationssymmetrisch, bei Wandflutern asymmetrisch.

### Dynamisches Licht

Steuerbare oder regelbare Beleuchtungssysteme, bei denen neben dem Beleuchtungsniveau auch die Lichtfarbe und die Lichtstromverteilung geändert werden kann.

### Farbwiedergabe

Wirkung einer Lichtquelle auf den Farbeindruck eines Objektes, das mit dieser Lichtquelle beleuchtet wird, im bewussten oder unbewussten Vergleich zum Farbeindruck dieses mit einer Referenzlichtquelle beleuchteten Objektes.

Die Farbwiedergabeeigenschaften von Lampen und somit der Grad der Farbverfälschung gegenüber der Referenzlichtquelle werden durch den Allgemeinen Farbwiedergabeindex  $R_a$  gekennzeichnet.

$$100 \geq R_a \geq 90$$

sehr gute Farbwiedergabe

$$90 > R_a \geq 80$$

gute Farbwiedergabe

Die empfundene Farbe eines Objektes ergibt sich durch das Zusammenwirken der spektralen Zusammensetzung des beleuchtenden Lichtes, des spektralen Reflexionsverhaltens des beleuchteten Objektes und des beobachtenden Sehorgans. Hieraus erklärt sich u.a. die unterschiedliche Farbe eines Objektes bei Beleuchtung mit verschiedenen Lichtquellen.

### Flimmern

Wahrnehmung einer raschen zeitlichen, meist periodischen Schwankung der Helligkeit.

### Glanzgrad

Bezeichnung für die subjektive Glanzempfindung von Oberflächen.

### Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke

Siehe Beleuchtungsstärke.

### Güteklasse der Entspiegelung

Einteilung der Bildschirme in Güteklassen in Abhängigkeit von der visuellen Störwirkung durch

- Spiegelung heller Flächen,
- Minderung der Sichtbarkeit der Information auf der Bildschirmoberfläche.

In den internationalen und nationalen Normen werden die „Güteklassen der Entspiegelung“ als „Bildschirmklassen“ bezeichnet.

## Lampe

Künstliche Lichtquelle.

Lampen dienen der Umwandlung von elektrischer Energie in sichtbare Strahlung. Am häufigsten werden in der Innenraumbeleuchtung Temperaturstrahler (Glühlampen, Halogenglühlampen) und Gasentladungslampen (vor allem Leuchtstofflampen und Halogen-Metall dampflampen) verwendet.

## Leuchtdichte

Die Leuchtdichte ist die für den Helligkeitseindruck einer Fläche maßgebende lichttechnische Größe.

Formelzeichen  $L$

Einheit  $\text{cd/m}^2$  bzw.  $\text{cd/cm}^2$

Die Leuchtdichte  $L$  einer beleuchteten, in alle Richtungen gleichmäßig (diffus) reflektierenden Fläche, wie sie meist in Innenräumen vorkommt, ergibt sich aus der Beleuchtungsstärke  $E$  auf dieser Fläche und dem Reflexionsgrad  $\rho$  dieser Fläche nach folgender Gleichung.

Berechnungs-

gleichung  $L = \rho \times \bar{E} / \pi$

Einheiten  $L$  in  $\text{cd/m}^2$

$\bar{E}$  in lx

$\rho$  ist dimensionslos

## ■ Reflexionsgrad

Quotient des von einer Fläche reflektierten Lichtstroms zu dem auf die Fläche auftreffenden Lichtstrom.

Formelzeichen  $\rho$

Einheit dimensionslos

Der Reflexionsgrad kann näherungsweise mit Reflexionsgradtafeln ermittelt werden.

## Leuchte

Gerät zur Verteilung des Lichts von Lampen einschließlich der zur Befestigung, zum Schutz und zur Energieversorgung der Lampen notwendigen Bestandteile.

## Lichtfarbe

Farbeindruck einer Lichtquelle

(z.B. Lampe, Tageslicht).

Die Lichtfarbe von Tageslicht und Lampen wird durch die ähnlichste Farbtemperatur in Kelvin (K) gekennzeichnet.

## Lichtmanagement

Steuerung bzw. Regelung der künstlichen Beleuchtung, ggf. in Verbindung mit der Steuerung/Regelung von Sonnenschutzvorrichtungen, zur Anpassung der Beleuchtung an unterschiedliche Tageslichtverhältnisse sowie unterschiedliche Arbeitssituationen und Tätigkeiten.

## Lichtstärke

Die Lichtstärke ist der Quotient aus dem durch einen Raumwinkel ausgestrahlten Lichtstrom  $\Phi$  und der Größe dieses Raumwinkels  $\Omega$ .

Formelzeichen  $I$

Einheit Candela (cd)

Berechnungsgleichung  $I = \Phi / \Omega$

Die Lichtstärke wird zur Kennzeichnung der räumlichen Lichtstromverteilung von Lampen bzw. Leuchten verwendet.

■ **Ausstrahlungswinkel  $\gamma$**

Winkel (in einer Ebene), unter dem die Lichtstärke ausgestrahlt wird.

Bei Leuchten kennzeichnet  $\gamma = 0^\circ$  die Richtung des Lots, das im Mittelpunkt der Leuchte aufgehängt ist.

■ **Lichtstärkeverteilungskurve (LVK)**

Die Lichtstärkeverteilungskurve (LVK) gibt die Lichtstärken – in einer durch die Lichtquelle gelegten Ebene – in Abhängigkeit vom Ausstrahlungswinkel  $\gamma$  an. Die LVK für Reflektorlampen wird im Allgemeinen in cd, die LVK für Leuchten in cd/klm (1 klm = 1000 lm) angegeben.

Bei Leuchten für die Innenraumbeleuchtung wird die LVK in Polarkoordinaten dargestellt. Bei rotationssymmetrischen Lichtverteilungen wird nur eine LVK, bei anderen Lichtverteilungen werden zwei LVKen, meist in den Ebenen quer und parallel zur Lampenlängsachse, angegeben.

**Lichtstrom**

Der Lichtstrom ist die von einer Strahlungsquelle, z.B. von einer Lampe, ausgestrahlte – vom Auge entsprechend der Hellempfindlichkeit  $V(\lambda)$  bewertete – Strahlungsleistung.

Formelzeichen  $\Phi$

Einheit Lumen (lm)

Die Lichtströme von Lampen sind in den Dokumentationsunterlagen der Lampenhersteller angegeben.

■  **$V(\lambda)$**

Spektrale Hellempfindlichkeit des helladaptierten Auges (Tagessehen).

■ **Anteile des Lichtstroms**

In dieser BG-Information wird die Lichtstromverteilung einer Leuchte durch die Anteile des Lichtstroms gekennzeichnet, z.B.:

35/65: 35 % des Lichtstroms der Leuchte werden in den unteren Halbraum abgegeben, 65 % des Lichtstroms der Leuchte werden in den oberen Halbraum abgegeben.



(siehe Abschnitt 4.3 und ausklappbare Umschlagseite)

■ **Lichtausbeute**

Die Lichtausbeute ist der Quotient aus dem von einer Lampe abgegebenen Lichtstrom  $\Phi$  in Lumen und der von der Lampe aufgenommenen Leistung P in Watt.

Berechnungsgleichung  $\eta = \Phi/P$  in lm/W

Allgebrauchs-Glühlampe	ca. 10 lm/W*
Niedervolt-Halogenglühlampe	ca. 25 lm/W*
Kompaktleuchtstofflampe (inkl. EVG)	ca. 65 lm/W*
Stabförmige Leuchtstofflampe T16 (inkl. EVG)	ca. 90 lm/W*

\* Anhaltswerte

Die Lichtausbeute ist ein wesentliches Maß für die Wirtschaftlichkeit von Lampen.

### **Reflektometerwert**

Messwert für die Glanzeigenschaften einer Oberfläche, der mit einem Reflektometer unter vereinbarten Messbedingungen bestimmt wird.

### **Reflexionsgrad**

Siehe Leuchtdichte.

### **Sonnenschutzvorrichtung**

Vorrichtung, die dem Blendschutz und dem Wärmeschutz dienen kann.

### **Literatur**

- BG-Information: „Sonnenschutz im Büro“ (SP 2.5) (BGI 827)

### **UGR-Verfahren**

Siehe Blendung.

### **Umgebungsbereich**

Räumlicher Bereich, der sich direkt an einen oder mehrere Arbeitsbereiche anschließt und bis an die Raumwände reicht.

Für die Berechnung und Bewertung der lichttechnischen Werte ist ein Streifen von 0,50 m Breite entlang der Raumbegrenzung nicht zu beachten.

### **Wartungswert der Beleuchtungsstärke**

Siehe Beleuchtungsstärke.

## 8.1 Literaturverzeichnis

### Staatliches Recht

- Arbeitsschutz-Gesetz (ArbSchG)  
Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit
- Arbeitsstättenrichtlinie „Sichtverbindung nach außen“ (ASR 7/1)
- Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV)  
Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit an Bildschirmgeräten

### Berufsgenossenschaftliche Informationen

- BG-Information „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze – Leitfaden für die Gestaltung“ (SP 2.1) (BGI 650)
- BG-Information „Sonnenschutz im Büro – Hilfen für die Auswahl von geeigneten Blend- und Wärmeschutzvorrichtungen an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen“ (SP 2.5) (BGI 827)
- BG-Information „Flächennutzung im Büro – Beispiele verschiedener Arbeitsplätze“ (SP 2.6/2)

## DIN-Normen

- DIN 4543-1: „Büroarbeitsplätze  
Teil 1: Flächen für die Aufstellung und  
Benutzung von Büromöbeln“
- DIN 5034-1: „Tageslicht in Innen-  
räumen  
Teil 1: Allgemeine Anforderungen“
- DIN 5035-6: „Beleuchtung mit  
künstlichem Licht  
Teil 6: Messung und Bewertung“
- E DIN 5035-7: „Beleuchtung mit  
künstlichem Licht  
Teil 7: Beleuchtung von Räumen mit  
Bildschirmarbeitsplätzen“
- DIN 5035-8: „Beleuchtung mit  
künstlichem Licht  
Teil 8: Spezielle Anforderungen  
zur Einzelplatzbeleuchtung in Büro-  
räumen und büroähnlichen Räumen“
- DIN EN 12464-1: „Licht und  
Beleuchtung – Beleuchtung von  
Arbeitsstätten  
Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen“
- DIN EN ISO 9241-7: „Ergonomische  
Anforderungen für Bürotätigkeiten  
mit Bildschirmgeräten  
Teil 7: Anforderungen an visuelle  
Anzeigen bezüglich Reflexionen“

## LiTG-Publikationen

- LiTG-Publikation Nr.13: Der Kontrast-  
wiedergabefaktor CRF – ein Güte-  
merkmal der Innenbeleuchtung
- LiTG-Publikation Nr. 20: Das UGR-  
Verfahren zur Bewertung der Direkt-  
blendung der künstlichen Beleuchtung  
in Innenräumen

## 8.2 Bezugsquellen für Literatur

- |   |   |
|---|---|
| Staatliches Recht                       | <ul style="list-style-type: none"><li>– im einschlägigen Fachhandel (vereinzelt auch in Berufsgenossenschaftlichen Regeln oder Informationen erschienen)</li></ul>  |
| Berufsgenossenschaftliche Informationen | <ul style="list-style-type: none"><li>– C.L. Rautenberg-Druck<br/>Königstraße 41<br/>25348 Glückstadt<br/><a href="http://www.rautenberg-druckerei.de">www.rautenberg-druckerei.de</a></li><li>– Carl Heymanns Verlag KG<br/>Luxemburger Straße 449<br/>50939 Köln<br/><a href="http://www.heymanns.com">www.heymanns.com</a></li><li>– regional zuständige Bezirksverwaltung der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft<br/><a href="http://www.vbg.de">www.vbg.de</a></li></ul> |
| DIN-Normen                              | <ul style="list-style-type: none"><li>– Beuth Verlag GmbH<br/>Burggrafenstraße 6<br/>10787 Berlin<br/><a href="http://www.beuth.de">www.beuth.de</a></li></ul>  |
| LiTG-Publikationen                      | <ul style="list-style-type: none"><li>– Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V. (LiTG)<br/>Burggrafenstraße 6<br/>10787 Berlin<br/><a href="http://www.litg.de">www.litg.de</a></li></ul>  |

### **8.3 Hinweis auf geprüfte Arbeitsmittel, die ein GS- bzw. BG-PRÜFZERT-Zeichen erhalten haben**

Einkaufsführer der Prüf- und Zertifizierungsstelle des Fachausschusses Verwaltung

– Verwaltungs-Berufsgenossenschaft  
Fachausschuss Verwaltung  
Prüf- und Zertifizierungsstelle  
22281 Hamburg  
[www.vbg-einkaufsfuehrer.de](http://www.vbg-einkaufsfuehrer.de)

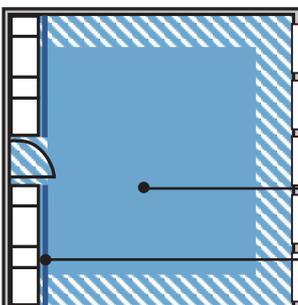
# Übersicht

## – Wichtige Werte für eine gute Beleuchtung auf einen Blick

### Höhe der Bewertungsflächen für die Wartungswerte der Beleuchtungsstärken:

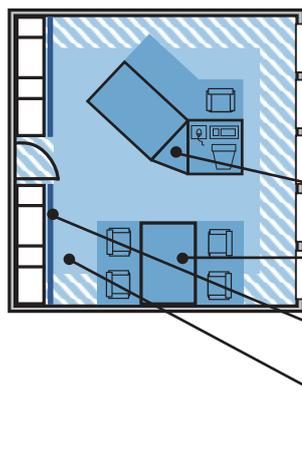
- horizontale Beleuchtungsstärke  $E_h$ : 0,75 m
- zylindrische Beleuchtungsstärke  $E_z$ : 1,20 m
- vertikale Beleuchtungsstärke auf Schrank- und Regalflächen  $E_v$ : 0,50 m bis 2,00 m

### Mindestwerte für die raumbezogene Beleuchtung (siehe Abschnitt 4.2.1)



Arbeitsbereich/ Umgebungsbereich	Mittlere horizontale Beleuchtungsstärke		Mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke		Mittlere vertikale Beleuchtungsstärke auf Schrank- und Regalflächen	
	$\bar{E}_h$ [lx]	$g_1$	$\bar{E}_z$ [lx]	$g_1$	$\bar{E}_v$ [lx]	$g_1$
Raum	500	0,60	175 $\bar{E}_z \geq 0,33 \bar{E}_h$	0,50	–	–
Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen	–	–	–	–	175	0,50

### Mindestwerte für die arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung (siehe Abschnitt 4.2.2)



Arbeitsbereich/ Umgebungsbereich	Mittlere horizontale Beleuchtungsstärke		Mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke		Mittlere vertikale Beleuchtungsstärke auf Schrank- und Regalflächen	
	$E_h$ [lx]	$g_1$	$E_z$ [lx]	$g_1$	$E_v$ [lx]	$g_1$
Bildschirm- und Büroarbeit	500	0,60	175 $\bar{E}_z \geq 0,33 \bar{E}_h$	0,50	–	–
Besprechung	500	0,60	175 $\bar{E}_z \geq 0,33 \bar{E}_h$	0,50	–	–
Lesetätigkeit an Schrank- und Regalflächen	–	–	–	–	175	0,50
Umgebungs- bereich	300	0,50	100 $\bar{E}_z \geq 0,33 \bar{E}_h$	0,50	–	–



**VBG**

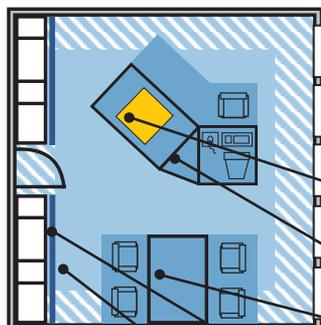
Ihre gesetzliche Unfallversicherung

## Beleuchtung im Büro

Hilfen für die Planung von Beleuchtungsanlagen  
von Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen

SP 2.4 (BGI 856)

## Mindestwerte für die arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung (siehe Abschnitt 4.2.3)



Arbeitsbereich/ Umgebungsbereich	Mittlere horizontale Beleuchtungsstärke		Mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke		Mittlere vertikale Beleuchtungsstärke auf Schrank- und Regalfächern	
	$\bar{E}_h$ [lx]	$g_1$	$\bar{E}_z$ [lx]	$g_1$	$\bar{E}_v$ [lx]	$g_1$
Teilfläche mindestens 600 mm x 600 mm	750	0,70	-	-	-	-
Bildschirm- und Büroarbeit inklusive Teilfläche	500	$\bar{E}_{min} \geq 300 \text{ lx}$	175 $\bar{E}_z \geq 0,33 \bar{E}_h$	0,50	-	-
Besprechung	500	0,60	175 $\bar{E}_z \geq 0,33 \bar{E}_h$	0,50	-	-
Lesetätigkeit an Schrank- und Regalfächern	-	-	-	-	175	0,50
Umgebungs- bereich	300	0,50	100 $\bar{E}_z \geq 0,33 \bar{E}_h$	0,50	-	-

## Begrenzung der Direktblendung durch Leuchten nach dem UGR-Verfahren

$$\text{UGR-Wert} \leq 19$$

## Begrenzung der Reflexblendung durch Leuchten und Flächen, die sich im Bildschirm spiegeln

Bildschirme	mittlere Leuchtdichten von Leuchten und Flächen, die sich auf dem Bildschirm spiegeln
Bildschirme mit Positivdarstellung	$\leq 1000 \text{ cd/m}^2$
Bildschirme mit Negativdarstellung der Güteklasse I, d.h. mit hochwertiger Entspiegelung, <b>Nachweis über Prüfzertifikat</b>	
Bildschirme mit Negativdarstellung der Güteklasse II und III	$\leq 200 \text{ cd/m}^2$

Die Leuchtdichtegrenzwerte dieser Tabelle beziehen sich auf die zurzeit auf dem Markt angebotenen Bildschirme.

## Wartungsfaktor

Anwendungsbeispiel	Wartungsfaktor
Saubere Raumluft	0,67
Starke Verschmutzung, z.B. durch Rauchen	0,50

Basis: 3-jährige Wartungsintervalle und Einsatz fortschrittlicher Lampen-, Betriebsgeräte- und Leuchtentechnologie

# Hinweise zu den in den Beleuchtungsbeispielen verwendeten Leuchten und Lampen

## 1 Piktogramme zur Beschreibung der Leuchten

Die Piktogramme geben charakteristisch an, welche Anteile des Lichtstromes der Leuchten direkt oder indirekt in den Raum abgegeben werden. Hierbei stehen die beiden Zahlen für die prozentualen Anteile des Lichtstromes, die in den unteren bzw. den oberen Halbraum abgestrahlt werden.

Piktogramm	Anteile des Lichtstromes	Beschreibung
	0/100	<b>Indirekt asymmetrisch strahlende Leuchte</b> , strahlt hauptsächlich an die Decke und an den oberen Wandbereich (Deckenfluter) <ul style="list-style-type: none"> <li>Leuchtenarten:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Wandeinbauleuchte</li> <li>Wandanbauleuchte</li> <li>Stehleuchte</li> </ul> </li> </ul>
	0/100	<b>Rein indirekt strahlende Leuchte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Leuchte nach unten geschlossen</li> <li>Leuchtenarten:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Pendelleuchte</li> <li>Stehleuchte</li> <li>Möbelanbauleuchte</li> </ul> </li> </ul>
	10/90	<b>Indirekt strahlende Leuchte mit aufgehellter Leuchtenunterseite</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Untere Leuchtenabdeckung besteht aus Lochblech, lichtstreuenden Kunststoffelementen o.Ä.</li> <li>Lampe von unten nicht sichtbar</li> <li>Leuchtenarten:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Pendelleuchte</li> <li>Stehleuchte</li> <li>Möbelanbauleuchte</li> </ul> </li> </ul>
	25/75	<b>Vorwiegend indirekt strahlende Leuchte mit geringem Direktanteil</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Untere Leuchtenabdeckung besteht aus prismaischen Kunststoffelementen, Mikroprismen-Lichtlenkplatten o.Ä.</li> <li>Lampe von unten nicht sichtbar</li> <li>Leuchtenarten:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Pendelleuchte</li> <li>Stehleuchte</li> </ul> </li> </ul>
	35/65	<b>Direkt/Indirekt strahlende Leuchte mit überwiegendem Indirektanteil</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Untere Leuchtenabdeckung besteht aus matten Spiegelrastern, satinierten Glasscheiben o.Ä.</li> <li>Leuchtenarten:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Pendelleuchte</li> <li>Stehleuchte</li> </ul> </li> </ul>
	50/50	<b>Direkt/Indirekt strahlende Leuchte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Untere Leuchtenabdeckung besteht aus seidenmatten oder hochglänzenden Spiegelrastern, satinierten Glasscheiben o.Ä.</li> <li>Leuchtenarten:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Pendelleuchte</li> <li>Stehleuchte</li> </ul> </li> </ul>
	65/35	<b>Direkt/Indirekt strahlende Leuchte mit überwiegendem Direktanteil</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Untere Leuchtenabdeckung besteht aus seidenmatten oder hochglänzenden Spiegelrastern prismaischen Kunststoffelementen o.Ä.</li> <li>Leuchtenarten:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Pendelleuchte</li> <li>Stehleuchte</li> </ul> </li> </ul>

	90/10	<b>Direkt strahlende Leuchte mit sehr geringem Indirektanteil zur leichten Deckenaufhellung im Bereich der Leuchte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Untere Leuchtenabdeckung besteht aus seidenmatten oder hochglänzenden Spiegelrastern, prismaischen Kunststoffelementen o.Ä.</li> <li>Bei Spiegelwerfer-Leuchtsystemen besteht die Leuchte aus einem relativ eng bündelnden Strahler und einem an der Raumdecke montierten Spiegelreflektorelement.</li> <li>Bei Downlights mit punkttartigen Lichtquellen kann der Indirektanteil durch auf Abstand montierte Glasscheiben erzielt werden.</li> <li>Leuchtenarten:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Deckenanbauleuchte</li> <li>Pendelleuchte</li> <li>Spiegelwerfer-Leuchtsysteme</li> </ul> </li> </ul>
	100/0	<b>Rein direkt strahlende Leuchte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Untere Leuchtenabdeckung besteht aus seidenmatten oder hochglänzenden Spiegelrastern, prismaischen Kunststoffelementen o.ä.</li> <li>Bei Downlights mit punkttartigen Lichtquellen besteht das optische Leuchtsystem i. A. aus mehr oder minder eng bündelnden Spiegelreflektoren oder weißen Reflektoren, jeweils ohne oder mit Rasterelementen.</li> <li>Leuchtenarten:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Deckeneinbauleuchte</li> <li>Deckenanbauleuchte</li> <li>Pendelleuchte</li> <li>Arbeitsplatzleuchte</li> </ul> </li> </ul>
	100/0	<b>Direkt asymmetrisch strahlende Leuchte</b> , strahlt hauptsächlich an die Wand (Wandfluter) oder auf den Arbeitsplatz (Arbeitsplatzleuchte) <ul style="list-style-type: none"> <li>Leuchtenarten:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Deckeneinbauleuchte</li> <li>Deckenanbauleuchte</li> <li>Stehleuchte</li> <li>Tischleuchte</li> <li>Möbelanbauleuchte</li> </ul> </li> </ul>

## 2 Bezeichnung der Lampen

Für die Leuchten wird angegeben, mit welchen Lampen sie bestückt sind. Dabei wird für die Abkürzungen auf das einheitliche Lampenbezeichnungssystem (LBS) des ZVEI zurückgegriffen.

Lampenart	Bauform	Abkürzung LBS
Leuchtstofflampen	stabförmig mit 7 mm Durchmesser	T7
	stabförmig mit 16 mm oder 26 mm Durchmesser	T16/T26
	ringförmig mit 16 mm Durchmesser mit Zweifach-/Dreifachrohr	T16-R
Kompaktleuchtstofflampen	lange Version	TC-DEL/TC-TEL
	in Röhrenform	TC-L
Halogen-Metall dampflampen kleiner Leistung		HIT
Niedervolt-Halogen-glühlampen	in Röhrenform/mit Glasreflektor	QT12/QR-CB(C)51

## Herausgeber:



**VBG**

Verwaltungs-Berufsgenossenschaft  
Deelbögenkamp 4  
D-22297 Hamburg  
Postanschrift: 22281 Hamburg  
[www.vbg.de](http://www.vbg.de)  
(verantwortlicher Herausgeber)

Bestellnummer: S00024



Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V.  
Burggrafenstraße 6  
D-10787 Berlin  
[www.litg.de](http://www.litg.de)

Verlag:  
Universum Verlagsanstalt GmbH KG  
D-65175 Wiesbaden  
[www.universum.de](http://www.universum.de)

Nachdruck nur mit Genehmigung der VBG

Vertrieb:  
C. L. Rautenberg-Druck  
Königstraße 41  
D-25348 Glückstadt  
[www.rautenberg-druckerei.de](http://www.rautenberg-druckerei.de)

Ausgabe: Juni 2003