

215-442

DGUV Information 215-442



Beleuchtung im Büro

Teil 1

Hilfen für die Planung der künstlichen
Beleuchtung in Büroräumen

Teil 2

Planungsbeispiele

215-442

DGUV Information 215-442



Beleuchtung im Büro

Teil 1

Hilfen für die Planung der künstlichen
Beleuchtung in Büroräumen

kommmit**mensch** ist die bundesweite Kampagne der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland. Sie will Unternehmen und Bildungseinrichtungen dabei unterstützen eine Präventionskultur zu entwickeln, in der Sicherheit und Gesundheit Grundlage allen Handelns sind. Weitere Informationen unter www.kommmitmensch.de

Impressum

Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Büro des Fachbereichs Verwaltung der DGUV

Ausgabe: Juli 2020

DGUV Information 215-442
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungs-
träger oder unter www.dguv.de/publikationen

Bildnachweis

Abb. 1: © WS-Design – stock.adobe.com;
Abb. 2, 3, 6–21: © DGUV/Invoid K. Jaworski
Abb. 4, 5, 22: © DGUV

Beleuchtung im Büro

Hilfen für die Planung der künstlichen Beleuchtung
in Büroräumen

Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
Vorbemerkung	5	5	
1 Tageslicht am Arbeitsplatz	7	6	Anordnung der Arbeitsplätze 20
2 Neue Herausforderungen an die Gestaltung der Beleuchtung aufgrund neuer Formen der Büroarbeit	9	6.1	Planung von Beleuchtungsanlagen 21
3 Aufgaben der künstlichen Beleuchtung	10	6.2	Allgemeines 21
3.1 Licht und Raum	10	6.2.1	Beleuchtungskonzepte 22
3.2 Licht und Arbeit	10	6.2.2	Raumbezogene Beleuchtung 22
3.3 Sicherheit und Gesundheit	10	6.2.3	Auf den Bereich des Arbeitsplatzes bezogene Beleuchtung 24
4 Kriterien der Beleuchtung	11	6.3	Teilflächenbezogene Beleuchtung 26
4.1 Beleuchtungsniveau	11	6.3.1	Beleuchtungsarten 27
4.1.1 Horizontale Beleuchtungsstärke	12	6.3.2	Direktbeleuchtung 27
4.1.2 Vertikale Beleuchtungsstärke	12	6.3.3	Indirektbeleuchtung 28
4.1.3 Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke	13	6.4	Direkt-/Indirektbeleuchtung 29
4.1.4 Messraster	14	6.4.1	Lichtmanagement 30
4.1.5 Helligkeitsverteilung im Raum	14	6.4.2	Beleuchtung an die Tätigkeiten und Bedürfnisse anpassen 30
4.2 Begrenzung der Blendung	15	6.4.3	Nutzung des Tageslichts optimieren 30
4.2.1 Direktblendung	15	6.4.4	Betriebskosten sparen 31
4.2.2 Reflexblendung auf dem Bildschirm	16	6.4.5	Erleichterung der Wartung 31
4.2.3 Reflexblendung auf anderen Arbeitsmitteln	17	6.5	Flexible Nutzung Raum/ Beleuchtungsanlagen 31
4.2.4 Blendung durch Tageslicht	17	7	Wartung und Instandhaltung 32
4.3 Körperwiedergabe (Schattigkeit) und Vermeidung störender Schatten	18	Anhang	
4.4 Lichtfarbe und Farbwiedergabe	18	Literaturverzeichnis	35
4.4.1 Lichtfarbe	18		
4.4.2 Farbwiedergabe	19		
4.5 Flimmern und Pulsation	19		

Vorbemerkung

Diese DGUV Information gibt Hilfen zur Planung der künstlichen Beleuchtung und zur Umsetzung der Technischen Regel für Arbeitsstätten „Beleuchtung“ (ASR A3.4) 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. Die Beleuchtung hat auch eine nichtvisuelle Wirkung und beeinflusst über das Sehen hinaus Aktivität und Wohlbefinden der Beschäftigten und wirkt sich so auch auf ihre Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft aus. Eine schlechte Beleuchtung kann zu einer erhöhten Beanspruchung der Augen und frühzeitiger Ermüdung der Beschäftigten führen. Dagegen berücksichtigt eine gute Beleuchtung unterschiedliche Bedürfnisse der Beschäftigten zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten.

Eine sachkundige Planung der Beleuchtungsanlage und ihres Betriebes sowie deren konsequente Umsetzung führt zu einer optimalen Qualität der Beleuchtung und fördert die Akzeptanz und Motivation der Beschäftigten und trägt zu ihrer Gesunderhaltung bei.

Es ist wichtig, dass am Planungsprozess, neben der Architektin bzw. dem Architekten sowie Fachkräften für Lichtplanung und ggf. Elektroplanung, auch Vertreterinnen und Vertreter des Unternehmens beteiligt werden. Nur diese haben die erforderlichen Kenntnisse über spezifische Arbeitsabläufe, Tätigkeiten und Arbeitsmittel. Die zuständige Fachkraft für Arbeitssicherheit, der Betriebsarzt oder die Betriebsärztin und die Personalvertretung sollten ebenfalls hinzugezogen werden.

Für den gesamten Planungsprozess dient diese DGUV Information als wichtige Verständigungshilfe für alle Beteiligten.

Eine Beratung zu sicherheitstechnischen und ergonomischen Fragen bieten die zuständigen Unfallversicherungsträger an.

In dieser DGUV Information werden schwerpunktmäßig die Kriterien für die künstliche Beleuchtung speziell für den Bürobereich erläutert. In der DGUV Information 215-210 „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“ werden diese auch für andere Bereiche dargestellt. Die DGUV Information 215-210 enthält eine ausführliche

Erläuterung von Begriffen, die auch in dieser DGUV Information verwendet werden. Auf Aspekte des Tageslichtes geht die DGUV Information 215-211 „Tageslicht am Arbeitsplatz“ ausführlich ein.

In dieser DGUV Information werden mögliche Beleuchtungskonzepte und Beleuchtungsarten für die Planung beschrieben. Zudem werden Hinweise zum Schalten, Steuern und Regeln sowie zur Instandhaltung von Beleuchtungsanlagen gegeben.

In der Übersicht (im Teil 2) sind die wichtigsten Werte für Beleuchtungsanlagen in Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen zusammengestellt.

Diese DGUV Information wurde auch um Aussagen zur Beleuchtung mit LEDs und zu neuen Formen der Büroarbeit erweitert und aktualisiert.

Grundsätzliche Anforderungen an die Beleuchtung hinsichtlich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit werden in Deutschland in der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) geregelt. In den Anwendungsbereich der ArbStättV fallen alle Arbeitsstätten und somit auch Büros. Die Anforderungen der ArbStättV hinsichtlich Beleuchtung werden in der Technischen Regel für Arbeitsstätten „Beleuchtung“ (ASR A3.4) konkretisiert.

Bei Bauprojekten dienen neben den staatlichen Arbeitsschutzvorschriften Normen als Vereinbarungsgrundlage zwischen Bauherrn und Auftragnehmer. Für die Beleuchtung ist dies insbesondere die europäische Norm DIN EN 12464-1: 2011-08. Architektinnen und Architekten und Fachkräfte für Lichtplanung sind somit in Deutschland verpflichtet, Arbeitsschutzrecht einzuhalten und Normen entsprechend der Vertragsgrundlagen zu berücksichtigen.

Für die Empfehlungen dieser DGUV Information sind die Anforderungen des Arbeitsschutzes maßgebend. Es werden die Technischen Regeln für Arbeitsstätten, der Stand der Technik, wissenschaftliche Erkenntnisse und praktische Erfahrungen der Unfallversicherungsträger zugrunde gelegt. Aussagen der DIN EN 12464-1:2011-08 sind für die Planungssicherheit adäquat berücksichtigt.

Diese DGUV Information wurde in Kooperation der Sachgebiete Büro und Beleuchtung im Fachbereich Verwaltung

sowie in Zusammenarbeit mit Mitarbeitern der Arbeitsgruppe „Büro“ des Fachausschusses „Innenbeleuchtung“ der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft e. V. (LiTG) erstellt. Wir danken Herrn Peter Dehoff, Herrn Prof. Paul W. Schmits und Herrn Dr. Christian Winter.

Im Teil 2 dieser DGUV Information 215-442 „Beleuchtung im Büro“ werden für verschiedene Bürotypen Beleuchtungslösungen aufgeführt, die so oder in ähnlicher Form in die Praxis übernommen werden können.

1 Tageslicht am Arbeitsplatz

Mit Licht werden physiologische Prozesse, der biologische Rhythmus und die Psyche des Menschen beeinflusst.

Licht, das ins menschliche Auge fällt, löst nicht nur den Sehvorgang, sondern auch verschiedene nichtvisuelle Wirkungen aus.

Durch seine sich ändernde Intensität, Einfallrichtung, Lichtfarbe und Schattigkeit spiegelt das Tageslicht die Tageszeit, Jahreszeit, das Wetter und den Ort wider. Es stellt daher für den Menschen ein wichtiges Bindeglied zu seiner Umwelt dar.

Ein ausreichender Tageslichteinfall im Zusammenhang mit einer möglichst ungehinderten Sichtverbindung nach außen, durch die Beschäftigte die äußere Umgebung unverfälscht wahrnehmen können, kann sich positiv auf ihr Wohlbefinden und ihre Motivation auswirken.

Nach der Arbeitsstättenverordnung dürfen als Arbeitsräume nur solche Räume betrieben werden, die möglichst ausreichend Tageslicht erhalten und die eine Sichtverbindung nach außen haben. Daher sollten die Fenster entsprechend groß, günstig in der Fassade angeordnet und geometrisch sinnvoll gestaltet sein (siehe DGUV Information 215-211 „Tageslicht am Arbeitsplatz“).

Wenn die Forderung nach ausreichendem Tageslicht in bestehenden Arbeitsstätten oder aufgrund spezifischer betriebstechnischer Anforderungen nicht zu erfüllen ist, sind vom Arbeitgeber im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung gleichwertige Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes erforderlich.

Die Anforderung nach möglichst ausreichendem Tageslicht gemäß ASR A3.4 „Beleuchtung“ wird erfüllt, wenn in Arbeitsräumen

- am Arbeitsplatz ein Tageslichtquotient größer als 2 %,
- bei Dachoberlichtern größer als 4 % erreicht wird oder
- mindestens ein Verhältnis von lichtdurchlässiger Fenster-, Tür- oder Wandfläche bzw. Oberlichtfläche zur Raumgrundfläche von mindestens 1:10 (entspricht ca. 1:8 der Rohbaumaße), eingehalten ist.

Die Einrichtung fensternaher Arbeitsplätze ist zu bevorzugen.

Neben dem beschriebenen positiven Effekt auf das Wohlbefinden kann eine sinnvolle Nutzung des Tageslichtes auch dazu beitragen, den Energieverbrauch für die künstliche Beleuchtung zu senken.

Die Nutzung von Tageslicht in der Bürobeleuchtung kann allerdings auch in Form von Blendung und Raumaufheizung zu Problemen führen.

Um Blendung zu vermeiden und zu hohe Raumaufheizung durch Tageslichteinfall reduzieren zu können, fordert die Arbeitsstättenverordnung, dass in Arbeitsräumen die Stärke des Tageslichteinfalls am Arbeitsplatz je nach Art der Tätigkeit reguliert werden kann. Fenster, Oberlichter und Glaswände müssen unter Berücksichtigung der Arbeitsverfahren und der Art der Arbeitsstätte eine Abschirmung gegen übermäßige Sonneneinstrahlung ermöglichen.

Die im Abschnitt 4 beschriebenen Kriterien gelten sowohl für die Beleuchtung mit Tageslicht, als auch mit künstlichem Licht. Die Grenz- und Richtwerte für diese Kriterien sind fast ausschließlich für die künstliche Beleuchtung erforscht worden, um Planungs- und Bewertungskriterien für Beleuchtungsanlagen in Arbeitsstätten definieren zu können.

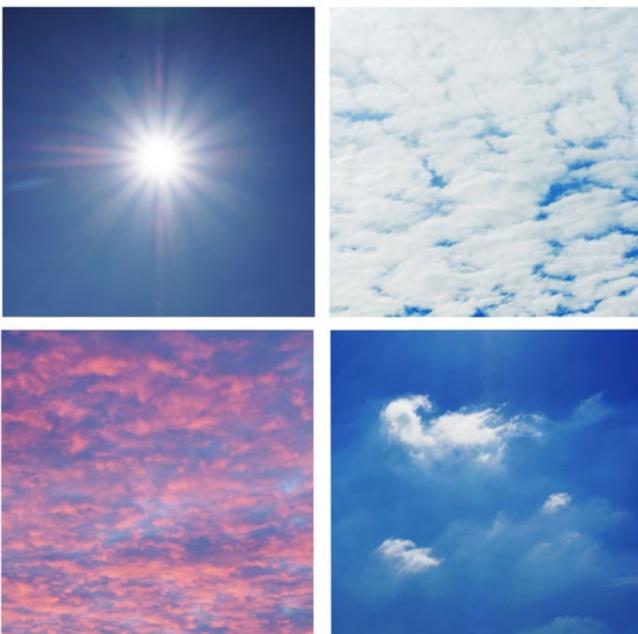


Abb.1 Verschiedene Lichtstimmungen in der Natur

Für die Beleuchtung mit Tageslicht werden gegenüber der Beleuchtung mit künstlichem Licht wesentlich höhere Beleuchtungsstärken als angenehm empfunden und stärkere Blendung und höhere Leuchtdichten im Raum akzeptiert. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass Tageslicht mit seinen hohen Beleuchtungsstärken und Leuchtdichten sowie seinem stetigen Wandel als etwas Natürliches und Selbstverständliches angesehen wird, wie es 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 in Anspruch genommen. Selbst hohe, durch das Fenster gesehene Leuchtdichten werden akzeptiert, wenn der Informationsgehalt beim Blick aus dem Fenster hoch und positiv belegt ist (z. B. der „Blick ins Grüne“).

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

Ob die Beschäftigten mögliche Störungsursachen durch Tageslicht noch akzeptieren, hängt davon ab, inwieweit diese mit einer positiv empfundenen Sichtverbindung nach außen verknüpft sind.

Wenn zum Beispiel aufgrund baulicher Gegebenheiten die Tageslichtversorgung ungenügend ist, wird der negative Eindruck oft auch auf die künstliche Beleuchtung übertragen. Die künstliche Beleuchtung kann nicht alle fehlenden Qualitäten des Tageslichtes ersetzen. Zu geringe Beleuchtungsstärken in fensterfernen Bereichen – z. B. im Großraumbüro – können durch die künstliche Beleuchtung ausgeglichen werden. Für fehlende Sichtverbindung nach außen gibt es allerdings keinen Ersatz. Deshalb ist es erforderlich, dass die Arbeitsräume eine Sichtverbindung nach außen haben.

Da das natürliche Licht in der Regel nicht zu jeder Tages- und Jahreszeit ausreicht, das notwendige Beleuchtungsniveau zu gewährleisten, ist eine künstliche Beleuchtung erforderlich.

Hinweis

Auf die Bedeutung des Tageslichtes, auf wichtige Einflussgrößen, Zusammenhänge und Anforderungen wird in der DGUV Information 215-211 „Tageslicht am Arbeitsplatz“ ausführlich eingegangen.

2 Neue Herausforderungen an die Gestaltung der Beleuchtung aufgrund neuer Formen der Büroarbeit

Die Büroarbeit hat sich in den letzten Jahren gewandelt. Immer mehr Beschäftigte nutzen die Möglichkeiten der flexiblen Arbeitszeitgestaltung, zur Arbeit an Telearbeitsplätzen und zur mobilen Arbeit auch von unterwegs.

Unternehmen denken daher darüber nach, wie die Büroarbeitsplätze am Standort so gestaltet werden können, dass sich eine effektivere Nutzung der Büroflächen ergibt. Es werden zum Beispiel Desk Sharing Arbeitsplätze eingerichtet, die von mehreren Beschäftigten genutzt werden. Höhenverstellbare Arbeitstische werden für ergonomische Sitz-Steh-Konzepte empfohlen. Für Desk Sharing Arbeitsplätze sind sie zweckmäßig, um sie an unterschiedliche Körpermaße anpassen zu können.

Werden heute Büros modernisiert oder neu eingerichtet, wird auch in Betracht gezogen, offene Bürolandschaften – Open Space Offices – einzurichten.

Solche neuen Ansätze erfordern es, herkömmliche Beleuchtungsplanungen zu überdenken.

Beispiele hierfür sind im Teil 2 dieser DGUV Information enthalten:

- Eine flexible Arbeitszeit bedeutet, dass die Beschäftigten zu ganz unterschiedlichen Tageszeiten arbeiten können – nicht nur angepasst an betriebliche Erfordernisse, sondern auch an ihre persönlichen Bedürfnisse, wie z. B. die Vereinbarung von Beruf und Familie, an den Lebensstil bzw. an den ganz persönlichen Biorhythmus. Hierfür bieten sich Beleuchtungskonzepte an, bei denen die Beschäftigten die Beleuchtung individuell beeinflussen können. Ebenso können die Lichtsituationen entsprechend der Tages- bzw. Jahreszeit gesteuert werden.

▶ [Abschnitt 6.4 Lichtmanagement](#)

- Wenn die Beschäftigten am Telearbeitsplatz arbeiten, ist es ebenfalls sinnvoll, dass sie die Beleuchtung individuell beeinflussen können. Außerdem sollte die Beleuchtung zum wohnlichen Ambiente passen.

▶ [Teil 2 Beispiele
5 Telearbeitsplatz](#)

- ▶ Mobile Geräte (Notebooks, Tablets und Smartphones) für die Arbeit von unterwegs haben oft ein hochglänzendes Display, damit die Anzeige besser in einer hellen Umgebung zu erkennen ist. Sie sind deshalb für das ständige Arbeiten vor allem am Büroarbeitsplatz aus ergonomischen Gründen ungeeignet. Beim mobilen Arbeiten müssen die Beschäftigten direkt strahlenden Lichtquellen ausweichen, damit sie die Displayanzeige erkennen können.

▶ [Abschnitt 4.2.2 Reflexblendung auf dem Bildschirm](#)

▶ [Abschnitt 6.3.2 Indirektbeleuchtung](#)

- Bei hochgefahrter Tischplatte von höhenverstellbaren Arbeitstischen kann es insbesondere beim Einsatz von Stehleuchten zu „Lichtflecken“ mit einer hohen Helligkeit und einer dunkleren Umgebung kommen.

▶ [Abschnitt 4.1.3 Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke](#)

- In offenen Bürolandschaften (Open Space Offices) sollte die Beleuchtung entsprechend den jeweiligen Raumzonen gestaltet sein. Dennoch sollte sich insgesamt ein harmonischer Gesamteindruck für die Beleuchtung ergeben. Mögliche Gestaltungslösungen sind enthalten in

▶ [Teil 2 Beispiele
6 Open Space Office](#)

Hinweis

Der VBG Ratgeber „Telearbeit“ enthält Informationen zu rechtlichen Rahmenbedingungen für Teleheimarbeit beziehungsweise alternierende Telearbeit und zur Arbeitsplatzgestaltung im Home-Office.

3 Aufgaben der künstlichen Beleuchtung

Die künstliche Beleuchtung kann das Tageslicht nicht in all seinen Qualitäten ersetzen. Dennoch hat sie eine andere wichtige Eigenschaft: Sie ist zuverlässig, präzise in Ort und Zeit planbar und kontrollierbar. Die Anforderungen an die künstliche Beleuchtung für die meisten Aufgaben in der Arbeitswelt können qualitativ und quantitativ beschrieben werden.

3.1 Licht und Raum

Zunächst ermöglichen das Licht, die Raumflächen und die Möblierung in Lage und Größe visuell zu erfassen und somit den Raum insgesamt wahrzunehmen. Wir können uns orientieren und Freiräume für die Bewegung ausmachen, Funktion und Bedeutung eines Raumes schnell und sicher einschätzen, ihn als Werkhalle, Büro, Flur oder Treppenhaus identifizieren. Art, Verteilung, Richtung und Farbe des Lichtes sind wichtige Eigenschaften, die die Bedeutung und Funktion eines Raumes unterstreichen und beeinflussen, ob der Raum freundlich, einladend, funktionell, großzügig usw. erscheint. Eine gezielte Gestaltung mit helleren und dunkleren Bereichen dient der Strukturierung des Raumes und der Orientierung.

3.2 Licht und Arbeit

Gute Beleuchtung bewirkt, dass Aufgaben leichter, sicherer und effektiver durchgeführt werden können. Gutes Sehen wird durch schnelles Erkennen von Unterschieden in Helligkeit, Farbe und Größe ermöglicht. Arbeitsaufgaben, wie Schreiben und Lesen, werden bei höheren Beleuchtungsstärken meist leichter und schneller gelöst. Die richtige Richtung des Lichtes und die Mischung aus diffusem und gerichtetem Licht unterstützen das räumliche Sehen und verhindern Fehleinschätzungen von Entfernungen. Das Erkennen von Gesichtern und der Mimik und damit die Kommunikation werden ebenfalls erleichtert. Je besser die Planung die Arbeitsaufgabe und die vorherrschenden Blickrichtungen beachtet, umso besser gelingt es, gute Sehbedingungen zu schaffen und Störungen wie z. B. Blendung zu vermeiden.

3.3 Sicherheit und Gesundheit

Durch die richtige Beleuchtung für die Erledigung der Arbeitsaufgaben können auch Unfälle vermieden werden. Hindernisse oder andere Gefahrenstellen werden erkannt und Entfernungen richtig eingeschätzt. Ein ausreichendes Beleuchtungsniveau erleichtert das Sehen und vermeidet eine übermäßige Beanspruchung der Augen und des Sehvermögens. Eine unzureichende Beleuchtung kann langfristig gesehen zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen.

Der Wechsel von hellem Tag und dunkler Nacht ist ein wichtiger Zeitgeber für den Menschen. Bei der künstlichen Beleuchtung ist immer darauf zu achten, das richtige Licht zur richtigen Zeit einzusetzen.

(siehe auch DGUV Information 215-220 „Nichtvisuelle Wirkungen von Licht auf den Menschen“)

4 Kriterien der Beleuchtung

Eine Reihe von Merkmalen, die sich gegenseitig beeinflussen, bestimmen die Qualität der Beleuchtung. Eine gute Beleuchtung trägt zur Sicherheit und Gesundheit bei und ist wichtig für die Erfüllung der Sehaufgaben.

Um angemessene Lichtverhältnisse in Büroräumen zu erzielen, sollten besonders die folgenden lichttechnischen Kriterien beachtet werden:

- Beleuchtungsniveau und Leuchtdichteverteilung
- Begrenzung der Direktblendung
- Begrenzung der Reflexblendung auf dem Bildschirm und auf anderen Arbeitsmitteln
- Körperwiedergabe (Schattigkeit) und Vermeidung störender Schatten
- Lichtfarbe und Farbwiedergabe
- Flimmerfreiheit

Bei Berücksichtigung dieser Kriterien werden erhöhte Beanspruchungen der Augen und des Sehvermögens weitgehend vermieden.

Eine gute Beleuchtungsanlage zeichnet sich durch eine Reihe weiterer Merkmale aus: Zum Beispiel Anpassung an individuelle Bedürfnisse, Steuerbarkeit, einfache Bedienung, Flexibilität, Ästhetik, Bezug zur Architektur, Energieeffizienz.

Eine unzureichende Beleuchtung kann asthenopische Beschwerden wie Kopfschmerzen, Flimmern vor den Augen sowie brennende oder tränende Augen auslösen. Körperliche Fehlhaltungen und daraus resultierenden Beschwerden können entstehen, wenn Beschäftigte ungünstige Lichtverhältnisse mit Haltungsänderungen kompensieren müssen.

Solche Beschwerden können auch bei guter Beleuchtung entstehen, wenn die Sehaufgaben durch eine ungenügende Qualität der Bildschirmanzeige, der Papiervorlage oder der Tastatur erschwert werden (siehe auch DGUV Information 215-410 „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze – Leitfaden für die Gestaltung“). Dabei spielen vor allem folgende Kriterien eine wichtige Rolle:

- Leuchtdichten von Zeichen und Hintergrund
- Kontrast zwischen Zeichen und Hintergrund
- Zeichenschärfe
- Zeichengröße
- Zeichengestalt und die Abstände zwischen den Zeichen
- Farbdarstellung

- Güte des Bildschirms bezüglich der Entspiegelung
- Glanzeigenschaften der Papiervorlagen
- Oberflächengestaltung der Tastatur

Hinweis

Unabhängig von der Beleuchtung ist bei Tätigkeiten an Bildschirmgeräten eine Angebotsvorsorge nach Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (Arb-MedVV Anhang Teil 4 Absatz (2) Teil 1) erforderlich. Ein unzureichendes Sehvermögen sollte durch eine individuell angepasste Sehhilfe, gegebenenfalls als Bildschirmbrille, ausgeglichen werden. (siehe auch DGUV Information 215-410 „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze – Leitfaden für die Gestaltung“)

Wichtige Begriffsbestimmungen und Formelzeichen enthält die DGUV Information 215-210 „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“.

4.1 Beleuchtungsniveau

Die Beleuchtungsanlage soll ein Beleuchtungsniveau schaffen, bei dem

- die Sehaufgaben wie das Lesen und Erkennen von Informationen auf dem Bildschirm, auf Papiervorlagen und auf anderen Arbeitsmitteln schnell und einfach erledigt werden können,
- Beschwerden im Bereich der Augen und des Sehvermögens sowie des Bewegungsapparats möglichst vermieden werden,
- die visuelle Kommunikation unterstützt wird,
- Informationen aus der Umgebung aufgenommen werden können,
- sich die Beschäftigten wohl fühlen und angemessen aktiviert werden.

Die Mindestwerte für die Beleuchtungsstärken in diesem Abschnitt sind Wertungswerte. Das heißt, dass diese Werte im Betrieb der Beleuchtungsanlage erreichbar sein müssen (siehe Abschnitt 6.5).

Höhere Beleuchtungsstärken können einen positiven Einfluss auf das subjektive Wohlbefinden der Beschäftigten haben. Zu hohe Beleuchtungsstärken können aber bei der Bildschirmarbeit auch zu Störungen führen.

Mit zunehmendem Alter der Beschäftigten und bei besonderen Sehaufgaben ist es zweckmäßig, höhere Beleuchtungsstärken anzubieten – zum Beispiel als teilflächenbezogene Beleuchtung (siehe Abschnitt 6.2.3).

Für die Planung und Überprüfung der Beleuchtungsanlagen sind Rechen- beziehungsweise Messraster in der DIN 5035-6 festgelegt.

4.1.1 Horizontale Beleuchtungsstärke

Die horizontale Beleuchtungsstärke wird als Bewertungsgröße für das Beleuchtungsniveau horizontaler und nahezu horizontaler Flächen verwendet. Solche Flächen sind zum Beispiel Tischoberflächen, Papiervorlagen, Tastatur.

Für die Arbeitsbereiche „Bildschirm- und Büroarbeit“ sowie „Besprechung“ (siehe Abschnitt 6.2.2) soll der Mindestwert der horizontalen Beleuchtungsstärke mindestens 500 Lux betragen.

Für „Ablegen und Kopieren“ sowie für den Umgebungsbereich soll die mittlere horizontale Beleuchtungsstärke mindestens 300 Lux betragen (siehe Abschnitt 6.2.2).

4.1.2 Vertikale Beleuchtungsstärke

Eine ausreichende mittlere vertikale Beleuchtungsstärke \bar{E}_v dient der Sicherstellung der Sehleistung an vertikalen Arbeitsflächen, wie beispielsweise an Regalen, Schränken, Tafeln und an Flipcharts. An diesen Flächen sollte die mittlere vertikale Beleuchtungsstärke \bar{E}_v mindestens ein Drittel der mittleren horizontalen Beleuchtungsstärke betragen.

Wird das Lesen der Beschriftungen, zum Beispiel von Ordnern, Büchern, häufig oder über längere Zeit durchgeführt – zum Beispiel in Archiven – muss eine mittlere vertikale Beleuchtungsstärke von mindestens 200 Lux realisiert werden.

Die vertikale Beleuchtungsstärke eignet sich auch gut zur Charakterisierung des Helligkeitseindrucks im Raum, wenn Wände und helle Oberflächen wie Stellwände und Schränke beleuchtet werden und einen entsprechend hohen Reflexionsgrad besitzen.

Auch für eine gute visuelle Kommunikation, das heißt für die leichte Erkennbarkeit der Mimik und das natürliche Aussehen der Gesichter, ist eine ausreichende vertikale Beleuchtungsstärke in Kopfhöhe wichtig (Abbildung 2). Bei einer weitgehend regelmäßigen Anordnung der Leuchten wird das Licht gleichmäßig im Raum verteilt. Vertikale Flächen von Körpern und Gesichtern werden dann aus verschiedenen Richtungen mit Beleuchtungsstärken in der gleichen Größenordnung beleuchtet.



Abb. 2 Einfluss der vertikalen Beleuchtungsstärke. Im rechten Bild wird das Gesicht durch eine höhere vertikale Beleuchtungsstärke besser ausgeleuchtet.

Die über 4 Richtungen gemittelte vertikale Beleuchtungsstärke ist eine angemessene Bewertungsgröße für den Helligkeitseindruck eines Raumes, wie auch für die Ausleuchtung von Gesichtern für die visuelle Kommunikation. Dieser Mittelwert entspricht annähernd der zylindrischen Beleuchtungsstärke (siehe DGUV Information 215-210 „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“).

Für die Arbeitsbereiche „Bildschirm- und Büroarbeit“ sowie „Besprechung“ (siehe Abschnitt 6.2.2) soll die mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke in einer Höhe von 1,20 m über dem Fußboden mindestens ein Drittel der mittleren horizontalen Beleuchtungsstärke des Arbeitsbereiches betragen. Entsprechendes gilt ebenfalls für den Umgebungsbereich.

Hinweis

Das Verhältnis von zylindrischer zur horizontalen Beleuchtungsstärke (in einem Punkt) wird auch als „Modelling-Indicator“ bezeichnet. Festlegungen dazu sollen die Körperwahrnehmung (Modelling) durch die Beleuchtung sicherstellen.

4.1.3 Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke

Die Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke wird als Bewertungsgröße für die Verteilung der horizontalen Beleuchtungsstärken verwendet. Die Gleichmäßigkeit U_0 (Uniformity overall) (oder g_1) ist der Quotient aus minimaler Beleuchtungsstärke und mittlerer Beleuchtungsstärke \bar{E} auf der jeweiligen Bewertungsfläche.

Durch eine ausreichende Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke wird sichergestellt, dass auf einer größeren Fläche überall genügend Licht für ein leichtes und rasches Lösen der Sehaufgabe vorhanden ist. Hohe Beleuchtungsstärken sollen dort auftreten, wo sich die Hauptsehaufgabe befindet. Von hier aus sollte die Beleuchtungsstärke sanft abfallen.

Dies gilt nicht für Sehaufgaben auf selbstleuchtenden Flächen, z. B. auf Bildschirmen. Hier kann eine zu hohe Beleuchtungsstärke, die auf die Oberfläche fällt, eher zur Verschlechterung der Lesbarkeit führen.

Außerdem werden durch eine genügende Gleichmäßigkeit auffällige „Lichtflecken“ (z. B. durch einzelne und/oder tiefstrahlende Leuchten) mit zu hoher Helligkeit vermieden, die die visuelle Aufmerksamkeit von der Sehaufgabe ablenken können.

Die mindestens einzuhaltenden Werte für die Gleichmäßigkeit U_0 sind in der Übersicht (im Teil 2) aufgeführt.

Aus ergonomischen Gründen wird empfohlen, dass die Beschäftigten nicht nur im Sitzen, sondern immer wieder auch im Stehen arbeiten (Sitz-Steh-Dynamik). Dafür werden höhenverstellbare Arbeitstische im Büro eingesetzt. Wenn die Arbeitstische in Stehhöhe benutzt werden, kann es zu höheren Ungleichmäßigkeiten in der Beleuchtungsstärke kommen, wenn sich dadurch die Lichtaustrittsfläche – insbesondere direkt strahlender Leuchten – näher an der Fläche des Arbeitstisches befindet. Dies kann vermieden werden durch

- möglichst breit strahlende Leuchten mit größerem Abstand zu den Arbeitstischen,
- Möbelaufsatzleuchten, die mit dem Arbeitstisch verbunden sind,
- Leuchten mit einem hohen Indirektanteil,
- Leuchten, deren Lichtstärke sich entsprechend anpasst.

4.1.4 Messraster

In der DGUV Information 215-210 „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“ werden unter Abschnitt 7.3 Hinweise zur orientierenden Messung der Beleuchtungsstärke gegeben. Für die Ermittlung der mittleren Beleuchtungsstärken und Gleichmäßigkeiten ist es notwendig, ein Raster auszuwählen, in dem sich die Messpunkte befinden. Tabelle 1 und Abbildung 3 geben Anhaltspunkte zum Maß und zur Lage des Rasters.

Tabelle 1 Mögliche Rastermaße

Für Räume und Bereiche wird als Rastermaß empfohlen:		
	Längste Bereichs- oder Raumausdehnung	Rastermaß
Teilfläche	0,6 m	0,2 m
Bereiche des Arbeitsplatzes	ca. 1 m	0,2 m
kleine Räume/ Raumzonen	ca. 5 m	0,6 m
mittlere Räume	ca. 10 m	1,0 m
große Räume	ca. 50 m	3,0 m

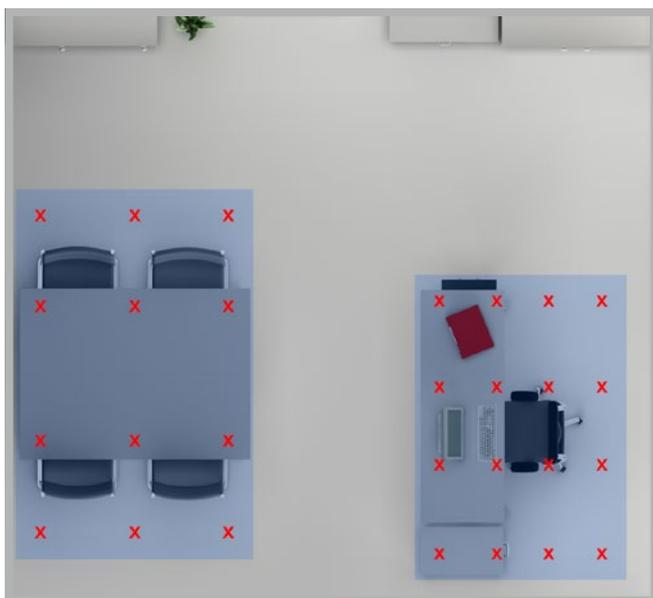


Abb. 3 Beispiel für die Verteilung von Messpunkten für die mittlere horizontale Beleuchtungsstärke in Bereichen des Arbeitsplatzes (Rastermaß 0,5 m)

4.1.5 Helligkeitsverteilung im Raum

Die Helligkeitsverteilung (Leuchtdichteunterschiede) im Raum wird sowohl durch die Beleuchtungsstärken als auch durch die lichttechnischen Eigenschaften der Oberflächen im Raum (Wand, Decke und Boden) sowie von Arbeitsmitteln und Einrichtungsgegenständen beeinflusst. Daher sollten Farben und Oberflächen so gestaltet sein, dass durch ihre Reflexionsgrade und Glanzeigenschaften zu hohe Helligkeitsunterschiede 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 0,15 bis 0,75

Reflexionsgrade können mit Hilfe einer Reflexionsgradtafel annähernd ermittelt werden (Abbildung 4). Dabei sollten die Hinweise auf der Reflexionsgradtafel beachtet werden.



Reflexionsgradtafel. Reflexionsgradtafeln können zum Beispiel über den ecomed-Storck Verlag bezogen werden.

Abb. 4 Ermittlung des Reflexionsgrades mittels Reflexionsgradtafel

Die Helligkeit des Quadrates, welches am nächsten der Helligkeit des Hintergrundes entspricht, gibt den Reflexionsgrad an. Dies ist unabhängig von der zu betrachtenden Farbe. Für die Wand ergibt sich in diesem Beispiel ein Reflexionsgrad von 0,80 bzw. 0,78 (80%/78%) je nach Lichtquelle, unter der der Reflexionsgrad ermittelt wird.

4.2 Begrenzung der Blendung

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

4.2.1 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. Sie hat ungünstige Auswirkungen auf das allgemeine Wohlbefinden, die Arbeitsleistung, die Leistungsbereitschaft und die Konzentrationsfähigkeit. Sie kann zu Fehlhaltungen durch Ausgleichsbewegungen und zur Ermüdung führen. Psychologische Blendung sollte daher begrenzt werden.

Physiologische Blendung bewirkt dagegen eine unmittelbare Herabsetzung der Sehleistung. Die künstliche Beleuchtung in Büros führt üblicherweise nicht zu physiologischer Blendung. Wird psychologische Blendung begrenzt, tritt im Allgemeinen auch keine physiologische Blendung auf.

(siehe auch DGUV Information 215-210 „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“)

Zur Begrenzung der Blendung durch Leuchten ist zunächst der Abschirmwinkel einzuhalten (siehe DGUV Information 215-210 „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“ Abschnitt 5.3 Begrenzung der Blendung).

Die psychologische Blendung wird von folgenden Größen beeinflusst:

- Leuchtdichte der Blendquelle – zum Beispiel 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. Erläuterungen zum UGR-Verfahren enthält Anhang B der DGUV Information 215-210 „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“.

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. (siehe auch DGUV Information 215-210)

Das UGR-Verfahren berücksichtigt die Leuchtdichte der Blendquelle als Mittelwert über die gesamte Lichtaustrittsfläche. Leuchtdichteunterschiede und Leuchtdichtespitzen auf dieser Fläche werden nicht gesondert gewertet.

An LED-Leuchten können unter Umständen sehr hohe Leuchtdichteunterschiede auftreten. Besonders, wenn keine lichtlenkenden oder streuenden Optiken vorhanden sind und so der direkte Blick auf einzelne LEDs möglich ist. Dies muss verhindert werden, da sonst die Leuchte auch trotz Einhaltung der UGR-Grenzwerte als „blendend“ empfunden wird.

Bei der Beschaffung solcher Leuchten wird deshalb eine Bemusterung in der geplanten Arbeitsumgebung empfohlen. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Leuchten sich in der geplanten Position zum Arbeitsplatz befinden und die Blickrichtung bei der Blendungs-Beurteilung typisch für die auszuführende Arbeit ist.

Hinweis

Grundlage für die Bewertung der Blendung ist der Neuzustand der Beleuchtungsanlage.

4.2.2 Reflexblendung auf dem Bildschirm

Diffuse oder spiegelnde Reflexionen können zu Störungen führen. Diese sogenannte Reflexblendung entsteht bei der Bildschirmarbeit vor allem dann, wenn helle Flächen aus der Umgebung, z. B. von Leuchten und Fenstern, von der Bildschirmoberfläche reflektiert werden. Dadurch werden die Helligkeitsunterschiede zwischen dem Bildschirmhintergrund und Zeichen auf dem Bildschirm herabgesetzt, die Zeichen können nicht mehr gut erkannt werden. Handelt es sich um spiegelnde Reflexionen mit deutlicher Abbildung, versuchen die Augen sowohl die Zeichen auf dem Bildschirm als auch das Spiegelbild scharf abzubilden. Dadurch können zusätzliche visuelle Belastungen entstehen.

Die Eigenschaften der Bildschirmanzeige beeinflussen in starkem Maße, ob und wie sich Spiegelungen störend bemerkbar machen.

Eine wichtige Rolle spielt die Güte der Entspiegelung des Bildschirms. Diese wird neben anderen Eigenschaften im Rahmen der Prüfungen für das GS-Zeichen jeweils für die Positiv- und die Negativdarstellung ermittelt und vom Hersteller im GS-Zertifikat und im technischen Datenblatt angegeben (siehe DGUV Information 215-410 „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze – Leitfaden für die Gestaltung“).

Besonders hochwertige LCD-Bildschirme können so gut entspiegelt sein, dass kaum noch Reflexionen auftreten.

Die Ausprägung der Reflexionen ist weiterhin von der Darstellungsart abhängig. Bei Positivdarstellung (dunkle Zeichen auf hellem Untergrund) werden vorhandene Reflexionen weniger störend wahrgenommen als bei Negativdarstellung (helle Zeichen auf dunklem Untergrund). Daher sollte für die Anzeige der Informationen möglichst immer eine Positivdarstellung gewählt werden, nur in Ausnahmefällen eine Negativdarstellung.



Abb. 5
Bildschirme mit unterschiedlicher Güte der Entspiegelung
links (gut): Bildschirm mit entspiegelter Anzeige,
rechts (kritisch): Bildschirm mit spiegelnder Anzeige



Abb. 6
Störende Reflexionen von Leuchten auf einer Bildschirmanzeige

An Büroarbeitsplätzen werden Reflexionen auf Bildschirmen vermieden, wenn ihre Anzeigen ausreichend entspiegelt sind. Dann reicht es aus, wenn entsprechend entblendete Leuchten eingesetzt werden.

Außerdem sollten die Leuchten nicht unmittelbar über dem Arbeitsplatz angeordnet sein. (siehe Abschnitt 5)

4.2.3 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.



Abb. 7 Reflexionen von Leuchten auf Arbeitsmitteln

4.2.4 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 als Direkt- und Reflexblendung.

Blendung durch das Sonnenlicht kann 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 Blendwirkungen und zur Herabsetzung der Sehleistung kommen. Die Blickrichtung bei der Bildschirmarbeit sollte deshalb weitgehend parallel zur Fensterfront verlaufen. (siehe Abschnitt 5)

Reflexblendung an der Bildschirmanzeige entsteht, wenn sich helle Fensterflächen im Bildschirm spiegeln. Werden Bildschirme nahe am Fenster aufgestellt, können außerdem hohe Beleuchtungsstärken zu einer starken Aufhellung des Bildschirmhintergrundes führen. Dadurch werden die Zeichenkontraste gemindert und die Zeichen nicht mehr gut erkannt.

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 DGUV Information 215-444 „Sonnenschutz im Büro“)



Abb. 8

Helle Flächen durch die Sonneneinstrahlung, die sich in der Bildschirmanzeige spiegeln können

4.3 Körperwiedergabe (Schattigkeit) und Vermeidung störender Schatten

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 – zum Beispiel durch eine reine Indirektbeleuchtung mit gleichmäßiger Lichtverteilung auf der Decke.

Störende Schatten durch Gegenstände oder den Körper des Beschäftigten können durch richtige Lichtrichtungen verhindert werden. (siehe Abschnitt 5)

Hart abgegrenzte Schatten können ablenkend wirken. Sie treten auf, wenn Körper direkt, das heißt ohne streuende Optiken von Lampen mit sehr kleinen leuchtenden Flächen beleuchtet werden, in nach unten offenen Leuchten. Dies kann durch den Einsatz von geeigneten Leuchtenabdeckungen vermieden werden, die das Licht über eine größere Fläche verteilen – zum Beispiel satinierte Gläser oder Prismenscheiben.

4.4 Lichtfarbe und Farbwiedergabe

Die im Raum vorherrschende Lichtatmosphäre wird auch durch die Lichtfarbe und die Farbwiedergabeeigenschaft des Lichts geprägt. Dadurch werden auch die Stimmung und das Wohlbefinden der Beschäftigten beeinflusst.

Die Kennzeichnung von Leuchtmittel hinsichtlich Lichtfarbe und Farbwiedergabe erfolgt mitunter durch einen dreiziffrigen Code, bei dem die erste Ziffer die Farbwiedergabeeigenschaft und die beiden folgenden Ziffern die Lichtfarbe kennzeichnen (siehe Hinweis).

Hinweis

Der Code **840** bedeutet:

8xx = Farbwiedergabeindex $R_a \geq 80$ (gute Farbwiedergabe),

x40 = Farbtemperatur 4000 K (neutralweiße Lichtfarbe)

Bei LED-Lichtquellen und –leuchten werden Lichtfarbe und Farbwiedergabe auch getrennt angegeben.

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

4.4.1 Lichtfarbe

Die Lichtfarbe der Lampen wird entsprechend ihrer ähnlichsten Farbtemperatur in drei Gruppen eingeteilt (Tabelle 2).

Tabelle 2 Einteilung der Lichtfarben (Dreiziffriger Lampen-Code siehe Hinweis unter 4.4)

	Lichtfarbe	Farbtemperatur
ww	Warmweiß	< 3300 K
nw	Neutralweiß	3300 K bis 5300 K
tw	Tageslichtweiß	> 5300 K

Warmweißes Licht hat einen relativ hohen Rotanteil (wie auch Kerzen- oder Glühlampenlicht) und bewirkt eine etwas wohnlichere Stimmung. Neutralweißes Licht weist ein ausgeglichenes Spektrum auf und wirkt eher sachlich. Tageslichtweißes Licht hat einen relativ hohen Blauanteil und wird bei Beleuchtungsstärken von 500 Lux vor allem abends eher als unangenehm empfunden.

Welche Lichtfarbe für die Lampen zur Beleuchtung von Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen verwendet werden sollten, hängt von der gewünschten Raumwirkung ab.

Wird die Lichtfarbe der Beleuchtung geändert, wird dies anfangs oft von den Beschäftigten als ungewohnt empfunden, nach einiger Zeit tritt häufig eine Gewöhnung ein.

Ergebnisse aus Forschungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass durch Licht die innere Uhr beeinflusst werden kann. In diesem Zusammenhang wird derzeit in Fachkreisen darüber diskutiert, wie Licht wirkt und so optimiert werden kann, um zum Beispiel erholsamen Schlaf zu fördern und negative Auswirkungen der Schichtarbeit zu verringern (siehe DGUV Information 215-220 „Nichtvisuelle Wirkung von Licht auf den Menschen“).

Unter der Bezeichnung „Dynamisches Licht“ oder „Human Centric Lighting (HCL)“ werden Beleuchtungssysteme angeboten, bei denen sich unter anderem auch die Lichtfarben und die Beleuchtungsstärken im zeitlichen Verlauf verändern (siehe Abschnitt 6.4).

4.4.2 Farbwiedergabe

Die Farbwiedergabeeigenschaft der Lichtquelle beschreibt deren Fähigkeit, Farben von Gegenständen und Menschen wiederzugeben. Für die Einteilung der Lichtquellen wird der Allgemeine Farbwiedergabeindex R_a verwendet (Tabelle 3). Je niedriger der Wert für R_a ist, desto schlechter werden die Körperfarben der beleuchteten Gegenstände wiedergegeben.

Tabelle 3 Farbwiedergabeindex typischer Lichtquellen für Räume mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen (* Code siehe Hinweis unter 4.4)

Allgemeiner Farbwiedergabeindex R_a	Typische Lichtquellen
$90 \leq R_a \leq 100$	LED, Glühlampen, Halogen-Glühlampen, Leuchtstofflampen „de Lux“ und Kompaktleuchtstofflampen (lange Version) „de Luxe“, Halogen-Metaldampflampen
$80 \leq R_a < 90$	LED, Leuchtstoff- und Kompaktleuchtstofflampen, Halogen-Metaldampflampen

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

4.5 Flimmern und Pulsation

Bei Leuchten mit Leuchtstoff- und Kompaktleuchtstofflampen und LED können im Dimmbetrieb Flimmern und Pulsation auftreten. Dies wirkt störend.

Flimmern und Pulsation werden bei Leuchtstofflampen durch den Einsatz von elektronischen Vorschaltgeräten verhindert, bei LED durch geeignete Betriebsgeräte insbesondere für den Dimmbetrieb (Treiber, Konverter). In beiden Fällen werden in der Regel die Lampen bzw. LED bei Frequenzen betrieben, die für das Auge nicht mehr wahrnehmbar sind (siehe auch: ZVEI-Information „Temporal Light Artefacts – TLA, Flimmern und Stroboskopeffekt“).

5 Anordnung der Arbeitsplätze

Die optimale Anordnung des Bildschirmarbeitsplatzes ist eine wichtige Voraussetzung für ergonomisch günstige Arbeitsbedingungen.

Bildschirme sind so auf dem Schreibtisch beziehungsweise der Schreibtischkombination aufzustellen und zu orientieren, wie es sich aus den Arbeitsabläufen sowie dem Kommunikations- und Konzentrationsbedarf der Beschäftigten ergibt. Um Blendung durch Tageslicht zu vermeiden und einen günstigen seitlichen Lichteinfall zu erreichen, soll die Blickrichtung der Beschäftigten bei der Bildschirmarbeit weitgehend parallel zur Fensterfront verlaufen. Daraus ergibt sich die optimale Orientierung des Arbeitsplatzes zu den Fenstern und somit im Raum (Abbildung 9).

Bildschirme sollten nicht in unmittelbarer Fensternähe aufgestellt werden. Für unterschiedliche Tätigkeiten ist es daher günstig, dass herkömmliche Schreib- und

Lesetätigkeiten näher zum Fenster hin und die Bildschirm-tätigkeit weiter vom Fenster entfernt erledigt werden.

Bei der künstlichen Beleuchtung sind die Beleuchtungssysteme entsprechend ihrer lichttechnischen Eigenschaften sinnvoll zu den Arbeitsplätzen anzuordnen und auszurichten.

Erfahrungen haben gezeigt, dass es für die Beschäftigten unangenehm sein kann, wenn insbesondere direkt strahlende Leuchten über deren Köpfen angebracht sind. Dies wird vor allem bei tiefstrahlenden Leuchten so empfunden, die einen großen Anteil ihres Lichtstromes direkt und vor allem enggebündelt nach unten lenken. Zudem führt dies zu Reflexblendung. Das Licht der Leuchten sollte daher schräg von oben beziehungsweise seitlich zum Beschäftigten einfallen (Abbildung 10).



Abb. 9 Empfohlene Aufstellung der Arbeitsplätze zum Fenster



Abb. 10 Günstiger Lichteinfall am Arbeitsplatz



6 Planung von Beleuchtungsanlagen

6.1 Allgemeines

Um den vielfältigen Anforderungen, die an eine ergonomisch und lichttechnisch einwandfreie Beleuchtungsanlage gestellt werden, gerecht zu werden, ist eine sachkundige Planung erforderlich.

Die Beleuchtung kann 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.

Daher sollte im Planungsprozess interdisziplinär zusammengearbeitet werden. Neben Fachkräften für Licht- und Elektroplanung sowie dem Architekten bzw. der Architektin sollten auch Verantwortliche aus dem beauftragenden Unternehmen, die Fachkraft für Arbeitssicherheit, der Betriebsarzt oder die Betriebsärztin, die Verantwortlichen für die technische Gebäudeausrüstung und die Haustechnik sowie die Personalvertretung beteiligt werden.

Zusätzlich kann eine Beratung zu sicherheitstechnischen und ergonomischen Fragen durch den zuständigen Unfallversicherungsträger in Anspruch genommen werden.

Bei der Planung der Beleuchtung sollten zur Umsetzung der lichttechnischen Kriterien unter anderem folgende Kriterien berücksichtigt werden:

Mensch

- Bedürfnis nach Tageslicht und Sichtverbindung nach außen
- Bedürfnis nach sich entsprechend dem Tageslichtverlauf ändernden Licht
- Bedürfnis hinsichtlich einfacher Bedienung, Steuerbarkeit und Individualisierbarkeit der Beleuchtung
- Berücksichtigung von Beschäftigten, die in ihrem Sehvermögen eingeschränkt sind
- Berücksichtigung von Blickrichtungen, Körperhaltungen und Bewegungsräumen bei der Arbeit
- Bedürfnis nach Wohlbefinden

Arbeitsaufgaben und -organisation

- Sehaufgaben
- Kommunikations- und Konzentrationserfordernisse
- Flexibilität (z. B. Anordnung der Arbeitsplätze, Erledigung der Arbeitsaufgaben, agiles Arbeiten)
- Schichtarbeit
- Desk Sharing

Soft- und Hardware (Arbeitsmittel)

- Positiv-/Negativdarstellung der Bildschirminformation
- Darstellung der Zeichen (Art, Größe, Kontrast, ...)
- Reflexionsklassen des Bildschirms
- Neigung, Krümmung und Größe des Bildschirms
- Anzahl der Bildschirme
- Tastatur und andere Arbeitsmittel

Möblierung

- Reflexionseigenschaften der Möbel
- Farbe der Möbel
- Höhenverstellbare Arbeitstische
- Aufstellung des Bildschirms auf dem Arbeitstisch

Raum

- Art und Anordnung der Arbeitsplätze beziehungsweise Arbeitsbereiche
- Art des Raumes – zum Beispiel Einzelbüro, Kombibüro, Großraumbüro
- Flexibilität der Raumteilung
- Variabilität der Arbeitsplatzanordnung, Raumabmessungen
- Reflexionseigenschaften der Raumbegrenzungsflächen
- Größe und Anordnung der Fenster
- Ästhetische Wirkung des Raumes
- Harmonische Integration in die Architektur
- Erscheinungsbild des Unternehmens (Corporate Identity/Corporate Design)
- Zonierung des Raumes in größeren Büros nach Funktionen (zum Beispiel Arbeitsbereiche, Wege, Lounges)

Gebäude

- Ausrichtung hinsichtlich Himmelsrichtung
- Nachbarbebauung
- Nächtliche Wirkung des Gebäudes
- Nachweis für die Energieeffizienz
- Erfüllen der Anforderungen nach ausreichendem Tageslicht

Für die Akzeptanz und Qualität der Licht- und Raumwirkung spielen ästhetische und gestalterische Aspekte eine wichtige Rolle. Ergonomische und lichttechnische Qualitäten haben dabei mit Blick auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Beschäftigten hohe Priorität. Daneben sind Kosten, ökologische Verträglichkeit und Instandhaltung der Beleuchtungsanlagen von Bedeutung.

Beleuchtungsanlagen in Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen sollen die in den Abschnitten 2 und 5 aufgeführten Kriterien der Beleuchtung erfüllen, ohne unnötig Energie zu verbrauchen. Es sollte jedoch kein Kompromiss zu Lasten der lichttechnischen Kriterien 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 für die Beleuchtung stark reduziert und gleichzeitig die Qualität der Beleuchtung verbessert werden.

Die Beleuchtung von Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen kann nach drei verschiedenen Beleuchtungskonzepten

- Raumbezogene Beleuchtung,
- Auf den Bereich des Arbeitsplatzes bezogene Beleuchtung,
- Teilflächenbezogene Beleuchtung geplant werden (siehe Abschnitt 6.2).

Zur Realisierung dieser Beleuchtungskonzepte können die Beleuchtungsarten

- Direktbeleuchtung,
- Indirektbeleuchtung,
- Direkt-/Indirektbeleuchtung angewendet werden (siehe Abschnitt 6.3).

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

Eine sorgfältige Planung beinhaltet somit unter anderem folgende Schritte:

- Auswahl des Beleuchtungskonzeptes (siehe Abschnitt 6.2)
- Auswahl der Beleuchtungsart (siehe Abschnitt 6.3)

- Auswahl der Leuchtmittel
- Auswahl der Leuchten (mit den entsprechenden Leuchtmitteln)
- Festlegung der Anzahl und Anordnung der Leuchten im Raum
- Erstellung eines Wartungsplanes für die Beleuchtungsanlage

6.2 Beleuchtungskonzepte

Zur Beleuchtung von Büroräumen bietet die Technische Regel für Arbeitsstätten „Beleuchtung“ (ASR A3.4) unterschiedliche Möglichkeiten an. Die Beleuchtung kann als raumbezogene Beleuchtung oder auf den Bereich des Arbeitsplatzes bezogene Beleuchtung ausgeführt werden.

Zudem kann für Büroarbeitsplätze eine teilflächenbezogene Beleuchtung zweckmäßig sein. Auf diesen Teilflächen werden bestimmte Sehaufgaben verrichtet, z. B. Lesen, Schreiben, Kontrollieren und Betrachten von Fertigungsprozessen.

Die Wahl des geeigneten Beleuchtungskonzeptes ist abhängig von lichttechnischen und ergonomischen Aspekten und richtet sich nach:

- Art und Anordnung der Arbeitsplätze,
- der geforderten bzw. gewünschten Flexibilität für die Anordnung der Arbeitsplätze im Raum,
- der Notwendigkeit und dem Anspruch an eine Individualisierbarkeit der Beleuchtung sowie der gewünschten Licht- und Raumwirkung.

6.2.1 Raumbezogene Beleuchtung

Bei der Planung einer raumbezogenen Beleuchtung wird der Mindestwert der Beleuchtungsstärke für den gesamten Raumbereich zugrunde gelegt. Dies ist dann sinnvoll, wenn:

- die Anordnung der Arbeitsplätze bei der Planung nicht bekannt ist bzw.
- die spätere Anordnung veränderbar sein soll, wie zum Beispiel in Konferenz- und Besprechungsräume oder in großen Büroräumen.

Die Anforderungen an die Beleuchtung müssen hierbei für den gesamten Raum eingehalten werden. Dies betrifft insbesondere die Beleuchtungsstärken und die Begrenzung der Direktblendung für Bildschirm- und Büroarbeitsplätze.

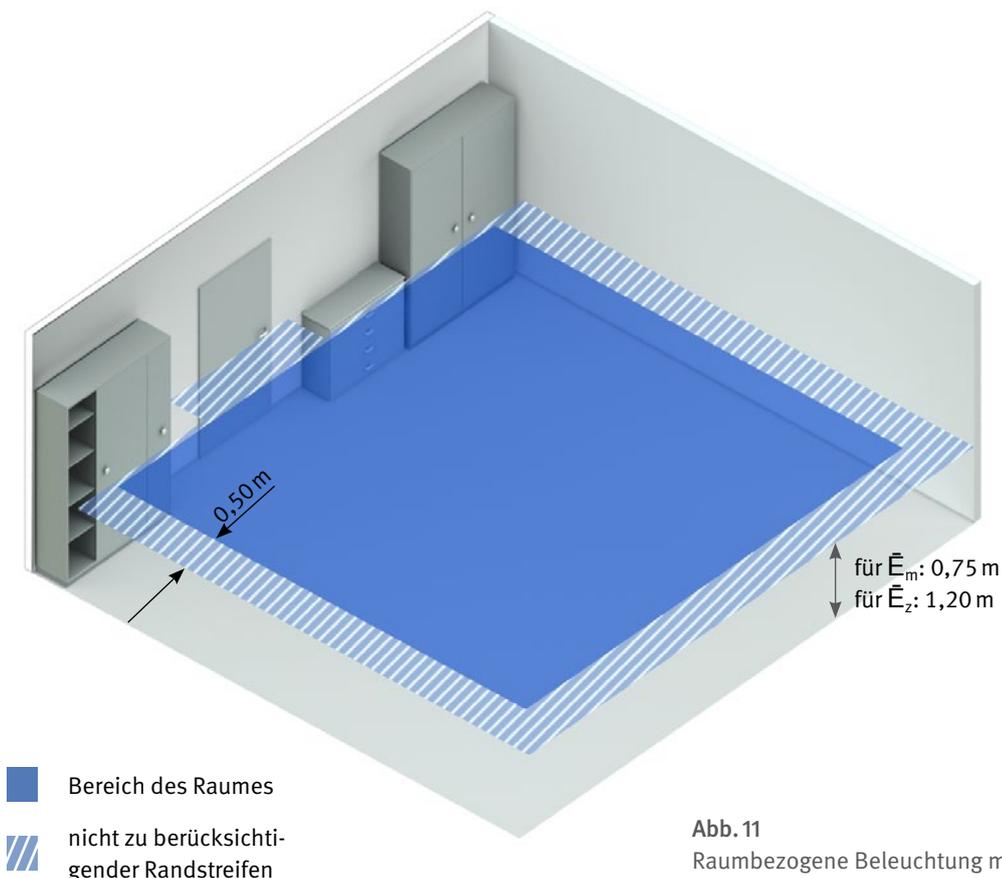
Hinweis

Bei diesem Beleuchtungskonzept kann es zu Nachteilen kommen. Grundsätzlich sollte das Licht dort zur Verfügung stehen wo es gebraucht wird. Dies ist in der Regel der Arbeitsplatz bzw. bestimmte Bereiche des Arbeitsplatzes. Nutzt man die Flexibilität der raumbezogenen Beleuchtung, so kann dies, z. B. bei veränderten Anordnungen der Arbeitsplätze dazu führen, dass die Beleuchtung nicht mehr optimal oder sogar nicht ausreichend ist. Dies ist nach dieser Art der Planung und auch nach ASR A3.4 zulässig, denn die Mindestanforderungen für den Raum werden eingehalten. Dennoch empfiehlt sich in einigen Fällen dann eine Nachbesserung oder Ergänzung der Beleuchtungsanlage. Dieser Nachteil kann an betroffenen Arbeitsplätzen durch den Einsatz geeigneter Arbeitsplatzleuchten ausgeglichen werden.

Empfehlung

Um zu vermeiden, dass bei später realisierten Arbeitsplätzen einige davon nicht ausreichend ausgeleuchtet werden, wird empfohlen, bei der raumbezogenen Beleuchtung mit einer höheren Gleichmäßigkeit zu planen. Eine höhere Gleichmäßigkeit wird zum Beispiel durch die Verwendung vieler Leuchten mit geringeren Lichtströmen statt weniger Leuchten mit hohen Lichtströmen erreicht.

Als Bewertungsfläche zur Berechnung und Überprüfung wird für dieses Beleuchtungskonzept die projizierte Fläche der Raumgrundfläche zugrunde gelegt, für die horizontale Beleuchtungsstärke in einer Höhe von 0,75 m und für die zylindrische Beleuchtungsstärke in 1,20 m über dem Boden. Bei der Planung und Messung kann ein Randstreifen an den Raumwänden von 0,50 m Breite unberücksichtigt bleiben. (Abbildung 11)



- Bereich des Raumes
- nicht zu berücksichtigender Randstreifen

Abb. 11

Raumbezogene Beleuchtung mit den Bewertungsflächen für die horizontale Beleuchtungsstärke (\bar{E}_m) und die zylindrische Beleuchtungsstärke (\bar{E}_z), und dem nicht zu berücksichtigenden Randstreifen von 50 cm

6.2.2 Auf den Bereich des Arbeitsplatzes bezogene Beleuchtung

Bei diesem Beleuchtungskonzept wird hinsichtlich der Beleuchtungsanforderungen nicht die gesamte Raumfläche bewertet. Es ist möglich, Bereiche von Arbeitsplätzen separat zu betrachten. Das Beleuchtungskonzept ist zu empfehlen, wenn

- die Anordnung der Arbeitsplätze und der Arbeitsbereiche bekannt und gleichbleibend ist,
- verschiedene Arbeitsbereiche unterschiedliche Beleuchtungsbedingungen erfordern,
- im Raum unterschiedliche Lichtzonen vorhanden sein sollen.

Dieses Beleuchtungskonzept stellt auch eine gute Lösung dar, wenn in Räumen unterschiedliche Tätigkeiten mit verschiedenen Beleuchtungsanforderungen ausgeführt werden.

Im Gegensatz zur raumbezogenen Beleuchtung werden die Arbeitsplätze und die dort auszuführenden Tätigkeiten spezifisch betrachtet und entsprechend der jeweiligen lichttechnischen Anforderungen geplant.

In großen Räumen mit verschiedenen Nutzungszonen sollte darauf geachtet werden, dass zwischen diesen keine zu hohen Helligkeitsunterschiede auftreten. Es wird empfohlen, in großen Räumen für einzelne nicht genutzte Bereiche die Beleuchtung nicht vollständig auszuschalten, sondern dafür mindestens die für die Verkehrswege geforderten Beleuchtungsstärken einzuhalten. Das dient dazu, Unfallgefahren und ein Unsicherheitsgefühl bei den Beschäftigten zu vermeiden.

Hinweis

Auch für örtlich nicht bekannte oder flexible Anordnungen der Arbeitsplätze beziehungsweise Arbeitsbereiche kann eine auf den Bereich des Arbeitsplatzes bezogene Beleuchtung realisiert werden. Eine Möglichkeit der Umsetzung besteht im Einsatz mobiler Beleuchtungssysteme, zum Beispiel von Stehleuchten, die den Arbeitsplätzen zugeordnet sind. Dabei sind die lichttechnischen Anforderungen nach jeder Veränderung an allen Bereichen des Arbeitsplatzes, im Umgebungsbereich und im Bereich der Verkehrswege einzuhalten. Eine entsprechende Prüfung ist erforderlich.

Die Abmessungen und die Lage der Arbeitsbereiche und der Umgebungsbereiche werden in den Abbildungen 12 und 13 dargestellt und in den folgenden Abschnitten erläutert. Für die Berechnung und Bewertung der Beleuchtungsstärken im Umgebungsbereich kann auch hier ein Randstreifen an den Raumwänden von 0,50 m Breite unberücksichtigt bleiben, sofern sich dort keine Arbeitsplätze befinden.

Hinweis

Der Bereich des Arbeitsplatzes setzt sich aus mehreren Bereichen für die Sehaufgabe nach DIN EN 12464-1 zusammen.

Bereich des Arbeitsplatzes für Bildschirm- und Büroarbeit und für Besprechung

Der Bereich des Arbeitsplatzes setzt sich aus der Arbeitsfläche und der Bewegungsfläche zusammen. Daran grenzt der Umgebungsbereich. Der Bereich des Arbeitsplatzes schließt alle Bereiche ein, in denen bei der Bildschirmarbeit Sehaufgaben erledigt werden können – zum Beispiel Flächen für herkömmliche Schreib- und Leseaufgaben, die Tastatur, den Beleghalter und das Telefon. Geneigte Flächen, wie die Bildschirmanzeige, werden ebenfalls eingeschlossen.

Als Bewertungsfläche zur Berechnung und Überprüfung wird die projizierte Fläche der Arbeitsfläche und der Bewegungsfläche (nach der DGUV Information 215-441

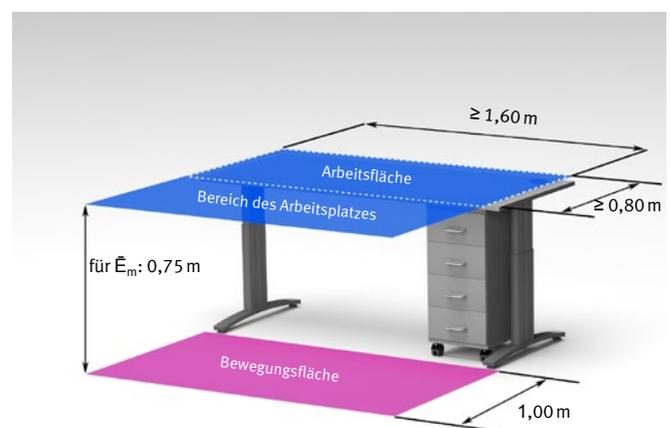


Abb. 12 Der Bereich des Arbeitsplatzes setzt sich aus der Arbeitsfläche und der Bewegungsfläche zusammen

„Büroplanung – Hilfen für das systematische Planen und Gestalten von Büros“) in 0,75 m Höhe über dem Boden zugrunde gelegt (Abbildung 12). Ist die Höhe oder Ebene bekannt, in der die Sehaufgabe ausgeführt wird, kann eine Messung auch dort durchgeführt werden.

Hinweis

Dynamisches Sitzen, das heißt der Wechsel zwischen vorgeneigter, mittlerer und zurückgelehnter Sitzposition, sowie gelegentliches Stehen sind für ein ergonomisches Arbeiten von großer Bedeutung. Wenn Arbeitsflächen und Benutzerflächen bei der Beleuchtung angemessen berücksichtigt sind, ist gewährleistet, dass alle Sehaufgaben, auch die in zurückgelehnter Sitz- oder stehender Arbeitshaltung, ausreichend beleuchtet sind.

Für die visuelle Kommunikation der Beschäftigten ist es wichtig, dass im Bereich der Benutzerfläche eine ausreichende zylindrische Beleuchtungsstärke für die Aufhellung der Gesichter sorgt. Für die zylindrische Beleuchtungsstärke liegt die Bewertungsfläche auf 1,20 m Höhe über dem Boden. Insbesondere bei Besprechungen spielt die Möglichkeit der visuellen Kommunikation eine wichtige Rolle. Auch hier sollte eine ausreichende zylindrische Beleuchtungsstärke vorhanden sein (siehe Abschnitt 4.1.2).

Umgebungsbereich

Der Umgebungsbereich umfasst den restlichen Bereich des Raumes außerhalb der Bereiche des Arbeitsplatzes. Die Bewertungsfläche liegt für die horizontale Beleuchtungsstärke in einer Höhe von 0,75 m und für die

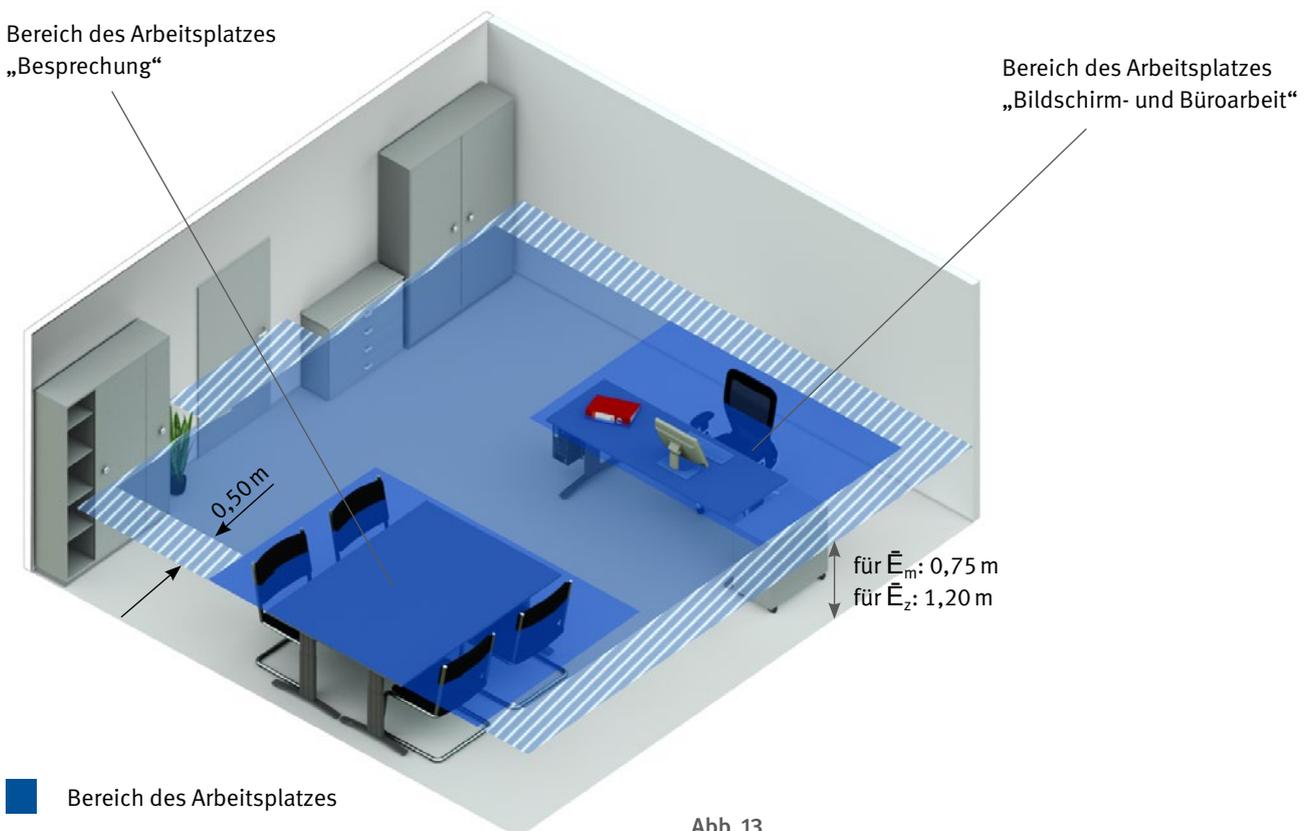


Abb. 13

Auf den Bereich des Arbeitsplatzes bezogene Beleuchtung mit den Bewertungsflächen für die horizontale Beleuchtungsstärke (\bar{E}_m) und die zylindrische Beleuchtungsstärke (\bar{E}_z) und dem nicht zu berücksichtigenden Randstreifen von 50 cm.

zylindrische Beleuchtungsstärke in 1,20 m über dem Boden. Ist die Höhe oder Ebene bekannt, in der die Sehaufgabe ausgeführt wird, sollten eine Messung auch dort durchgeführt werden

Für die Berechnung und Bewertung der lichttechnischen Werte für diesen Bereich kann ein Randstreifen an den Raumwänden von 0,50 m Breite unberücksichtigt bleiben (Abbildung 14).

Bereiche für Verkehrswege

In vielen Fällen ist es vorteilhaft, die Beleuchtung von Verkehrswegen nicht separat zu planen, sondern die Verkehrswege in den Umgebungsbereich einzubeziehen. In größeren Büros kann es zweckmäßig sein, diese getrennt zu betrachten und gegebenenfalls einem getrennten elektrischen Schaltkreis zuzuordnen. Wenn nur wenige Arbeitsbereiche besetzt sind, können z. B. im

Nachtbetrieb die Verkehrswege auf diese Weise ausreichend beleuchtet werden. Durch die separate Beleuchtung der Verkehrswege kann zudem eine optische Strukturierung des Raumes erreicht werden.

Die Bewertungsfläche für die Berechnung und Bewertung der lichttechnischen Werte liegt auf Verkehrswegen in 0,20 m Höhe über dem Boden.

6.2.3 Teilflächenbezogene Beleuchtung

Unter „Teilflächenbezogener Beleuchtung“ versteht man die Beleuchtung von kleineren Flächen innerhalb des Bereichs des Arbeitsplatzes. Auf diesen Teilflächen werden bestimmte Sehaufgaben verrichtet, die höhere Ansprüche an die Beleuchtung erfordern, z. B. Lesen, Schreiben, Kontrollieren. Sie kann zum Beispiel mit einer Schreibtischleuchte realisiert werden.

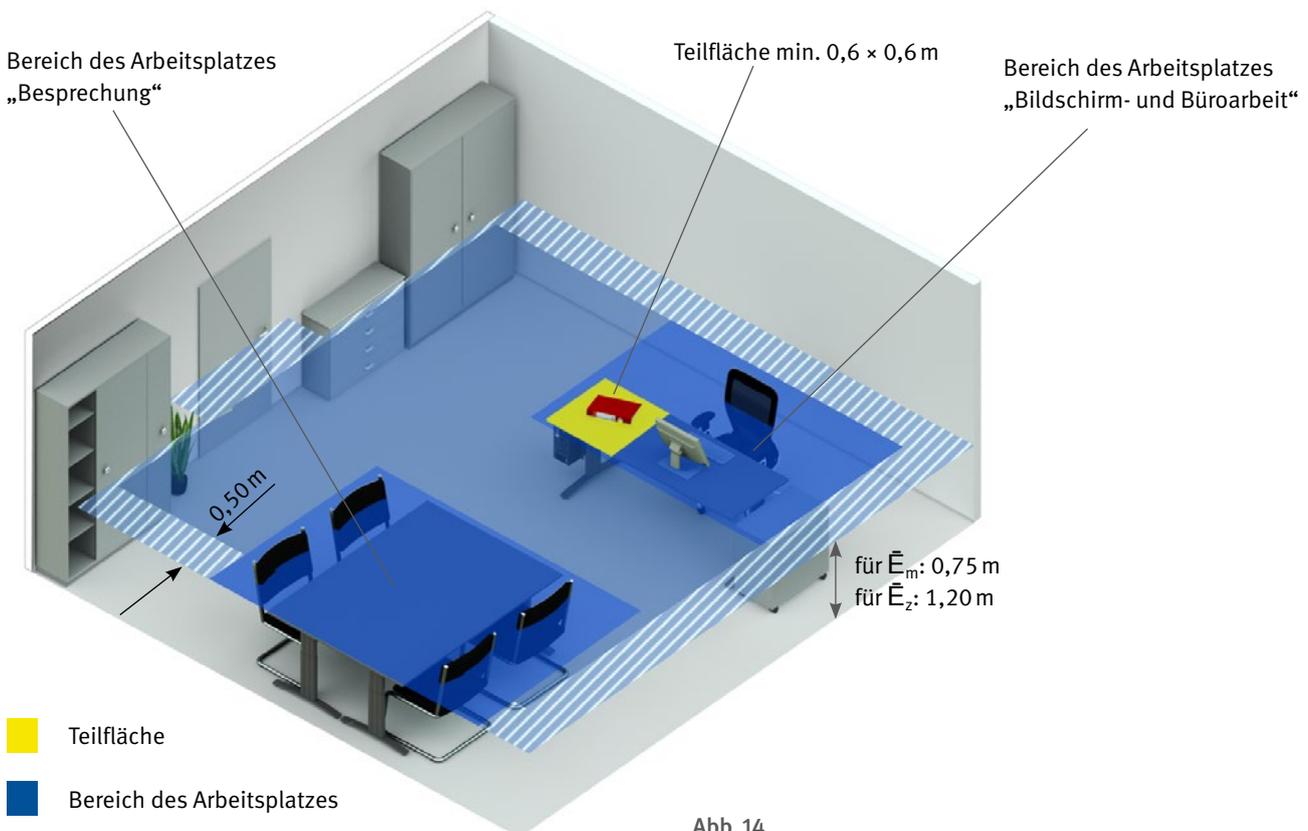


Abb. 14
Teilflächenbezogene Beleuchtung mit den Bewertungsflächen für die horizontale Beleuchtungsstärke (\bar{E}_m) und die zylindrische Beleuchtungsstärke (\bar{E}_z) und dem nicht zu berücksichtigenden Randstreifen von 50 cm.

Werden Mindestwerte der Beleuchtungsstärke über 500 lx gefordert, so ist es nach ASR A3.4 „Beleuchtung“ zulässig, sie nicht am gesamten Arbeitsplatz, sondern nur auf den für die Sehaufgabe relevanten Teilflächen zu erreichen. Hierbei muss beachtet werden, dass die mittlere Beleuchtungsstärke im Bereich des Arbeitsplatzes 500 lx nicht unterschreitet. An keiner Stelle im Bereich des Arbeitsplatzes darf ein Einzelwert der Beleuchtungsstärke 300 lx unterschreiten.

Eine teilflächenbezogene Beleuchtung ist zu empfehlen,

- wenn Tätigkeiten mit unterschiedlichen Sehanforderungen in einem Arbeitsbereich erledigt werden müssen. Die Beleuchtung kann so an die unterschiedlichen Tätigkeiten beziehungsweise Sehaufgaben angepasst werden.
- um die Beleuchtung besser an das individuelle Sehvermögen und andere Erfordernisse der Beschäftigten anzupassen.
- wenn die Konzentration und Fixierung auf einer kleineren Fläche innerhalb des Arbeitsbereiches durch eine erhöhte Beleuchtungsstärke unterstützt werden soll.

Bei der Planung einer teilflächenbezogenen Beleuchtung werden eine oder mehrere Teilflächen entsprechend der jeweiligen Sehaufgabe mit einer Größe von mindestens 600 mm × 600 mm festgelegt. (Abbildung 14).

Die mittlere Beleuchtungsstärke auf der Teilfläche sollte sich von der des Bereichs des Arbeitsplatzes für Bildschirm- und Büroarbeit und des Raumes abheben. Es wird empfohlen, dass sie mindestens 750 lx beträgt. Benachbarte Teilflächen und Arbeitsbereiche sollten grundsätzlich keine zu hohen Leuchtdichteunterschiede aufweisen.

Hinweis

Für die Beleuchtung von Teilflächen können Arbeitsplatzleuchten, z. B. Schreibtischleuchten, verwendet werden. Diese sollten den sicherheitstechnischen, ergonomischen und lichttechnischen Anforderungen nach DIN 5035-8 entsprechen.

6.3 Beleuchtungsarten

Je nach Lichtstromverteilung der Leuchten werden folgende Beleuchtungsarten unterschieden:

- Direktbeleuchtung
- Indirektbeleuchtung
- Direkt-/Indirektbeleuchtung

6.3.1 Direktbeleuchtung

Bei einer Direktbeleuchtung wird mehr als 90 % des Lichtstroms der Leuchten in den Raum unterhalb der Leuchte gelenkt (Abbildung 15).

Die Leuchten können folgende prinzipielle Merkmale aufweisen:

- Leuchten, bei denen das Leuchtmittel (Lampe, LED) von unten sichtbar ist (Leuchten mit Rastern, seitlichen Reflektoren, Leuchten ohne oder mit klaren, nicht strukturierten Abdeckungen)
- Leuchten mit lichtlenkenden Abdeckungen über Prismen, Mikrostrukturen oder Linsen
- Leuchten mit innenliegenden lichtlenkenden Reflektoren

Diese Leuchten sind meist als Deckeneinbau- beziehungsweise als Deckenanbauleuchten, Pendelleuchten oder Stehleuchten ausgeführt.

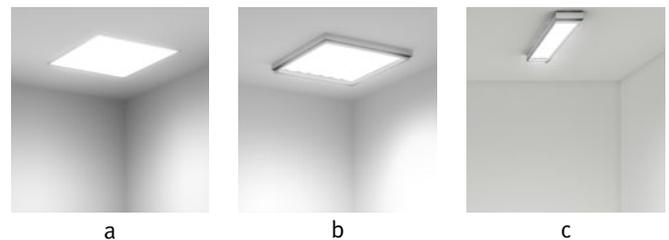


Abb. 15

Beispiele für direkt strahlende Leuchten
a) Deckeneinbauleuchte
b) Deckenanbauleuchte
c) Deckenanbauleuchte
d) Stehleuchte

Bei der Direktbeleuchtung fällt kaum 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 vom Arbeitsplatz angeordnet werden. Direktbeleuchtung erfordert im Besonderen matte bis seidenmatte Oberflächen der Arbeitsmittel und Möbel.

Leuchten mit tiefstrahlender Lichtstärkeverteilung – zum Beispiel hochentblendete LED-Leuchten, Leuchten mit Darklight-Rastern, Downlights – beziehungsweise unten offene Leuchten sollen nicht direkt über den Arbeitsplätzen angeordnet werden, da sie zu folgenden Nachteilen führen können:

- Reflexblendung auf den Arbeitsmitteln
- Verschattung der Arbeitsfläche durch den eigenen Körper
- zu starke und harte Schattenbildung
- ungünstige Schattenbildung auf Gesichtern
- zu geringe Aufhellung der Gesichter für die visuelle Kommunikation
- Probleme bei Brillenträgern (Reflexionen innen auf den Brillengläsern)



Abb. 16 Beispiel für Direktbeleuchtung

6.3.2 Indirektbeleuchtung

Bei einer Indirektbeleuchtung wird der Lichtstrom der Leuchten unmittelbar an die Decke, an Wände oder andere geeignete Reflexionsflächen – zum Beispiel Lichtsegel – gelenkt und von dort weitgehend gleichmäßig gestreut in den Raum und auf die relevanten Arbeitsflächen reflektiert (Abbildung 17).

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.



Abb. 17 Beispiel für Indirektbeleuchtung

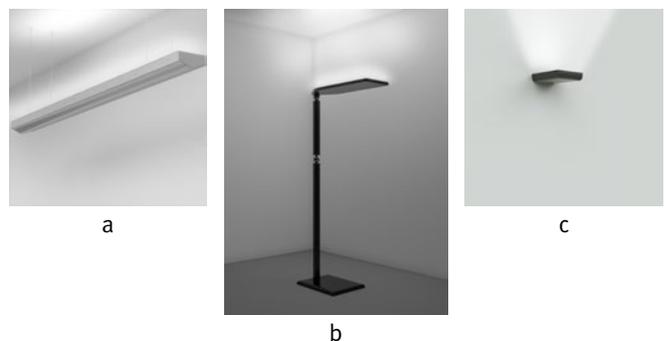


Abb. 18 Beispiele für indirekt strahlende Leuchten

- a) Pendelleuchte
- b) Stehleuchte
- c) Wandleuchte

Bei einer gut gestalteten Indirektbeleuchtung wird eine helle Decke mit angenehmer Leuchtdichte und geringen Leuchtdichteunterschieden erzielt. Die Lichtstärkeverteilung der Leuchten sollte breitstrahlend sein. Es ist darauf zu achten, dass keine hellen „Lichtflecken“ mit hohen Leuchtdichten entstehen, die einen unruhigen Eindruck der Decke bewirken oder sogar zu Blendung führen können. Auch deshalb sollte der vom Hersteller empfohlene Abstand zwischen Leuchte und Decke gewählt werden. Das setzt eine ausreichende Raumhöhe voraus.

Die Gefahr von Reflexblendung ist bei Indirektbeleuchtung gering. Die Anordnung der Leuchten kann weitgehend unabhängig von der Anordnung der Arbeitsplätze gewählt werden.

Die Wirksamkeit dieser Beleuchtungsart hängt in starkem Maße von den Reflexionseigenschaften der reflektierenden Flächen ab. Deren Reflexionsgrad sollte im oberen Bereich der in Abschnitt 4.1.5 empfohlenen Reflexionsgrade liegen. Der Glanzgrad sollte matt oder seidenmatt sein.

Es kann notwendig sein, für die Indirektbeleuchtung einen höheren Wartungsaufwand einzuplanen (siehe Abschnitt 6.5).

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

6.3.3 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 19).

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

Bei der Planung einer Direkt-/Indirektbeleuchtung sind die gleichen Gesichtspunkte relevant wie bei der Direktbeziehungsweise 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 die Gefahr von Reflexblendung gering.

Eine Direkt-/Indirektbeleuchtung kann auch durch Kombination von Leuchten für Direktbeleuchtung und für Indirektbeleuchtung realisiert werden – zum Beispiel durch Indirektbeleuchtung kombiniert mit direkt strahlenden Arbeitsplatzleuchten.



Abb. 19 Beispiel für Direkt-/Indirektbeleuchtung

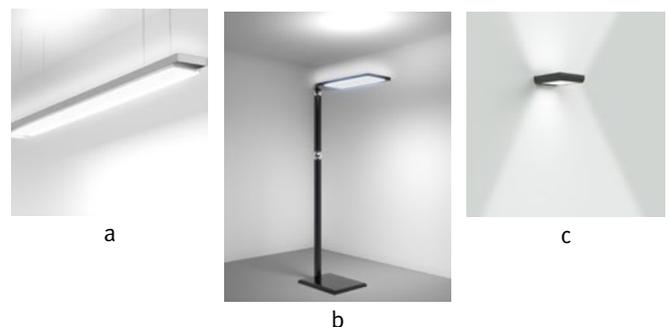


Abb. 20 Beispiele für direkt/indirekt strahlende Leuchten
a) Pendelleuchte
b) Stehleuchte
c) Wandleuchte

6.4 Lichtmanagement

Das zielgerichtete Beeinflussen der Lichtverhältnisse durch Schalten, Steuern und Regeln wird als Lichtmanagement bezeichnet. Lichtmanagement ermöglicht es den Nutzenden, die Lichtsituation zu verändern, um diese den Sehaufgaben bzw. der Raumstimmung anzupassen. Außerdem können die Nutzenden unterstützt werden, indem z. B. die künstliche Beleuchtung auf das einfallende Tageslicht reagiert und gedimmt wird. Die Anwesenheit von Personen kann über Bewegungssensoren erfasst werden, so dass die Beleuchtung beim Eintritt in den Raum angeht und nach dem Verlassen wieder ausgeht. Über Lichtmanagement können auch die Jalousien manuell bedient oder automatisch verfahren werden. Ebenso gibt es Beleuchtungssysteme, die entsprechend der Tages- und Jahreszeit z. B. die Beleuchtungsstärke und die Lichtfarbe sowie auch die Lichtrichtung ändern.

Lichtmanagement hat in der Regel zum Ziel, je nach Sehaufgaben und Situationen sowie Tages- und Jahreszeit geeignete Lichtstimmungen zu schaffen. Letztlich soll das richtige Licht zur richtigen Zeit am richtigen Ort sein.

Zudem soll der Energiebedarf für die Beleuchtung reduziert werden, indem Licht ausgeschaltet wird, wenn es nicht benötigt wird.

Der technologische Fortschritt bei der Ausstattung von Gebäuden ermöglicht es, eine Gebäudeautomation vorzusehen, in der die Beleuchtung zusammen mit anderen technischen Gebäudeparametern integriert und gesteuert wird. So erlauben z. B. BUS-Systeme den schnellen Informationsaustausch, wodurch Lichtmanagement erleichtert wird. Die Bedienung der Beleuchtung ist dabei nicht nur auf die Schalter an der Tür beschränkt, sondern kann über andere Bedienstellen z. B. über den PC oder mobile Geräte erfolgen. Voreingestellte Lichtsituationen können „mit einem Knopfdruck“ ausgewählt werden. Die Bedienung soll einfach und verständlich sein.

Damit Lichtmanagement im Betrieb funktioniert, muss es in einer frühen Planungsphase berücksichtigt werden. Technische Anpassungen sind im Nachhinein meist nur schwer möglich.

Über die Möglichkeiten der Bedienung und der Zweckmäßigkeit der eingestellten Lichtsituationen müssen die Beschäftigten ausreichend informiert werden.

Im Folgenden sind Ziele und mögliche Vorteile des Lichtmanagements aufgeführt:

6.4.1 Beleuchtung an die Tätigkeiten und Bedürfnisse anpassen

- Gute Sehbedingungen für die jeweiligen Tätigkeiten schaffen: Beleuchtungsstärken können durch Dimmen verändert werden, Lichteinfallrichtungen durch die Wahl verschiedener Lichtsysteme.
- Den biologischen Rhythmus des Menschen unterstützen: Die Lichtsituation kann am Tag durch höhere Beleuchtungsstärken mit höheren Farbtemperaturen geprägt sein, während am Abend eher warmweiße Lichtfarben und geringe Beleuchtungsstärken eingestellt werden. Eine solche Steuerung kann auch automatisch über ein Zeitprogramm erfolgen.
- Den Erwartungen entsprechen: Verschiedene installierte Lichtsysteme erlauben die Einstellung unterschiedlicher Lichtstimmungen.

6.4.2 Nutzung des Tageslichts optimieren

- Wärme und Blendung durch einfallendes Tageslicht reduzieren: Sonnenschutzvorrichtungen werden entsprechend dem Sonnenstand und dem Tageslichteinfall automatisch mitgeführt, können bei Bedarf aber auch manuell von den Beschäftigten bedient werden.
- Wärmeschutz: An heißen Sommertagen werden die Sonnenschutzvorrichtungen automatisch geschlossen, sobald das Licht auf die Fassade fällt.
- Blendschutz und Sichtverbindung nach außen: Die Lamellen der Jalousien werden automatisch entsprechend der Sonneneinstrahlrichtung eingestellt, sodass noch der Blick nach außen möglich ist (Cut off Stellung).
- Die künstliche Beleuchtung wird abhängig vom Tageslicht betrieben: Bei genügendem Tageslicht wird die künstliche Beleuchtung gedimmt bzw. ausgeschaltet. Beim Schließen der Jalousien steht wiederum die künstliche Beleuchtung zur Verfügung.

6.4.3 Betriebskosten sparen

- Beleuchtung je nach Anwesenheit schalten: Die Beleuchtung reagiert, wenn eine Person den Raum oder den Wirkungsbereich betritt. Sie geht wieder aus, wenn über einige Zeit keine Bewegung bzw. Anwesenheit registriert wird.
- Beleuchtung an Tageslichteinfall anpassen: Das einfallende Tageslicht kann einen großen Teil der künstlichen Beleuchtung übernehmen. Wird die Tageslichtverfügbarkeit über Sensoren erfasst, kann die künstliche Beleuchtung entsprechend gedimmt werden (Abb. 21).

6.4.4 Erleichterung der Wartung

- Kontrolle über Funktionsfähigkeit: Die Leuchten geben über ein gebäudeweites BUS-System Signale über ihren Funktionszustand an eine Zentrale. Dadurch können der Wartungsbedarf frühzeitig erkannt oder sofort bei Ausfall die Lampen bzw. Leuchten ausgewechselt werden.
- Sicherheitsbeleuchtung kann integriert werden: Über das BUS-System kann zusätzlich die Sicherheitsbeleuchtung integriert werden. Dies ermöglicht z. B. eine gezielte Lenkung und Evakuierung der Beschäftigten im Notfall.

6.4.5 Flexible Nutzung Raum/Beleuchtungsanlagen

- Vermeidung teurer Änderungen der Installationen: Sind die Leuchten intelligent vernetzt, können sie bei Umbau oder Neuorganisation zu neuen Schaltgruppen zusammengefasst werden. Dabei erfolgt die „Umadressierung“ über eine zentrale Software.

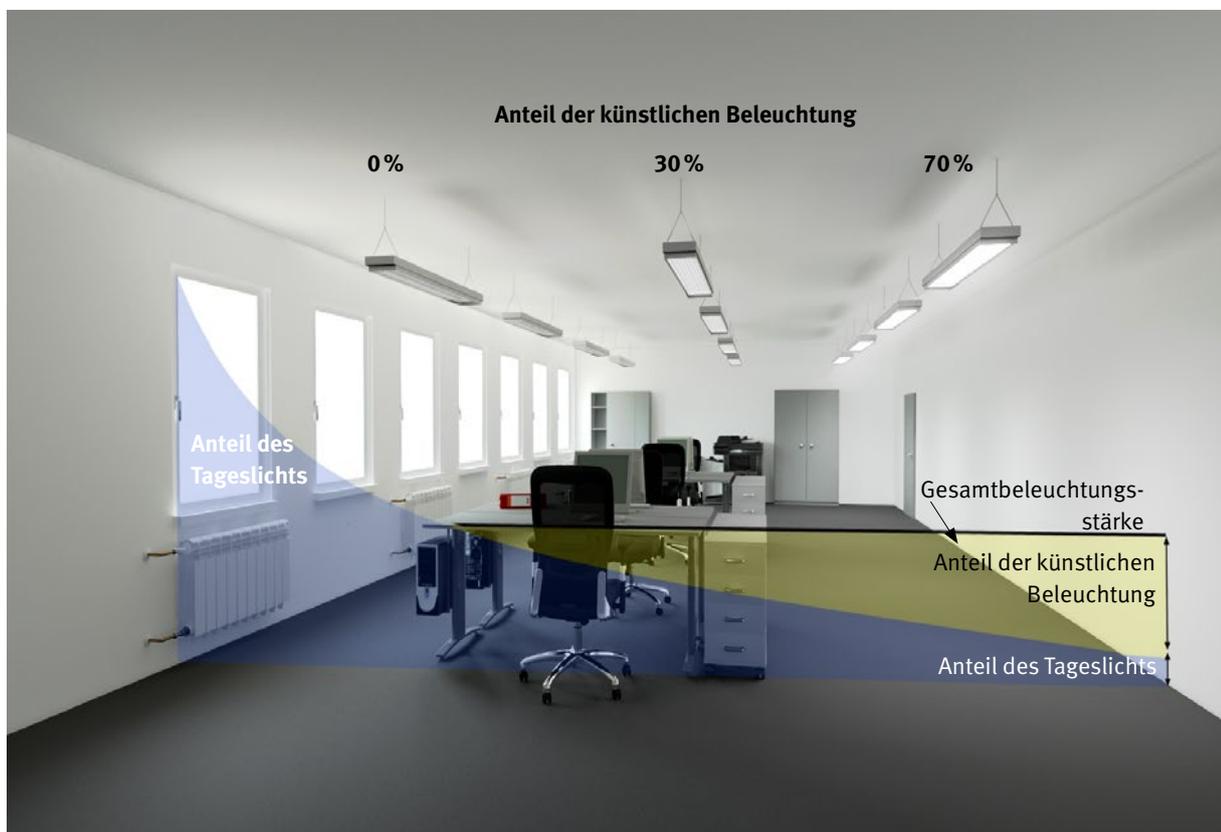


Abb. 21 Steuerung der Beleuchtungsanlage (siehe Prozentangaben) in Abhängigkeit des einfallenden Tageslichts

6.5 Wartung und Instandhaltung

Der Lichtstrom der Beleuchtungsanlage und damit die Beleuchtungsstärken nehmen über die Betriebsdauer durch Alterung und Verschmutzung ab. Dies geschieht in Abhängigkeit von den eingesetzten Lichtquellen, Leuchten und Betriebsgeräten sowie von den Raumbooberflächen. Dies gilt sowohl für konventionelle Lichtquellen, z. B. Leuchtstofflampen, als auch für LED-Lichtquellen.

Daher muss die Beleuchtungsanlage regelmäßig gewartet und gegebenenfalls instandgesetzt werden. Zur Wartung gehört die Reinigung der Leuchten und möglicherweise auch die Renovierung des Raumes.

Wie bei Leuchtstofflampen reduziert sich auch bei LED-Lichtquellen der Lichtstrom während der Nutzungszeit, allerdings wesentlich langsamer. Ein typischer Wert hier- für ist bei LED-Lichtquellen ein Rückgang auf 80 % des Ausgangslichtstromes bei einer Betriebsdauer von 50.000 Stunden. Dies wird durch die sogenannte mittlere Bemessungslebensdauer $L_{80} = 50.000$ h ausgedrückt.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die LED-Lichtquellen häufig mit der Leuchte fest verbunden sind und dann ein Wechsel nicht möglich ist. Hier muss sich die Wartung auf die Reinigung der Leuchte beschränken. Die Reinigung von Leuchten mit LED-Lichtquellen ist in vielen Fällen unkompliziert, wenn die LED-Lichtquelle mit einer Abdeckung versehen ist.

Leuchtstofflampen lassen sich problemlos durch neue austauschen, wobei die ursprüngliche Lichtqualität (Lichtstrom, Farbwiedergabe, Farbtemperatur) mindestens erreicht werden muss. Günstig ist in vielen Fällen ein Gruppenaustausch. Werden hingegen Leuchtstofflampen durch LED-Ersatzlampen (sogenannte Retrofits) ausgetauscht, kann dies die Betriebssicherheit einschränken und die lichttechnischen Eigenschaften ändern, sodass sowohl die sicherheitstechnischen, als auch die Anforderungen an die Beleuchtung nicht mehr eingehalten werden. Deshalb ist hierfür eine Elektrofachkraft hinzuzuziehen.

(siehe auch Hinweise von VDE und ZVEI zum Einsatz von LED-Lampen als Alternative zu zweiseitig gesockelten Leuchtstofflampen in Leuchten, überarbeitete Ausgabe Dezember 2016)

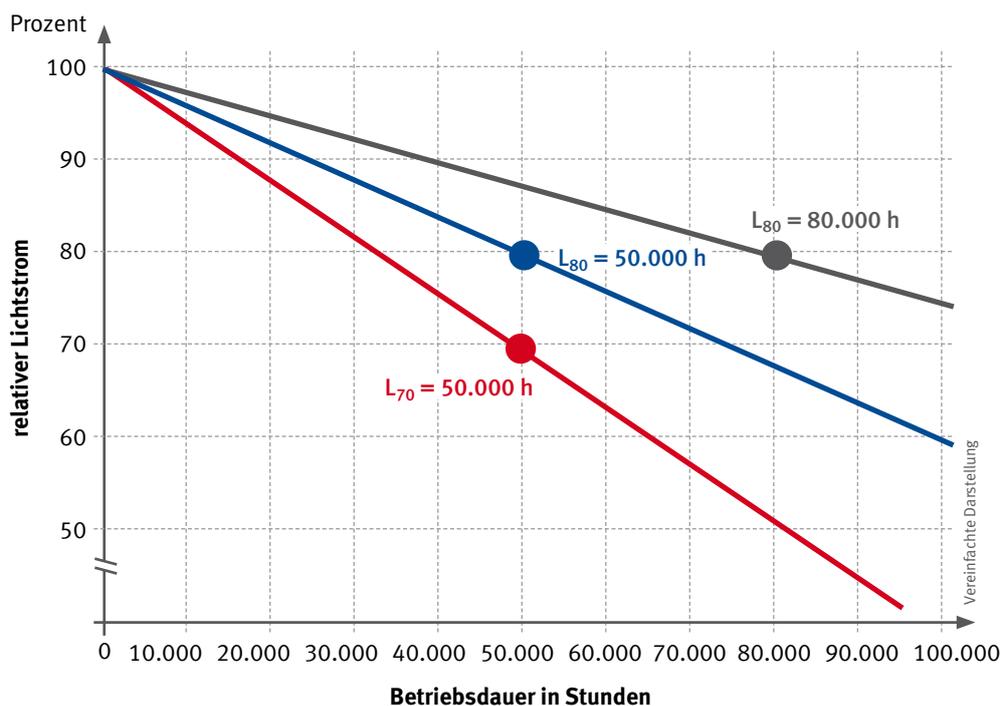


Abb. 22 Schematische Darstellung der Abnahme des Lichtstroms über der Betriebsdauer

Die Anforderungen für die Beleuchtungsstärke sind Mindestwerte, die jederzeit erreichbar sein müssen. Wenn diese Werte nicht mehr erreicht werden, muss die Beleuchtungsanlage gewartet werden. Sie werden nach DIN EN 12464-1 auch „Wartungswerte der Beleuchtungsstärke“ genannt.

Nach Wechsel der Leuchtmittel, Reinigung der Leuchten und Renovierung des Raums wird nahezu der Neuwert der Beleuchtungsstärke erreicht. Bei Leuchten mit nicht austauschbaren LED-Lichtquellen können nur die Reinigung der Leuchten und die Renovierung des Raums durchgeführt werden.

Die Einflüsse von Alterung und Verschmutzung der Beleuchtungsanlage werden durch den Wartungsfaktor berücksichtigt, den der Planer oder die Planerin mit dem

Wartungsplan festlegt. Der Wartungsplan enthält die zeitlichen Intervalle für die Reinigung und gegebenenfalls den Austausch von Lampen bzw. Lichtquellen, die Reinigung der Leuchten und die Renovierung der Raumboflächen. Der Wartungsplan muss beim Betrieb der Anlage eingehalten werden, damit die Beleuchtungsstärken nicht unter den Mindestwert fallen können.

Beim Vergleich von Beleuchtungsplanungen sollte auf die jeweils angenommenen Wartungsfaktoren geachtet werden. Die Wahl des Wartungsfaktors hat einen Einfluss auf die Investitions- und Betriebskosten.

Als Referenzwerte können unter Einhaltung der aufgeführten Randbedingungen folgende Werte herangezogen werden (Tabelle 4):

Tabelle 4 Referenzwerte für den Wartungsfaktor

Beleuchtungsart	Wartungsfaktor
Leuchten mit stabförmigen Leuchtstofflampen direkt und direkt/indirekt strahlend mit einem Lampenwechsel nach drei Jahren und jährlicher Leuchtenreinigung in sauberen Räumen	0,75
Leuchten mit LED direkt und direkt/indirekt strahlend mit jährlicher Leuchtenreinigung sowie vorwiegend indirekt strahlend mit mindestens halbjährlicher Leuchtenreinigung in sauberen Räumen unter Beachtung des Lichtstromrückgangs bis zur Lebensdauer $L_{80} = 50.000 \text{ h}$ $L_{90} = 50.000 \text{ h}$	0,70 0,80
Beim Fehlen von Daten für die spezifische Planung der Beleuchtungsanlage, aber auch für eine überschlägige Projektierung	0,67

Für die Berechnung des Neuwertes \ddot{E}_{neu} der Beleuchtungsstärke ist der Mindestwert der Beleuchtungsstärke \ddot{E}_m durch den Wartungsfaktor WF zu dividieren ($\ddot{E}_{neu} = \ddot{E}_m / WF$):

Tabelle 5 Beispiel für die Berechnung des Neuwertes der Beleuchtungsstärke für eine Beleuchtungsanlage

Beispiel für eine Berechnung des Neuwertes der Beleuchtungsstärke einer Beleuchtungsanlage mit LED Leuchten	
In einem Büroraum werden zur Beleuchtung Direkt-/Indirektleuchten eingesetzt. Die Verschmutzung im Büroraum ist gering. Die Leuchten werden einmal im Jahr gereinigt. Die Lebensdauerangabe beträgt L80 50.000 h (mittlere Bemessungslebensdauer)	
Mindestwert der Beleuchtungsstärke	$\ddot{E}_m = 500 \text{ lx}$ (entspricht E_h für den Bereich des Arbeitsplatzes bzw. des Raumbereiches)
Daten für die Beleuchtungsanlagen	Leuchten mit LED direkt und direkt/indirekt strahlend mit mindestens jährlicher Leuchtenreinigung unter Beachtung des Lichtstromrückgangs bis zur Lebensdauer L₈₀ = 50.000 h
Wartungsfaktor	WF = 0,70
Planungsfaktor	$p = 1/WF$ $p = 1,43$
Neuwert der Beleuchtungsstärke	$\ddot{E}_{neu} = \ddot{E}_m \times p$ oder $\ddot{E}_{neu} = \ddot{E}_m / WF$ $\ddot{E}_{neu} = 714 \text{ lx}$

Für die Planung der Beleuchtungsanlage in dem Büroraum sollte von einem Neuwert der Beleuchtungsstärke von ca. 720 lx ausgegangen werden.

siehe auch:

- CIE Nr 97, D 2008: Leitfaden zur Wartung von elektrischen Beleuchtungsanlagen im Innenraum
- LiTG: Wartung von LED Beleuchtungsanlagen (in der Fertigstellung)

7 Anhang

Literaturverzeichnis

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften, Regeln und Informationen zusammengestellt.

1. Gesetze, Verordnungen

Bezugsquelle

Buchhandel und Internet:

z. B. www.gesetze-im-internet.de

- Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV), Ausgabedatum: 2017-10
- Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV), Ausgabedatum: 2008-12

2. Technische Regeln für Arbeitsstätten

Bezugsquelle

z. B. www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/ASR.html

Regeln

- Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR) A3.4 „Beleuchtung“, Ausgabedatum: 2011-04

3. Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

Bezugsquelle

Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger und unter www.dguv.de/publikationen

Informationen

- **DGUV Information 215-210**
„Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“
- **DGUV Information 215-211**
„Tageslicht am Arbeitsplatz – leistungsfördernd und gesund“
- **DGUV Information 215-220**
„Nichtvisuelle Wirkungen von Licht auf den Menschen“
- **DGUV Information 215-410**
„Bildschirm- und Büroarbeitsplätze – Leitfaden für die Gestaltung“

- **DGUV Information 215-441**

„Büroamplanung – Hilfen für das systematische Planen und Gestalten von Büros“

- **DGUV Information 215-444**

„Sonnenschutz im Büro – Hilfen für die Auswahl von geeigneten Blend- und Wärmeschutzvorrichtungen an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen“

4. Normen

Bezugsquelle

Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin

- DIN EN 12464-1
„Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen, Teil 1“, Ausgabedatum: 2011-08
- DIN 5034
„Tageslicht in Innenräumen“, Teil 1 „Allgemeine Anforderungen“, Ausgabedatum: 2011-07
- DIN 5340
„Begriffe der physiologischen Optik“, Ausgabedatum: 1998-04
- DIN 5031
„Strahlungsphysik im optischen Bereich und Lichttechnik“, Teil 3 „Größen, Formelzeichen und Einheiten der Lichttechnik“, Ausgabedatum: 1982-03
- DIN EN 17037
„Tageslicht in Gebäuden“, Ausgabedatum: 2019-03

5. Sonstiges

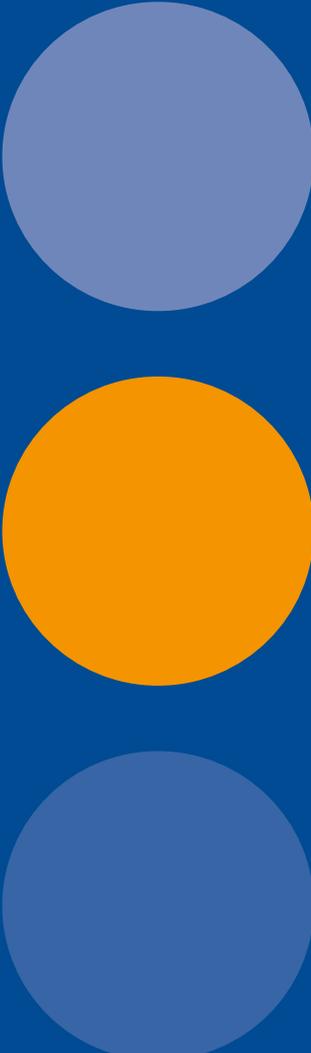
- VBG Ratgeber „Telearbeit – Gesundheit, Gestaltung, Recht“, Ausgabedatum: 2018-04
- ZVEI-Publikation
Temporal Light Artefacts – TLA“, Ausgabedatum: 2017-03
- ZVEI-Publikation
Hinweise von VDE und ZVEI zum Einsatz von LED-Lampen als Alternative zu zweiseitig gesockelten Leuchtstofflampen in Leuchten, überarbeitete Ausgabe Dezember 2016
- CIE-Publikation Nr 97, D 2008: Leitfaden zur Wartung von elektrischen Beleuchtungsanlagen im Innenraum

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

215-442

DGUV Information 215-442



Beleuchtung im Büro

Teil 2

Planungsbeispiele

kommit mensch ist die bundesweite Kampagne der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland. Sie will Unternehmen und Bildungseinrichtungen dabei unterstützen eine Präventionskultur zu entwickeln, in der Sicherheit und Gesundheit Grundlage allen Handelns sind. Weitere Informationen unter www.kommmitmensch.de

Impressum

Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Büro des Fachbereichs Verwaltung der DGUV

Ausgabe: Juli 2020

DGUV Information 215-442
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter www.dguv.de/publikationen

Beleuchtung im Büro

Planungsbeispiele

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorbemerkung	5
Übersicht	6
Beispiele	8
1 Einzelbüro	10
1.1 Einzelbüro, Beleuchtungslösung 1	11
1.2 Einzelbüro, Beleuchtungslösung 2	12
1.3 Einzelbüro, Beleuchtungslösung 3	13
2 Zweipersonenbüro	14
2.1 Zweipersonenbüro, Beleuchtungslösung 1	16
2.2 Zweipersonenbüro, Beleuchtungslösung 2	18
2.3 Zweipersonenbüro, Beleuchtungslösung 3	20
3 Gruppenbüro	22
3.1 Gruppenbüro, Beleuchtungslösung 1	24
3.2 Gruppenbüro, Beleuchtungslösung 2	26
4 Konferenzraum	28
4.1 Konferenzraum, Beleuchtungslösung 1	30
4.2 Konferenzraum, Beleuchtungslösung 2	32
5 Telearbeitsplatz	34
5.1 Telearbeitsplatz, Beleuchtungslösung 1	35
5.2 Telearbeitsplatz, Beleuchtungslösung 2	36
5.3 Telearbeitsplatz, Beleuchtungslösung 3	37
6 Open Space Office, Offene Bürolandschaft	38
6.1 Open Space Office, Beleuchtungslösung 1	40
6.2 Open Space Office, Beleuchtungslösung 2	46
6.3 Open Space Office, Beleuchtungslösung 3	52

Vorbemerkung

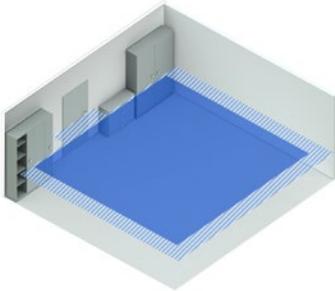
Dieser Teil der DGUV Information enthält eine Sammlung von Beleuchtungslösungen, die zeigt, wie die im ersten Teil der DGUV Information beschriebenen Anforderungen an die lichttechnischen Kriterien einer Bürobeleuchtung realisiert werden können.

Diese Sammlung gibt Anregungen, wie bei der Planung einer Beleuchtungsanlage spezifische Gegebenheiten aufgrund unterschiedlicher Bürotätigkeiten, verschiedener Raumkonzepte und Organisationsformen berücksichtigt werden. Die Übertragung der Beleuchtungslösungen auf reale Bürosituationen ist durch fachkundige Planerinnen und Planer möglich, die dazu genaue Entwürfe erstellen und Berechnungen durchführen.

Übersicht

Wichtige Werte für Beleuchtungsanlagen in Büros auf einem Blick

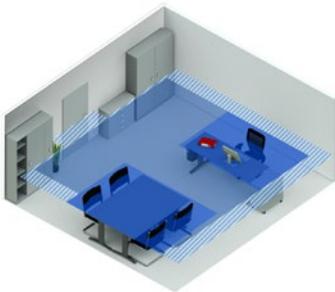
Mindestwerte für die raumbezogene Beleuchtung siehe 6.2.1 Teil 1



	horizontale Beleuchtungsstärke		zylindrische (mittlere vertikale) Beleuchtungsstärke	
	\bar{E}_m [lx]	U_0	\bar{E}_z [lx]	U_0
Bereich des Raumes	500	0,6	$0,33 \times \bar{E}_m$	0,5

nicht zu berücksichtigender Randstreifen

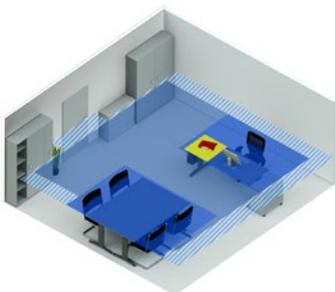
Mindestwerte für die auf den Bereich des Arbeitsplatzes bezogene Beleuchtung siehe 6.2.2 Teil 1



	horizontale Beleuchtungsstärke		zylindrische (mittlere vertikale) Beleuchtungsstärke	
	\bar{E}_m [lx]	U_0	\bar{E}_z [lx]	U_0
Bereich des Arbeitsplatzes	500	0,6	$0,33 \times \bar{E}_m$	0,5
Umgebungsbereich	300	0,5	$0,33 \times \bar{E}_m$	0,5

nicht zu berücksichtigender Randstreifen

Mindestwerte für die teilflächenbezogene Beleuchtung siehe 6.2.3 Teil 1



	horizontale Beleuchtungsstärke		zylindrische (mittlere vertikale) Beleuchtungsstärke	
	\bar{E}_m [lx]	U_0	\bar{E}_z [lx]	U_0
Teilfläche min. 0,6 m × 0,6 m	750			
Bereich des Arbeitsplatzes	500	0,6	$0,33 \times \bar{E}_m$	0,5
Umgebungsbereich	300	0,5	$0,33 \times \bar{E}_m$	0,5

nicht zu berücksichtigender Randstreifen

Wichtige Begriffsbestimmungen und Formelzeichen enthält die DGUV Information 215-210 „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“.

Höhe der Bewertungsfläche für die Mindestwerte der Beleuchtungsstärken

- horizontale Beleuchtungsstärke (\bar{E}_m) 0,75
- zylindrische (mittlere vertikale) Beleuchtungsstärke (\bar{E}_z) 1,20 m

Ist die Höhe oder Ebene bekannt, in der die Sehaufgabe ausgeführt wird, kann eine Messung auch dort durchgeführt werden.

Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärken U_0 oder g_1

$$U_0 = E_{\min} : \bar{E}$$

(Verhältnis von minimaler Beleuchtungsstärke zu mittlerer Beleuchtungsstärke)

Begrenzung der Direktblendung nach dem UGR-Verfahren

siehe 4.2.1 Teil 1

UGR-Wert ≤ 19 **Empfehlungen zur Festlegung des Wartungsfaktors**

siehe 6.5 Teil 1

Beleuchtungsart	Wartungsfaktor
Leuchten mit stabförmigen Leuchtstofflampen direkt und direkt/indirekt strahlend mit einem Lampenwechsel nach drei Jahren und jährlicher Leuchtenreinigung in sauberen Räumen	0,75
Leuchten mit LED direkt und direkt/indirekt strahlend mit jährlicher Leuchtenreinigung sowie vorwiegend indirekt strahlend mit mindestens halbjährlicher Leuchtenreinigung in sauberen Räumen unter Beachtung des Lichtstromrückgangs bis zur Lebensdauer $L_{80} = 50.000 \text{ h}$ $L_{90} = 50.000 \text{ h}$	0,70 0,80
Beim Fehlen von Daten für die spezifische Planung der Beleuchtungsanlage, aber auch für eine überschlägige Projektierung	0,67

Beispiele

Für die Beleuchtungslösungen in den Beispielen wurden lichttechnische Daten von realen LED-Leuchten verwendet, die so oder ähnlich von mehreren Leuchtenherstellern angeboten werden. Bei der Übertragung der Beleuchtungslösungen müssen sowohl alle tatsächlich vorliegenden Gegebenheiten der Räume, als auch die jeweiligen Leuchtendaten berücksichtigt werden.

Die Rasterung eines Gebäudes wird bestimmt durch sogenannte Achsmaße. Das Achsmaß für alle Büros in diesen Beispielen beträgt 1,35 m – einen derzeit typischen Wert.

Die angenommenen Raumhöhen für die Beispiele sind für

- Einzelbüro, Zweipersonenbüro, Gruppenbüro und Konferenzraum 2,80 m
- Office at Home 2,50 m
- Open Space Office 3,00 m

Die gewählten Büros repräsentieren unterschiedliche Büroformen mit für die Praxis typischen Raumgeometrien und Möblierungen. Es werden ebenfalls verschiedene Beleuchtungslösungen für ein Open Space Büro dargestellt. Diese Büroraumform wird derzeit immer häufiger nachgefragt, da damit eine innovative Arbeitsweise verknüpft wird.

Um einen Eindruck zu vermitteln, welche Lichtwirkungen mit den Beleuchtungslösungen erzielt werden können, sind Abendsituationen visualisiert.

Lichtmanagement ist inzwischen ein wichtiger Bestandteil moderner Beleuchtungsanlagen (Abschnitt 6.4 Teil 1). Die dazugehörigen Bediengeräte werden meistens neben der Tür angebracht. Auf Barrierefreiheit der erforderlichen Bedienelemente und des Bedienkonzeptes ist zu achten (siehe DGUV Information 215-112 „Barrierefreie Arbeitsgestaltung – Teil II: Grundsätzliche Anforderungen“). Können mehrere verschiedene Lichtstimmungen gewählt werden, so sind diese korrekt und selbsterklärend zu beschriften.



Beispiel für Lichtstimmungen

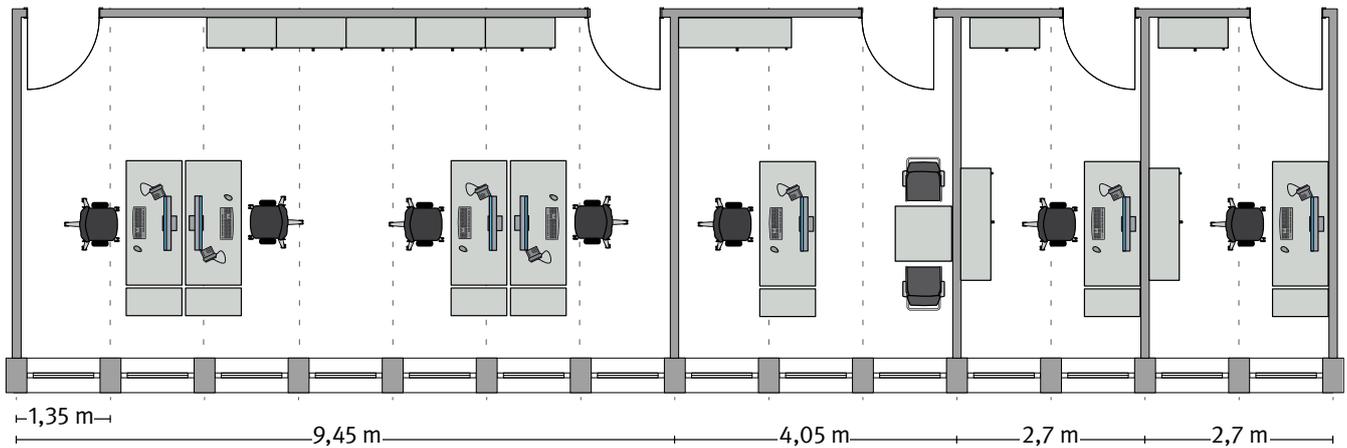
Licht für

- a) Automatik tagsüber allgemein,
- b) konzentriertes Arbeiten,
- c) Besprechen,
- d) Arbeiten am Abend

Lichtstimmungen können auch über Apps mit dem Smartphone oder mit dem Computer gewählt werden. Die Beschäftigten müssen in geeigneter Weise umfassend über die Bedienung sowie über die Auswahl der Lichtstimmungen informiert werden.

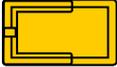
(siehe auch DGUV Information 215-220 „Nichtvisuelle Wirkung von Licht auf den Menschen“)

Wir bedanken uns bei Frau Caroline Vilbrandt, Geprüfte Lichtexpertin (European Lighting Expert LiTG), für die Ausführung der Beleuchtungslösungen.



Die Leuchten, die in den Leuchtenplänen symbolisiert abgebildet sind, werden in der Legende kurz erläutert.

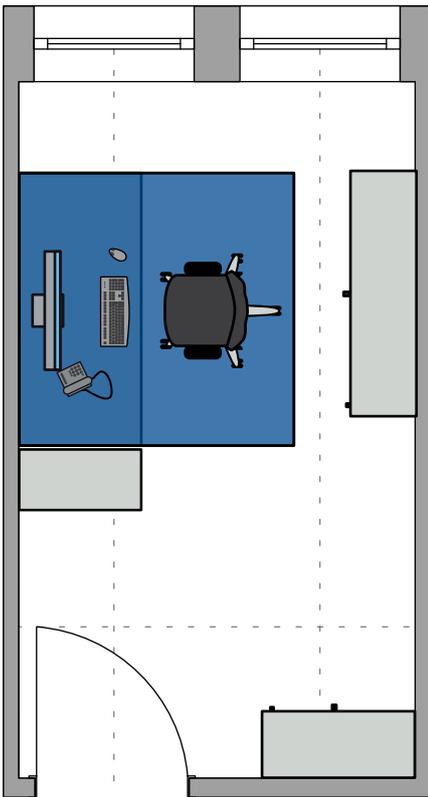
Dabei werden die direkten und indirekten Anteile in der Lichtverteilung (LV) der Leuchten folgendermaßen angegeben:

Stehleuchte		LV 35↓/65↑	ca. 35 % des Lichts der Leuchte wird direkt abgestrahlt, ca. 65 % des Lichts indirekt
Einbau-Downlight		LV 100↓	100 % des Lichts der Leuchte wird direkt abgestrahlt

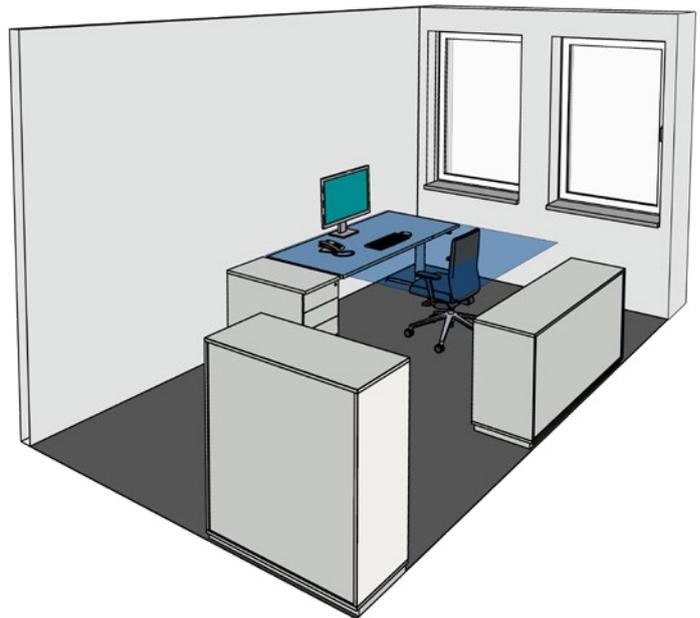
Beispiel für Legende zu den Leuchtenplänen

1 Einzelbüro

Grundriss



Perspektive



In Einzelbüros ist es möglich, konzentriert und störungsfrei zu arbeiten und zu kommunizieren. Aufgrund der meist geringen Abmessungen ist die Anordnung der Möbel beschränkt. Der Arbeitstisch kann im Fensterbereich aufgestellt werden, so dass eine ungehinderte Sichtverbindung nach außen und eine ausreichende Versorgung mit Tageslicht meist unproblematisch sind. Auf geeigneten Sonnenschutz ist zu achten.

Die Gefahr von Direktblendung und störenden Spiegelungen am Bildschirm durch Leuchten ist in Einzelbüros mit geringer Breite aufgrund der geometrischen Verhältnisse gering. In Einzelbüros können die Beschäftigten individuell auf die Beleuchtungssituation Einfluss nehmen, zum Beispiel durch Dimmen der Leuchten, Ein- und Ausschalten einzelner Leuchten oder Einstellen der Lichtfarbe.

Das hier dargestellte Einzelbüro erstreckt sich über 2 Achsen des Gebäudes und verfügt damit über die Breite, die mindestens notwendig ist, um die ASR A1.2 „Raumabmessungen und Bewegungsflächen“ einzuhalten.

In allen 3 Beleuchtungslösungen werden die Leuchten nahe der Fenster angeordnet. Bei der Positionierung sollte darauf geachtet werden, dass die Fenster vollständig geöffnet werden können.

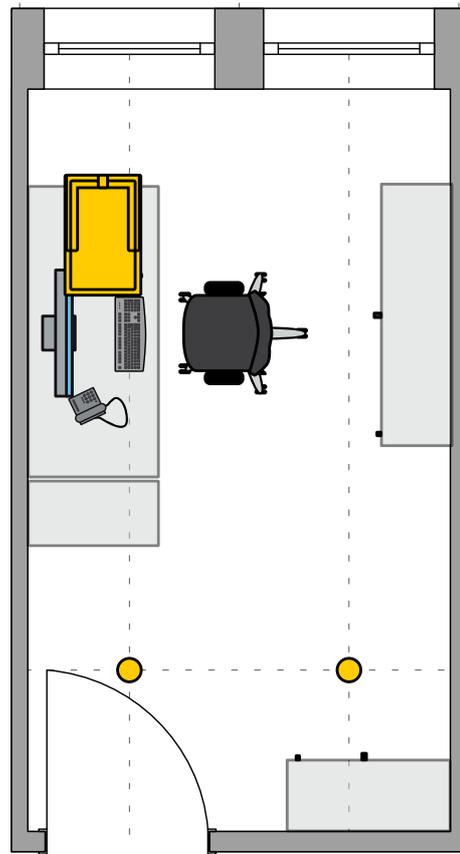
Damit die Raumtiefe ebenfalls ausreichend beleuchtet ist, werden jeweils zwischen den Achsen zwei Downlights eingesetzt. Diese strahlen symmetrisch nach unten, damit eintretende Personen nicht geblendet werden. Falls eine Einbaulösung nicht möglich ist, können auch gut entblendete Aufbauleuchten genutzt werden.

1.1 Einzelbüro, Beleuchtungslösung 1

Lichtwirkung

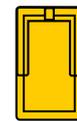


Leuchtenplan



Stehleuchten ermöglichen eine flexible Aufstellung des Arbeitstisches. Die Stehleuchte ist so positioniert, dass sie möglichst optimal den Bereich des Arbeitsplatzes ausleuchtet. Diese Stehleuchte mit einer direkten asymmetrischen und hohen Anteil indirekter Abstrahlung führt zu einer gleichmäßigen Verteilung der Beleuchtungsstärke im Raum.

Direkt-indirekte
Stehleuchte



LV 35↓/65↑

Einbau-Downlights



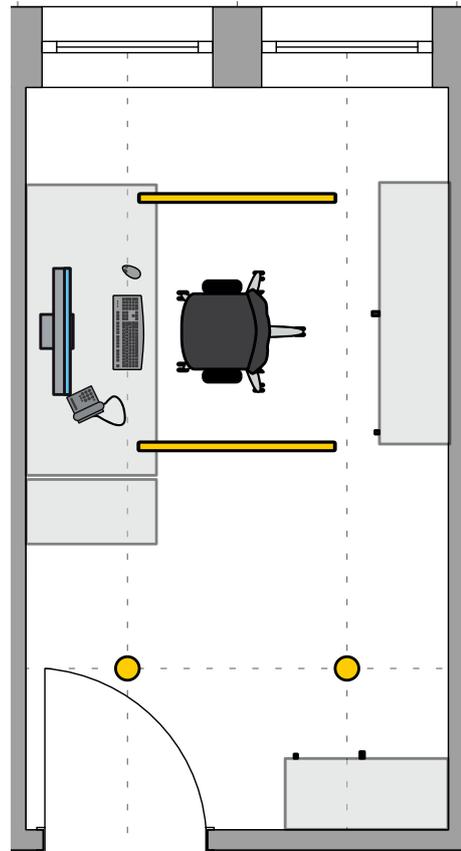
LV 100↓

1.2 Einzelbüro, Beleuchtungslösung 2

Lichtwirkung



Leuchtenplan



Direkt-indirekte Pendelleuchte		LV 50↓/50↑
Einbau-Downlights		LV 100↓

Die beiden parallel zum Fenster angeordneten direkt/indirekt-Pendelleuchten erzeugen eine sehr gleichmäßig helle Ausleuchtung. Die Beleuchtungsanlage kann so unabhängig von der tatsächlichen Lage der Arbeitsplätze umgesetzt werden, wenn die Arbeitsplätze – wie üblich – entlang der Fensterfront angeordnet werden. Die

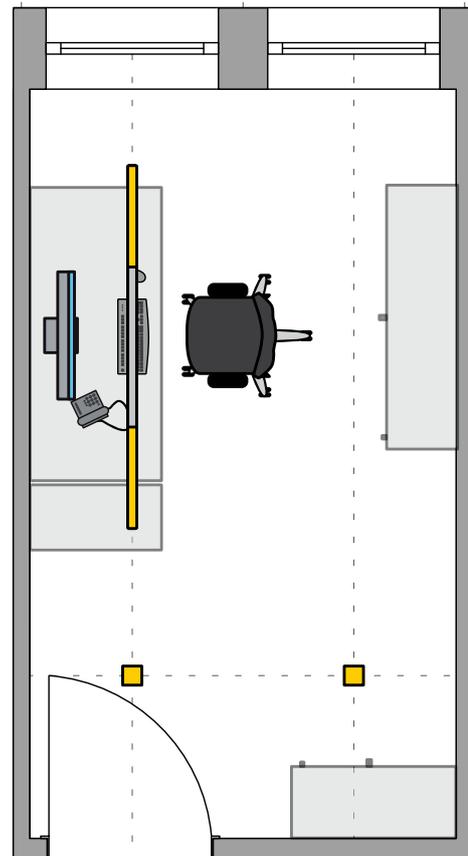
Pendellänge sollte entsprechend der Herstellerangaben gewählt werden (in der Regel mehr als 40 cm). Sonst kann es zu sehr hellen Lichtflecken an der Decke kommen. Leuchten mit getrennt steuerbaren Direkt- und Indirektanteil ermöglichen es, unterschiedliche Lichtstimmungen einzustellen.

1.3 Einzelbüro, Beleuchtungslösung 3

Lichtwirkung



Leuchtenplan



Direkt über dem Arbeitsplatz – ausgerichtet am Achsraster – ist eine Pendelleuchte angebracht. Bei dieser direkt/indirekt strahlenden Leuchte ist der nach unten abstrahlende Teil in der Mitte unterbrochen, sodass störende Reflexblendung vermieden wird. Diese Beleuchtungslösung ist sinnvoll, wenn die Lage des Arbeitsplatzes und die Sitzposition der Beschäftigten bekannt sind.

Direkt-indirekte
Pendelleuchte
(Mittelteil nach unten
abgedeckt)



LV 50↓/50↑

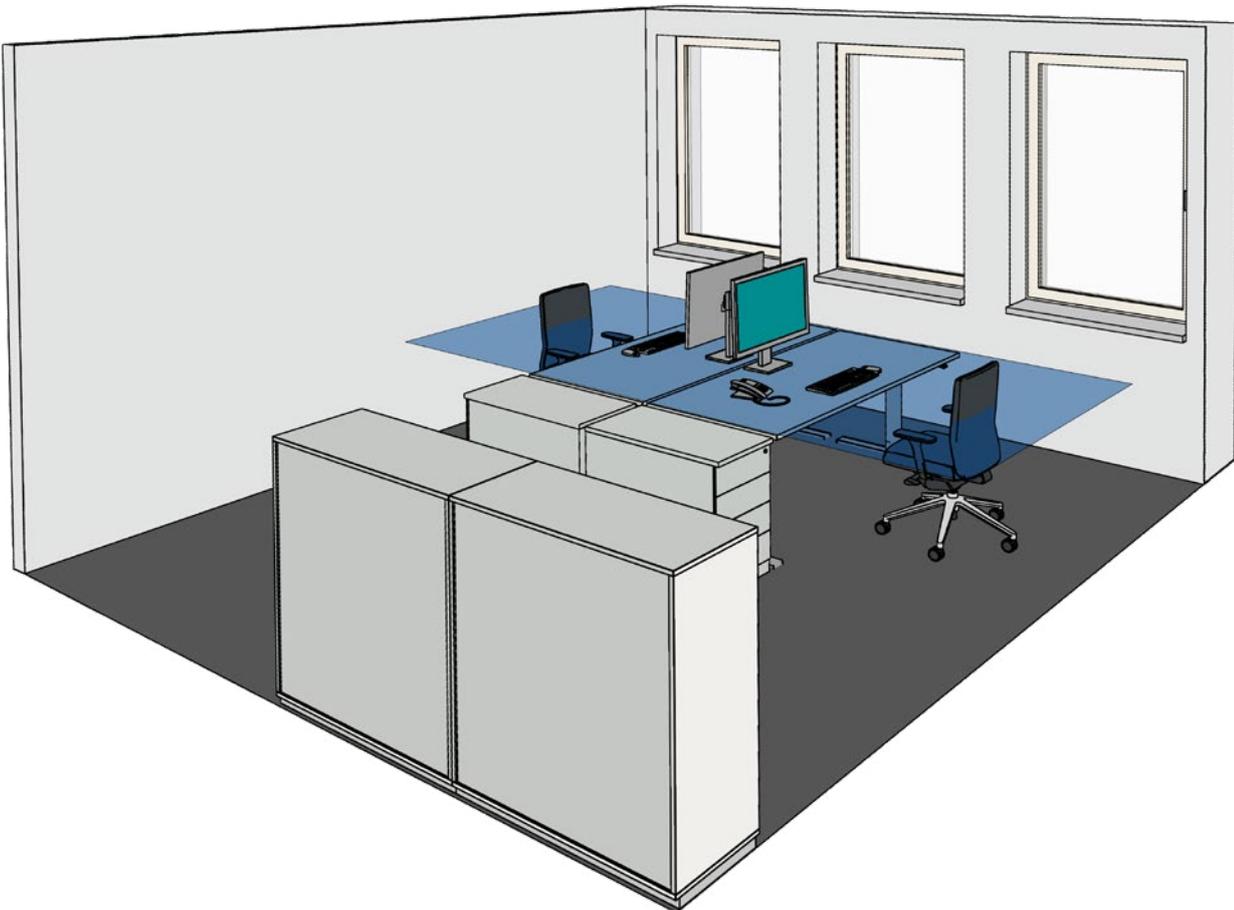
Einbau-Downlights



LV 100↓

2 Zweipersonenbüro

Perspektive

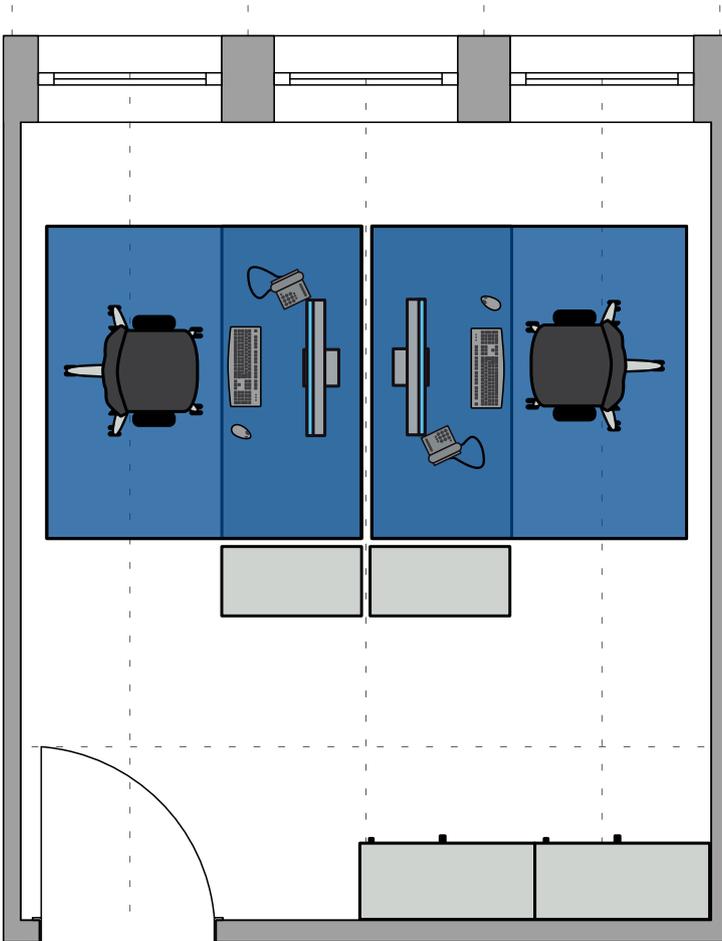


Zweipersonenbüros weisen im Allgemeinen die gleiche Raumtiefe wie Einzelbüros auf, jedoch meist nicht die doppelte Raumbreite. In diesem Beispiel ist das Zweipersonenbüro gegenüber dem Einzelbüro um ein Achsraster breiter. Daher ist es hier notwendig, Schränke, hier Sideboards, die den Beschäftigten Stauraum für ihre Unterlagen bieten, nicht hinter den Arbeitsplätzen, sondern in der Raumtiefe anzuordnen. Die vertikalen Schrankflächen sollten ausreichend ausgeleuchtet sein.

Wie beim Einzelbüro ist auch hier aufgrund des Raumgrundrisses die Anordnung der Möbel weitgehend festgelegt. Im Zweipersonenbüro werden die Arbeitstische meist am Fenster aufgestellt, so dass eine ungehinderte Sichtverbindung nach außen und eine ausreichende Versorgung mit Tageslicht unproblematisch sind.

In dem Beispiel sind – wie für Zweipersonenbüros typisch – die beiden Arbeitstische im Block mittig zur Raumachse aufgestellt. Die Beleuchtung kann daran ausgerichtet werden. Um gute Bedingungen für die visuelle Kommunikation zwischen den Beschäftigten zu schaffen, ist eine ausreichende vertikale Beleuchtungsstärke auf den Gesichtern wichtig.

Grundriss



2.1 Zweipersonenbüro, Beleuchtungslösung 1

Lichtwirkung

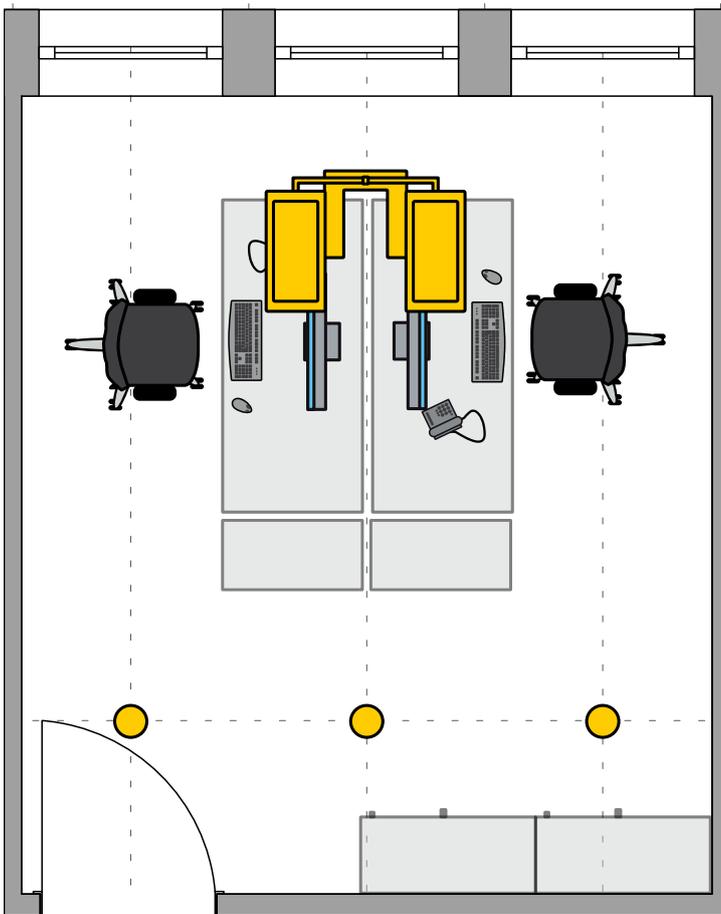


Für eine ausreichende Beleuchtung von Arbeitsplätzen mit Stehleuchten wird zumeist pro Arbeitsplatz eine Leuchte benötigt. In dem gezeigten Beispiel ist eine Stehleuchte mit zwei Leuchtenköpfen symmetrisch im Raum zwischen den Schreibtischen und vor der Fensterwand positioniert. Der Direktanteil der beiden Leuchtenköpfe sollte individuell steuer- bzw. schaltbar sein.

Soll in dieser Position eine Stehleuchte mit nur einem Leuchtenkopf eingesetzt werden, so ist sicher zu stellen, dass der gesamte Bereich des Arbeitsplatzes (siehe Abschnitt 6.2.2 Teil 1) ausgeleuchtet wird.

Für eine ausreichende Beleuchtung des türnahen Bereichs sorgen auch hier wie in den Beispielen für das Einzelbüro zwischen den 3 Achsen positionierte Downlights.

Leuchtenplan



Direkt-indirekte
doppelköpfige
Stehleuchte



LV 35↓/65↑

Einbau-Downlights



LV 100↓

2.2 Zweipersonenbüro, Beleuchtungslösung 2

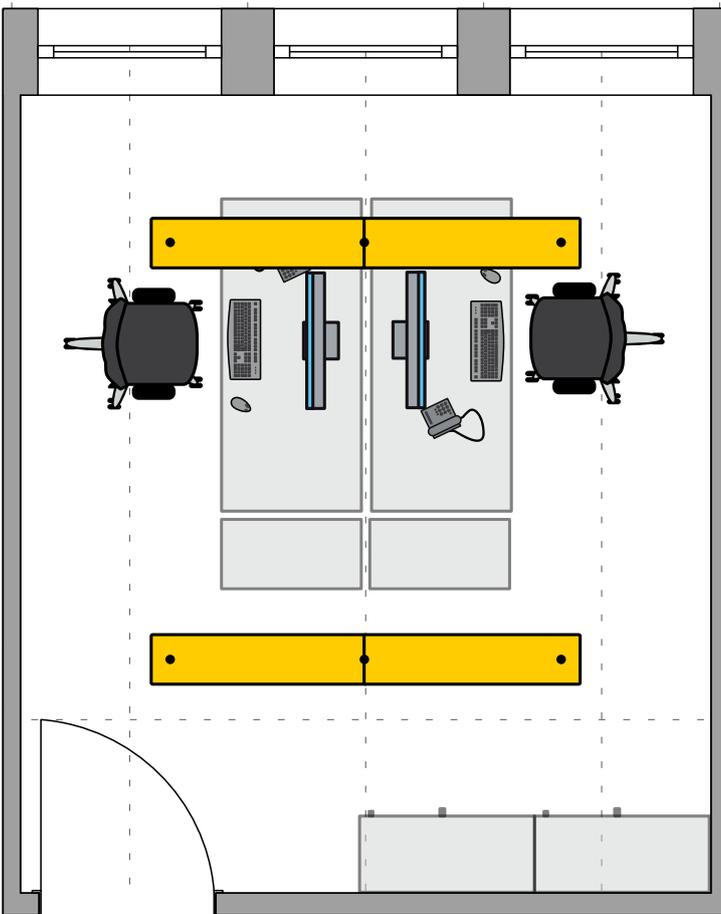
Lichtwirkung



Die beiden parallel zum Fenster angeordneten direkt/indirekt strahlenden abgependelten Leuchtenbänder sorgen für eine Ausleuchtung des gesamten Raums (raumbegrenzende Beleuchtung) und eine angenehm gleichmäßige Aufhellung der Wände und der Decke. Ihre Anordnung orientiert sich an der Blockaufstellung der Arbeitsplätze.

Diese Beleuchtungslösung benötigt nur eine elektrische Versorgung pro Lichtband und kann mit doppellängigen Leuchten realisiert werden. Auch hier ist darauf zu achten, dass die Pendellängen entsprechend der Herstellerangaben gewählt werden (in der Regel mehr als 40 cm), um zu helle Lichtflecken an der Decke zu vermeiden.

Leuchtenplan



Direkt-indirekte
Pendelleuchte  LV 50↓/50↑

2.3 Zweipersonenbüro, Beleuchtungslösung 3

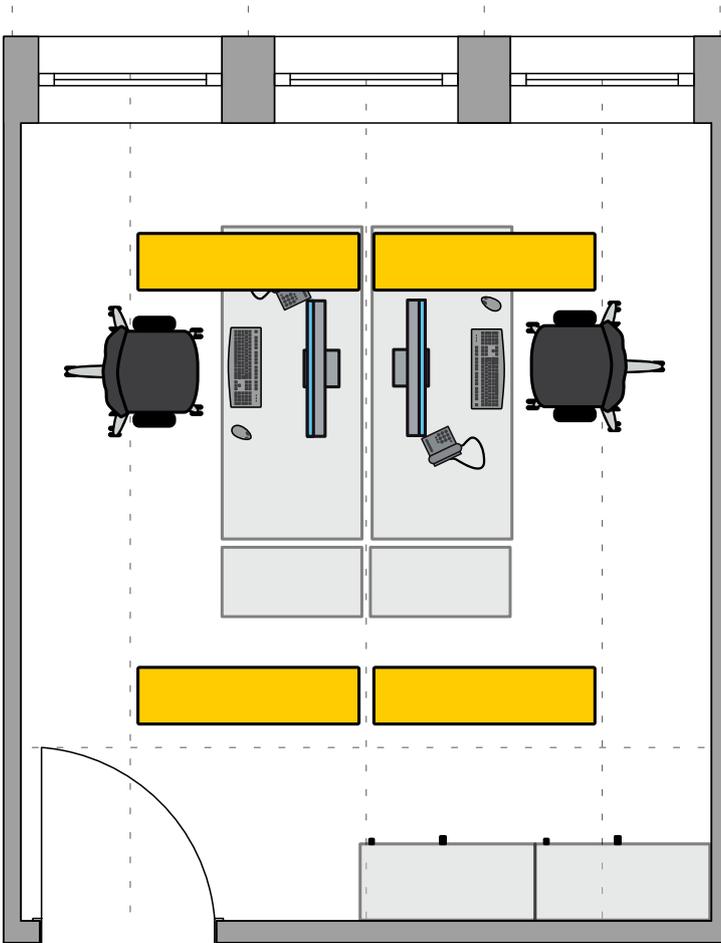
Lichtwirkung



Die 4 in die Decke eingebauten Flächenleuchten sind so angeordnet, dass ein ausreichend großer Abstand zu den Wänden vorhanden ist. So können auffällige bogenförmige Helligkeitsmuster an den Wänden vermieden werden. Die Decke bleibt bei der ausschließlich direkten

Beleuchtung verhältnismäßig dunkel. Großflächige Leuchten mit entsprechend geringen Leuchtdichten der Lichtaustrittsfläche sind für diesen Einsatz besonders gut geeignet, um Direkt- und auch Reflexblendung zu vermeiden.

Leuchtenplan



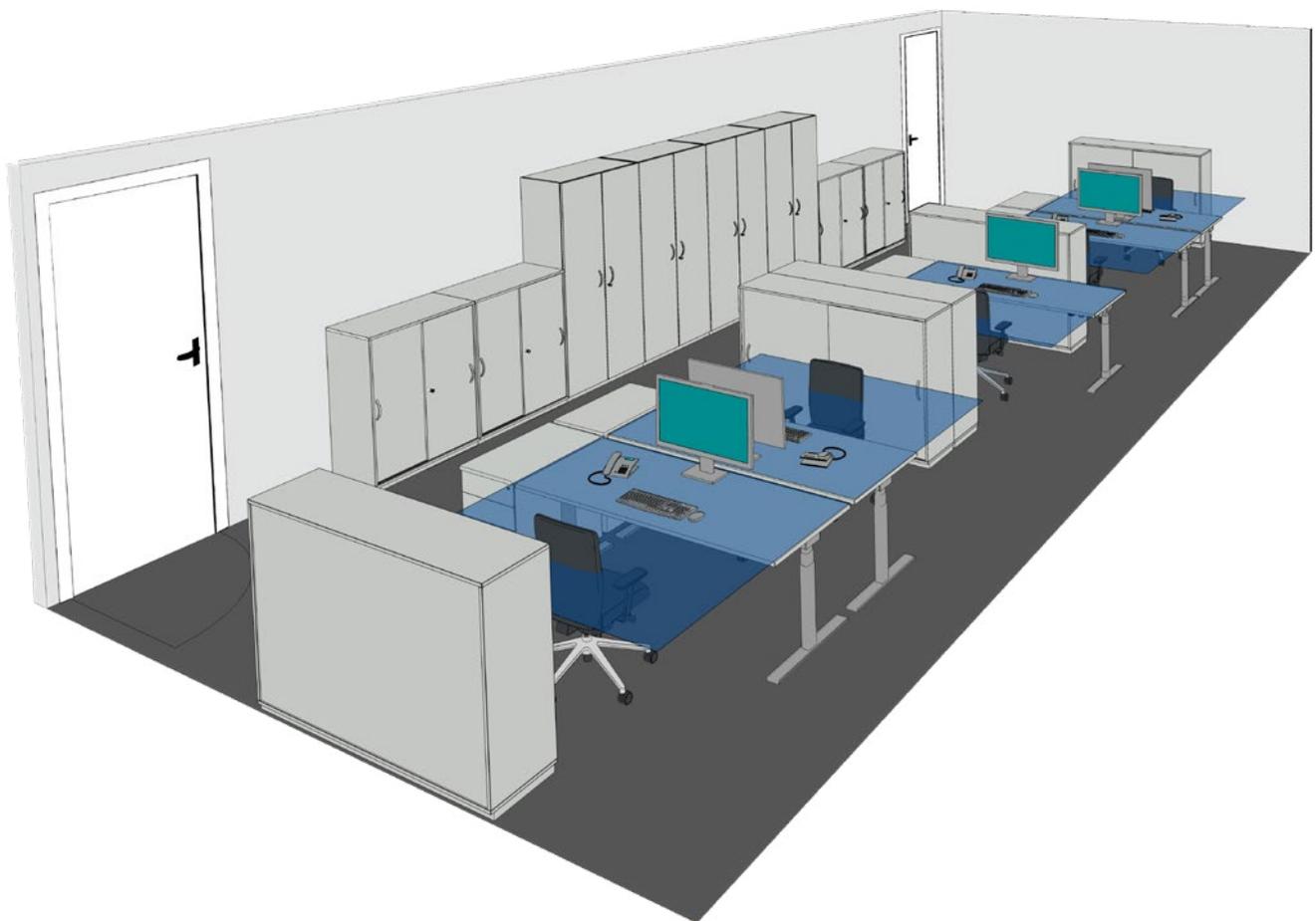
Deckeneinbauleuchte



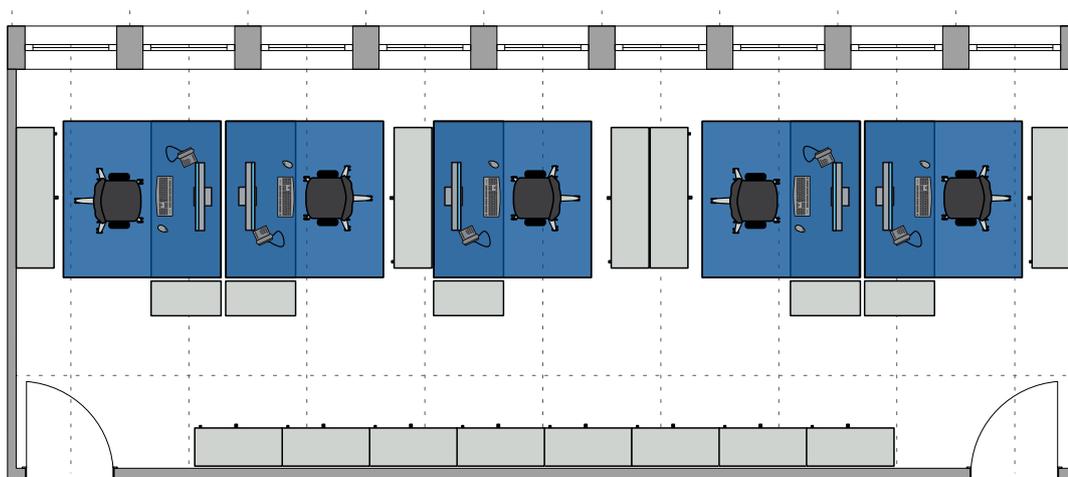
LV 100↓

3 Gruppenbüro

Perspektive



Grundriss



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

In dem Beispiel sind fünf 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 eine gute Sichtverbindung nach außen ist gewährleistet.

Alle Beschäftigten greifen auf eine gemeinsame Ablage in der Schrankwand im Türbereich zu. Es bietet sich an, den Schrankbereich und eventuell auch den Verkehrsweg gesondert zu beleuchten.

3.1 Gruppenbüro, Beleuchtungslösung 1

Lichtwirkung

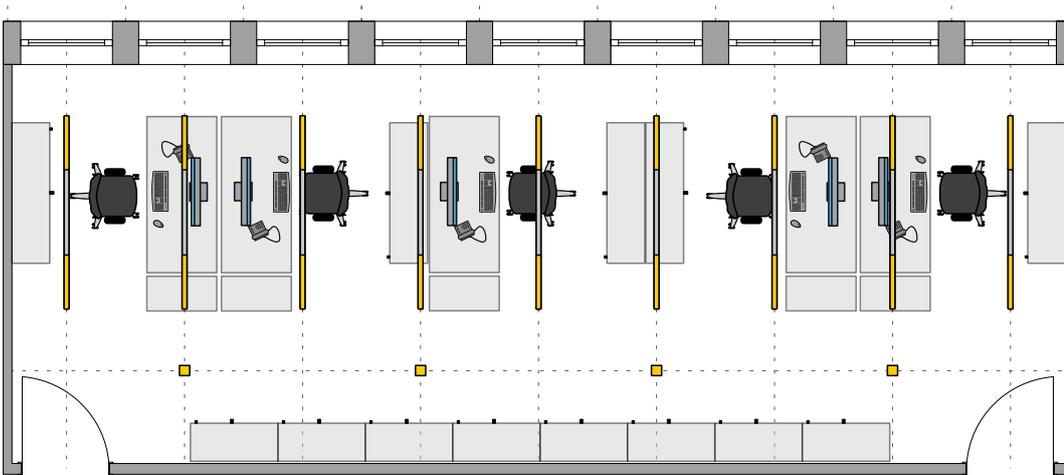


Jeweils zwischen zwei Achsen und senkrecht zur Fassade sind direkt/indirekt strahlende Pendelleuchten abgehängt. Damit wird eine gleichmäßige Ausleuchtung des Bereichs erzielt, in dem die Arbeitsplätze an der Fensterfront entlang positioniert sind. Die Pendelleuchten strahlen direkt auf die Arbeitsfläche, wobei der Mittelteil der Leuchte abgedeckt ist. Damit werden mögliche Reflexblendungen vermieden.

Die beiden Pendelleuchten an den Raumseiten hellen die Wände auf. Insgesamt bewirken die regelmäßig angeordneten Pendelleuchten eine gleichmäßige Außenansicht des Gebäudes in der Dunkelheit.

Im Bereich zwischen den Türen werden die Wände wie auch die Sideboards mit asymmetrisch strahlenden Downlights beleuchtet (mit sogenannten „Wallwashern“), die wie die Pendelleuchten zwischen den Achsen eingebaut sind.

Leuchtenplan



Direkt-indirekte
Pendelleuchte
(Mittelteil nach unten
abgedeckt)



LV 50↓/50↑

Einbau-Downlights



LV 100↓

3.2 Gruppenbüro, Beleuchtungslösung 2

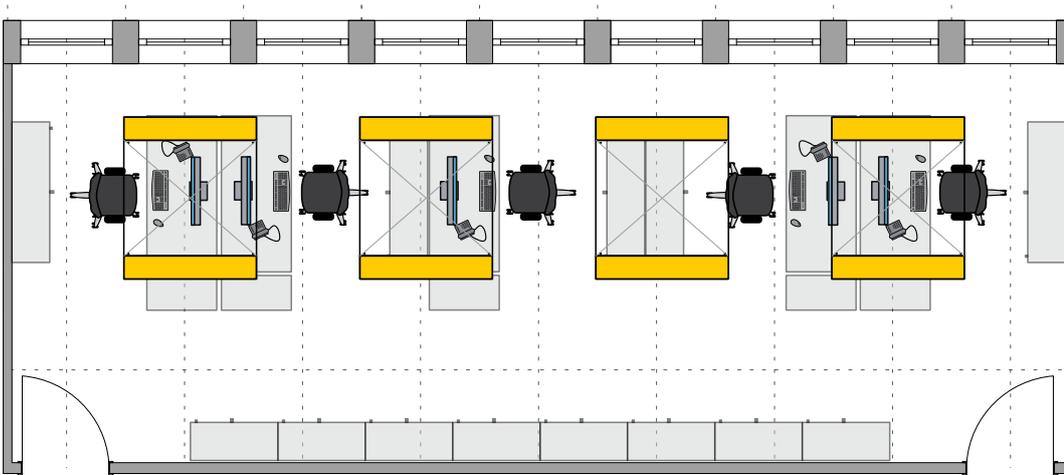
Lichtwirkung



Über den gesamten Arbeitsbereich sind Akustiksegel abgehängt. Die parallel zu den Fenstern ausgerichteten Flächenleuchten sind in diesen Segeln integriert und bilden mit ihnen eine Montageeinheit. Der Bereich, in dem die Arbeitsplätze angeordnet sind, wird somit gleichmäßig von den direktstrahlenden Flächenleuchten ausgeleuchtet.

Bei dieser Leuchtenanordnung werden die Wände wie auch die halbhohe Schränke ohne Downlights ausreichend beleuchtet.

Leuchtenplan



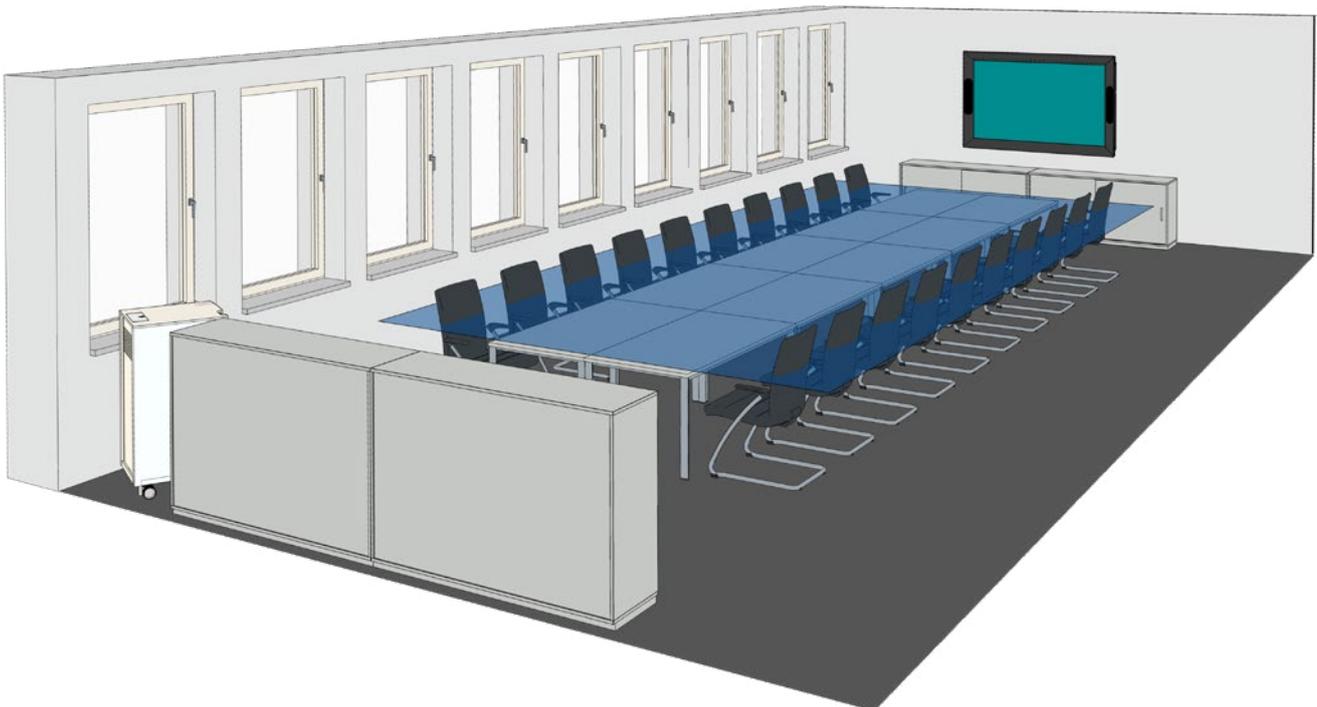
Einbau-Flächenleuchten,
integriert in Akustik-Segel



LV 100↓

4 Konferenzraum

Perspektive



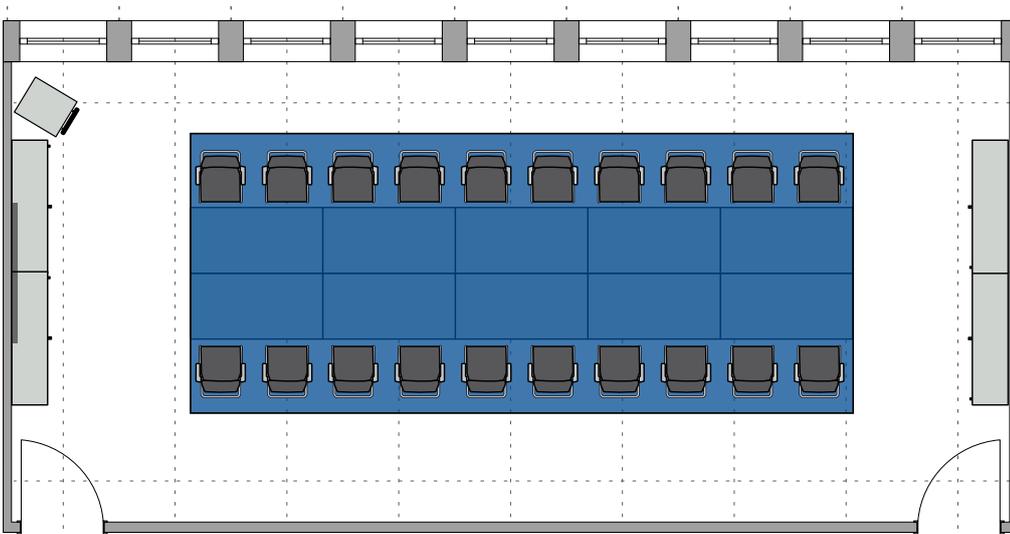
Konferenz- und Besprechungsräume dienen vorrangig der Kommunikation und Präsentationen in Sitzungen, Besprechungen und bei der Projektarbeit. Diese Räume verfügen über zum Beispiel Projektoren, White Boards und große Bildschirme. Leuchten im Bereich der Projektion sollten getrennt ausgeschaltet bzw. gedimmt werden können.

Hier werden vergleichbare Sehaufgaben wie am Büroarbeitsplatz verrichtet. Daher werden an die Beleuchtung in Konferenzräumen prinzipiell die gleichen Anforderungen wie in Büros gestellt.

Besonders wichtig sind in Konferenzräumen vertikale bzw. zylindrische Beleuchtungsstärken zur ausreichenden Ausleuchtung der Gesichter und vertikaler Flächen. Auf der anderen Seite müssen besondere Anforderungen, die die Präsentationstechniken mit sich bringen, berücksichtigt werden. Die unterschiedlichen Nutzungen erfordern angepasste Lichtstimmungen. Sie können über vielfältig schalt-, dimm- und steuerbare Beleuchtungsanlagen realisiert werden. Sie müssen verständlich beschrieben und intuitiv bedienbar sein.

Konferenzräume sind häufig „Aushängeschild“ für das Unternehmen und können dann für feierliche Anlässe genutzt werden. Die Beleuchtung sollte diesen repräsentativen Charakter unterstützen.

Grundriss



4.1 Konferenzraum, Beleuchtungslösung 1

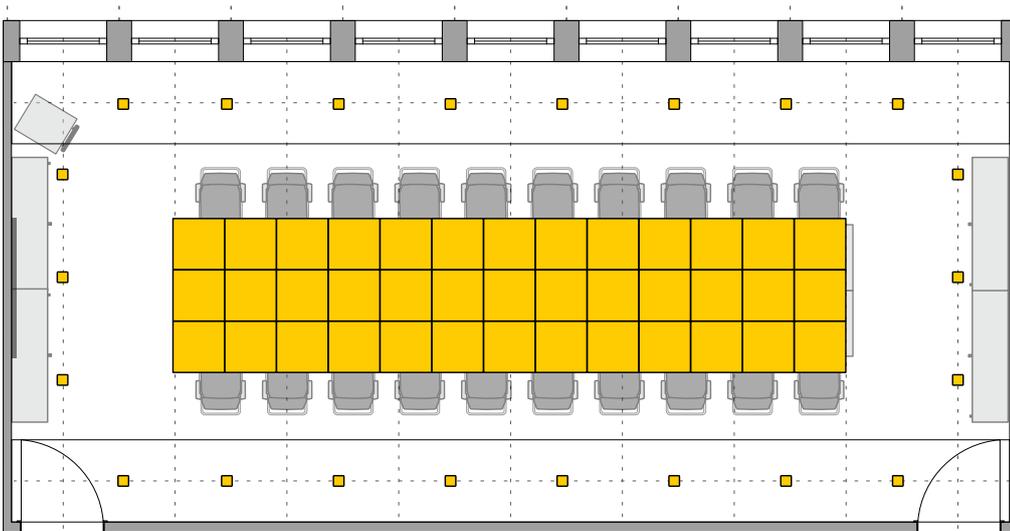
Lichtwirkung



Direktstrahlende quadratische Deckeneinbau-Flächen leuchten bilden eine große Lichtdecke über dem Konferenztisch, die eine helle tageslichtähnliche Lichtatmosphäre erzeugen kann. Die breitstrahlende Lichtcharakteristik erzielt eine gleichmäßige Beleuchtung auf dem Konferenztisch und unterstützt die gute visuelle

Kommunikation. Die Leuchten sind dimmbar und in ihrer Lichtfarbe veränderbar, so dass sich unterschiedliche Lichtstimmungen einstellen lassen. Die quadratischen Downlights beleuchten die Randzonen und unterstützen die Dimensionierung des Raums.

Leuchtenplan



Einbau-Flächenleuchten  LV 100↓

Einbau-Downlights  LV 100↓

4.2 Konferenzraum, Beleuchtungslösung 2

Lichtszenen zu Beleuchtungslösung 2



Lichtszene 1: Besprechung

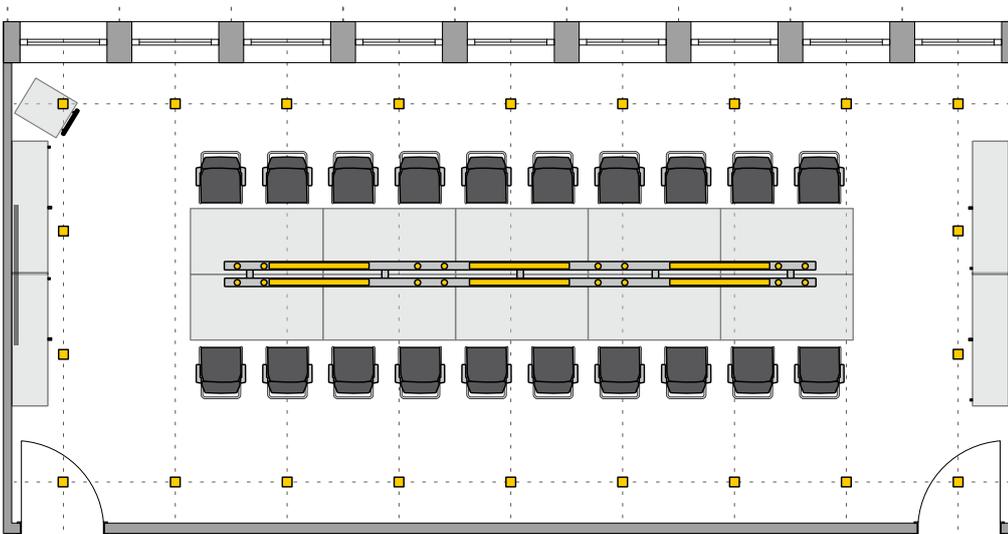


Lichtszene 2: Präsentation



Lichtszene 3: Festlich

Leuchtenplan



abgependeltes direkt-indirektes
Doppel-Lichtband mit Einbau-Spots



LV lang 50↓/50↑
LV Spots 100↓

Einbau-Downlights



LV 100↓

Die Beleuchtung des Konferenztisches wird mit zwei parallelen abgependelten Lichtbändern realisiert. Sie strahlen das Licht direkt und indirekt ab. Für den Indirektanteil kann die Lichtfarbe verändert werden. In den Lichtbändern integrierte LED-Spotleuchten sorgen für Lichtakzente. Durch diese 3 Komponenten lassen sich vielfältige Lichtszenen bzw. Lichtstimmungen realisieren.

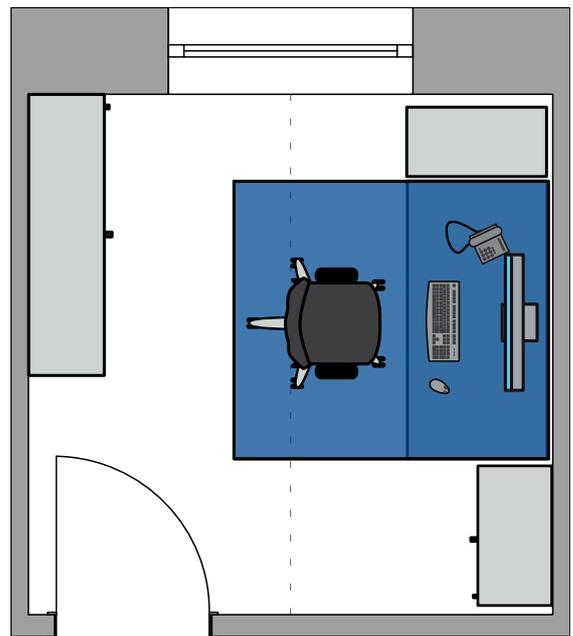
Die quadratischen Downlights beleuchten die Randzonen und unterstützen die Dimensionierung des Raums.

5 Telearbeitsplatz

Perspektive



Grundriss



Telearbeitsplätze sind vom Arbeitgeber fest eingerichtete Bildschirmarbeitsplätze im Privatbereich der Beschäftigten, für die der Arbeitgeber eine mit den Beschäftigten vereinbarte wöchentliche Arbeitszeit und die Dauer der Telearbeit festgelegt hat.

Die Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) sieht vor, dass für Telearbeitsplätze im Privatbereich die gleichen Anforderungen wie für den Arbeitsplatz im Büro gelten. Beim mobilen Arbeiten im Home Office wird empfohlen diese Anforderungen möglichst auch umzusetzen.

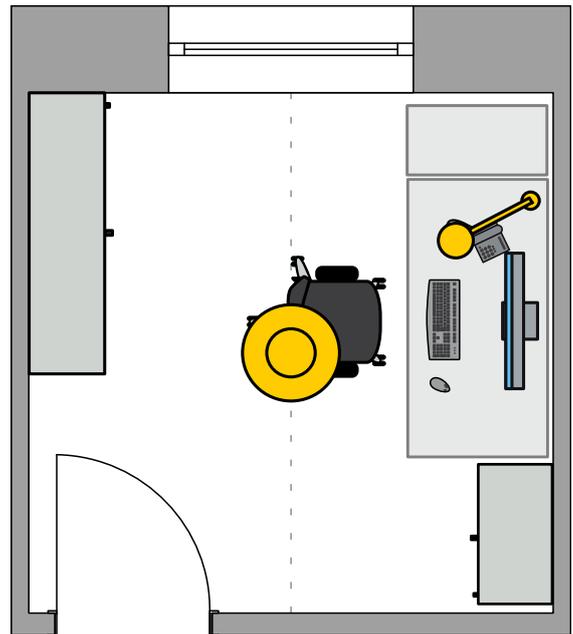
Die Beleuchtungsanlage sollte dem häuslichen Charakter des Raumes entsprechen. Die Beschäftigten sollten so weit wie möglich bei der Auswahl der Leuchten mit einbezogen werden.

5.1 Telearbeitsplatz, Beleuchtungslösung 1

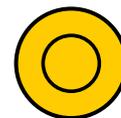
Lichtwirkung



Leuchtenplan

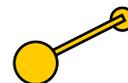


Deckenanbauleuchte
mit Indirekt-Anteil



LV 90↓/ 10↑

Tischleuchte direkt



LV 100↓

Die dimmbare großflächige runde Deckenleuchte wird über den Wandschalter bedient. Ein kleiner Lichtanteil strahlt über die Leuchtenrückseite an die Decke und hellt diese auf. Der Arbeitsplatz wird ergänzend durch eine

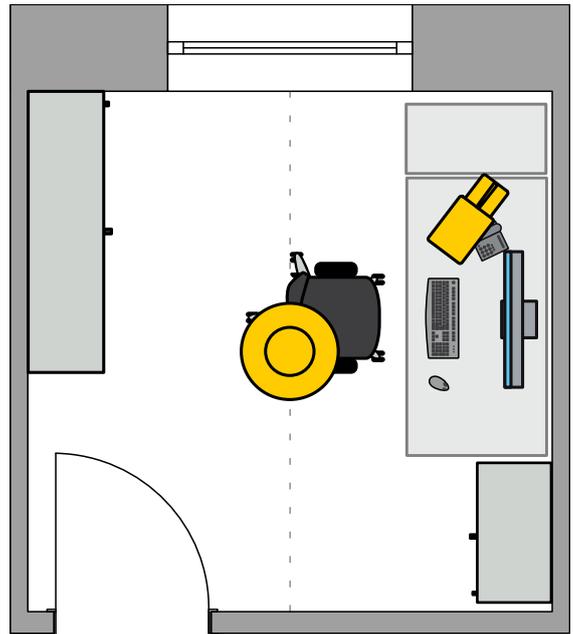
dimmbare Tischleuchte beleuchtet. Ihr Leuchtenkopf sollte horizontal und vertikal verstellbar sein. Dadurch kann die Beleuchtung an die Sehaufgabe und an die individuellen Erfordernisse angepasst werden.

5.2 Telearbeitsplatz, Beleuchtungslösung 2

Lichtwirkung



Leuchtenplan

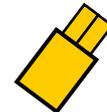


Deckenanbauleuchte
mit Indirekt-Anteil



LV 90↓/10↑

Tischleuchte direkt-
indirekt



LV 10↓/90↑

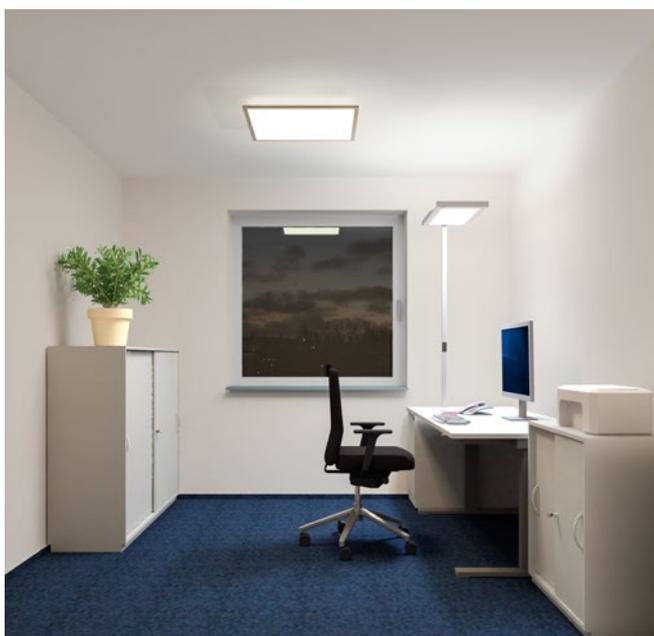
Diese Beleuchtungslösung beruht darauf, dass eine bereits vorhandene Deckenleuchte im Wohnraum als Grundbeleuchtung genutzt wird.

Diese Beleuchtungslösung wird durch eine dimmbare direkt-/indirekt strahlende Tischleuchte ergänzt. Ein

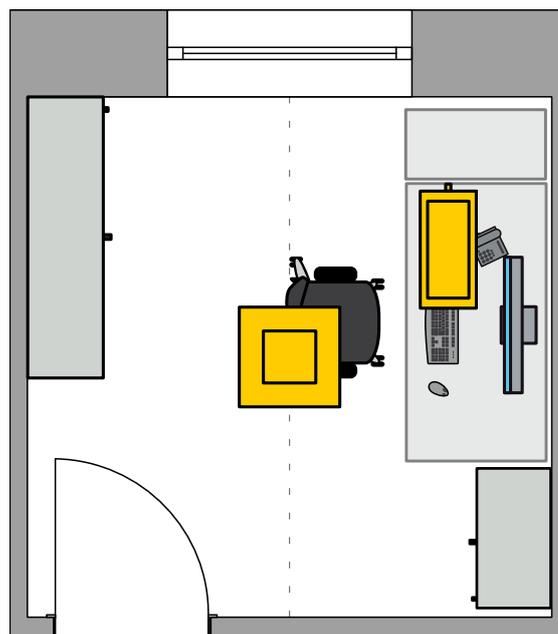
hoher Indirektanteil erhöht die Raumausleuchtung. So sind Raumbegrenzungsflächen und Randbereiche noch besser sichtbar. Ein verstellbarer asymmetrischer Direktanteil ermöglicht die genaue Positionierung des Lichtes für die Sehaufgabe. Dadurch kann die Beleuchtung an die individuellen Erfordernisse angepasst werden.

5.3 Telearbeitsplatz, Beleuchtungslösung 3

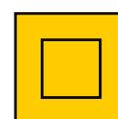
Lichtwirkung



Leuchtenplan



Deckenanbauleuchte
mit Indirekt-Anteil



LV 90↓/10↑

Tisch-Ansatzleuchte
direkt-indirekt

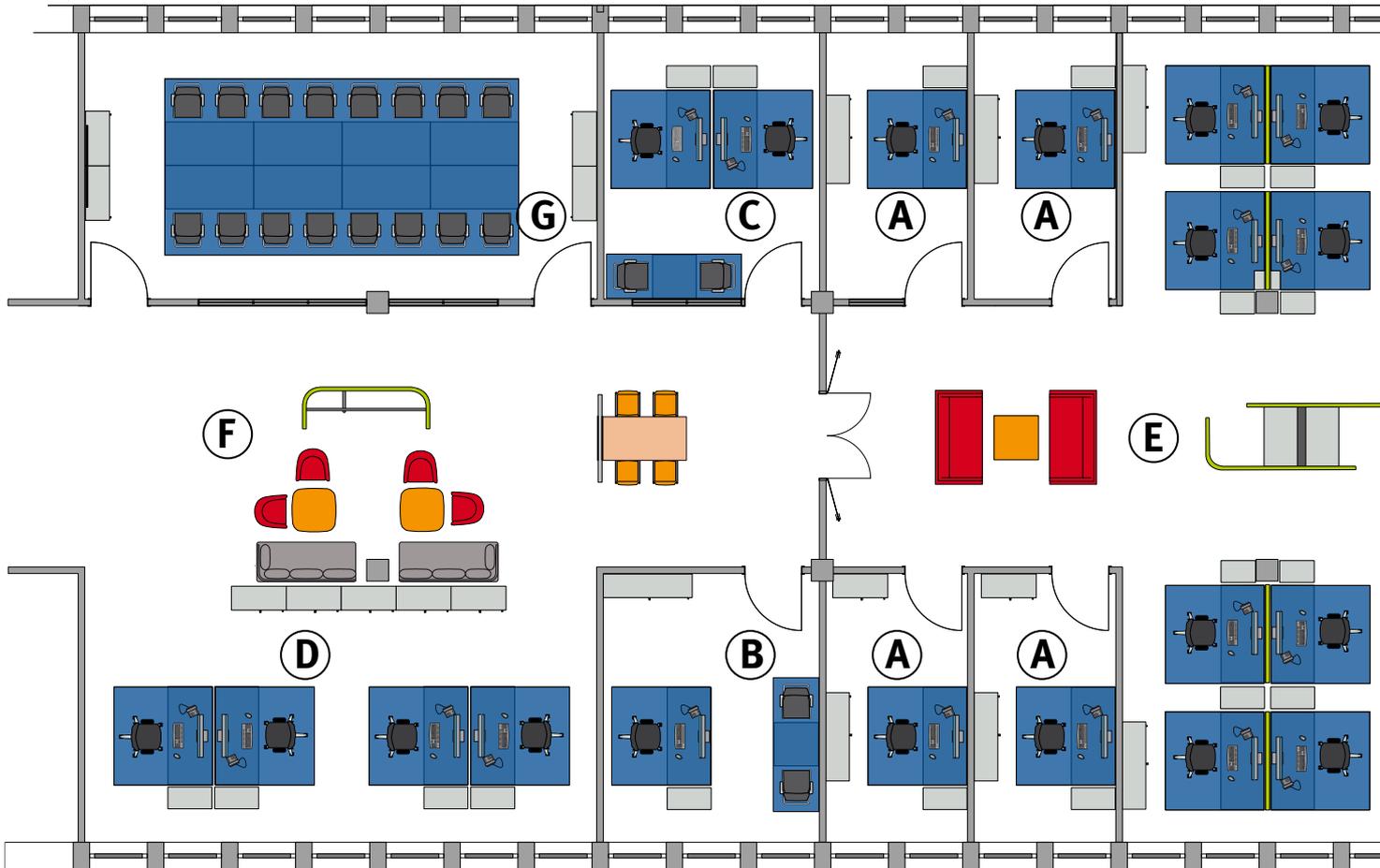


LV 35↓/65↑

Die dimmbare großflächige quadratische Deckenleuchte wird über den Wandschalter bedient. Ein kleiner Lichtanteil strahlt über die Leuchtenrückseite an die Decke und hellt diese auf. Der Arbeitsplatz wird ergänzend durch eine dimmbare direkt/indirekt strahlende Tischansatzleuchte beleuchtet. Sie ist mittels einer Klemme an der Tischplatte befestigt. Das Licht wird breitstrahlend direkt und indirekt abgegeben. Bei einer wohnungstypischen

Raumhöhe von circa 2,50 m ist damit sichergestellt, dass keine hellen Lichtflecken an der Decke entstehen. Die Mikroprismenabdeckung lenkt das Licht und sorgt somit für eine gleichmäßige Leuchtdichte an der Lichtaustrittsfläche sowie für eine gute Entblendung. Integrierte Bewegungs- und Tageslichtsensoren leisten einen Beitrag zur Energieeinsparung.

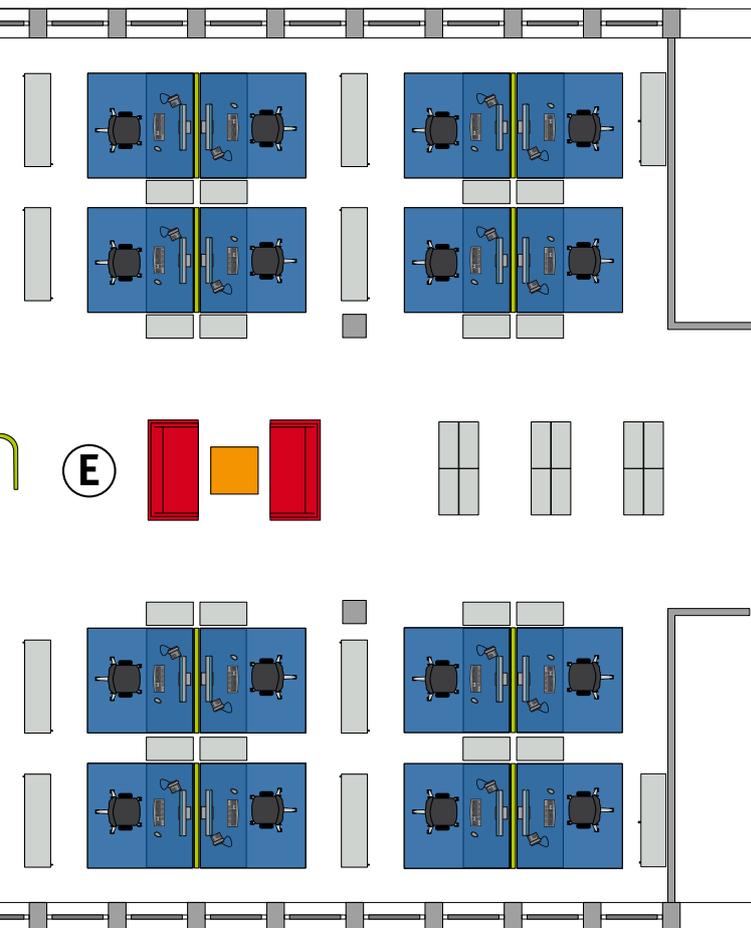
6 Open Space Office, Offene Bürolandschaft



Offene Bürolandschaften zeichnen sich dadurch aus, dass verschiedene Funktionsbereiche auf einer zum Teil offen gestalteten Bürofläche nebeneinander angeordnet sind. Häufig werden die Arbeitsplätze non-territorial ohne feste Zuordnung von den Beschäftigten genutzt. Diese Büros können wie in dem Beispiel aus offenen Bereichen mit mehreren Arbeitsplätzen oder Besprechungsbereichen, geschlossenen Büro- oder Besprechungszellen bzw. geschlossenen Besprechungsräumen und offenen Pausenbereichen (Lounges) bestehen. Nicht alle Plätze können als Bildschirmarbeitsplätze genutzt werden, da sie nicht die ergonomischen Anforderungen – auch nicht an die Beleuchtung – erfüllen.

Häufig werden die Bereiche in den offenen Bürolandschaften umgenutzt, das heißt sie werden verändert und einzelne Funktionsbereiche werden neu zugeordnet.

Im Open Space Office ist die akustische Gestaltung besonders wichtig. Daher müssen akustische Deckenelemente bei der Gestaltung der Beleuchtung berücksichtigt werden. Die Beleuchtung sollte einerseits ein einheitliches Bild für alle Bereiche ergeben, andererseits den spezifischen Funktionen der Bereiche gerecht werden.

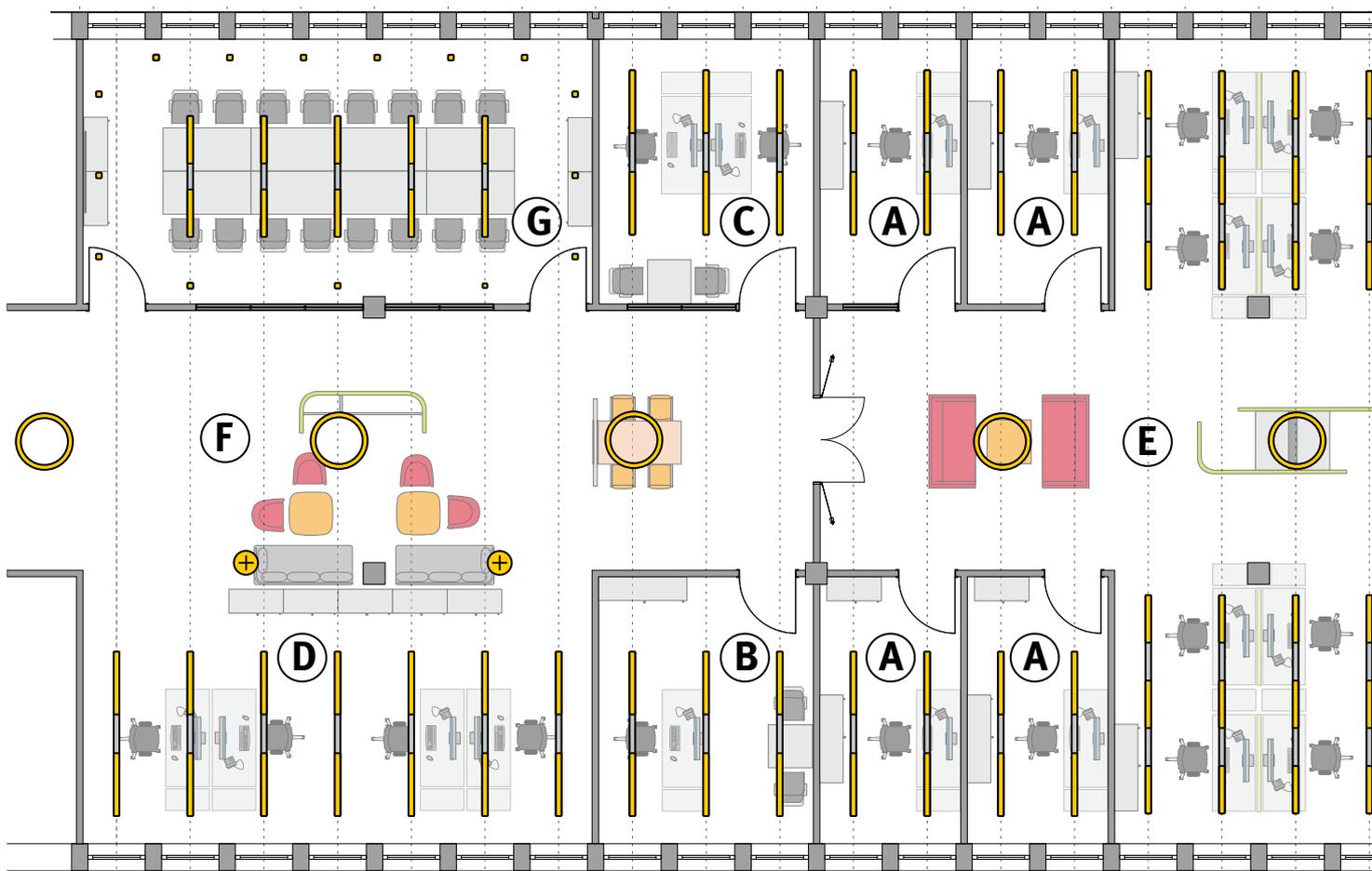


Die Beleuchtungslösungen haben daher alle eines gemeinsam: Sie weisen ein Beleuchtungskonzept über alle Bereiche und Räume hinweg auf, das gleichmäßig am Achsraster ausgerichtet ist. Dadurch ist es möglich, dass für neue Raumsituationen nur kleine Änderungen notwendig sind, um die jeweiligen Anforderungen in den Funktionsbereichen zu erfüllen – auch wenn Zwischenwände eingefügt, versetzt oder entfernt werden.

Die Beleuchtung sollte durch ein zentrales Lichtmanagement gesteuert werden, das zum Beispiel Tageslichtverfügbarkeit und Anwesenheit berücksichtigt. Einzelne Bereiche können gezielt von zentraler Stelle, Einzelbüros und Besprechungsbereiche vom Raum aus steuerbar sein. Wo möglich kann auch über Apps die Beleuchtung einzelner Arbeitsplätze gezielt beeinflussbar sein.

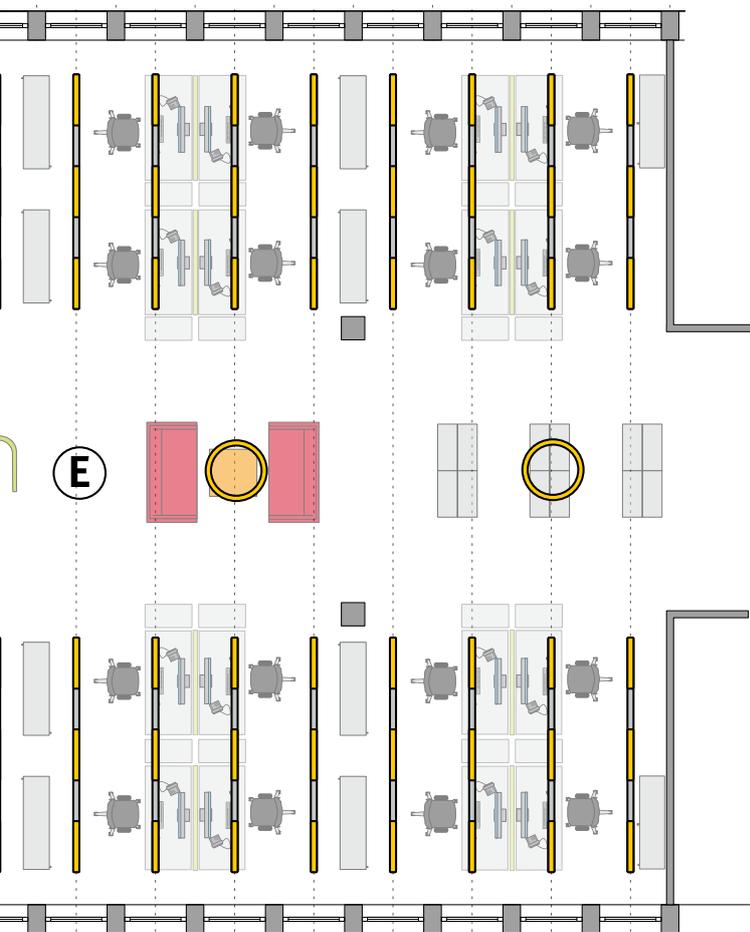
6.1 Open Space Office, Beleuchtungslösung 1

Leuchtenplan



In diesem Beispiel sorgt eine durchgehende Akustikdecke für eine gute akustische Gestaltung. Die abgependelten direkt und indirekt strahlenden Leuchten werden senkrecht zur Fassadenfläche und immer mittig zu jedem Fenster angeordnet. Dadurch wird ein gleichmäßiges Erscheinungsbild des gesamten Raumes und auch des Gebäudes bei eingeschalteter Beleuchtung von außen in der Dunkelheit erzielt. Eine Planung von höheren Beleuchtungsstärken als 500 Lux wird empfohlen, um abhängig von Tageszeit und Tätigkeit höhere Beleuchtungsstärkewerte vor allem in der Raumtiefe zur Verfügung stellen zu können.

Die Leuchte für die Arbeitsplätze strahlt das Licht sowohl direkt als auch indirekt ab, wobei der Mittelteil des Direktanteiles abgedeckt ist. Das nur noch seitlich direkt strahlende Licht vermindert so die Reflexblendung auf der Arbeitsfläche. Durch den Indirektanteil der Leuchten wird eine gleichmäßig helle Decke über den gesamten Raum hinweg erzielt. Eine getrennte Steuerbarkeit des Direkt- und Indirektanteils bietet zum Beispiel folgende Möglichkeiten:



abgependeltes direkt-indirektes Lichtband mit Blindfeldern		LV Mitte 100↓ außen 50↓/50↑
Einbau-Downlights		LV 100↓
Direkt-indirekte Pendelleuchte		LV 50↓/50↑
diffus abstrahlende Stehleuchte		LV diffus rundum

- nur den Indirektanteil tageslichtabhängig zu dimmen,
- die seitlichen Direktanteile arbeitsplatz- oder bereichsbezogen unterschiedlich zu wählen,
- über unterschiedliche Lichtfarben bei den Anteilen zeitlich wechselnde Stimmungen zu schaffen.

Ringförmige Direkt-/Indirektleuchten (LV 50↓/50↑) setzen die Mittelzone und die Loungebereiche von den Arbeitsbereichen ab. Downlights im Loungebereich und im Besprechungsraum hellen die Randbereiche auf und erzielen durch punktförmiges Licht leichte Glanzeffekte für einen hochwertigeren Raumeindruck.

Beispiele

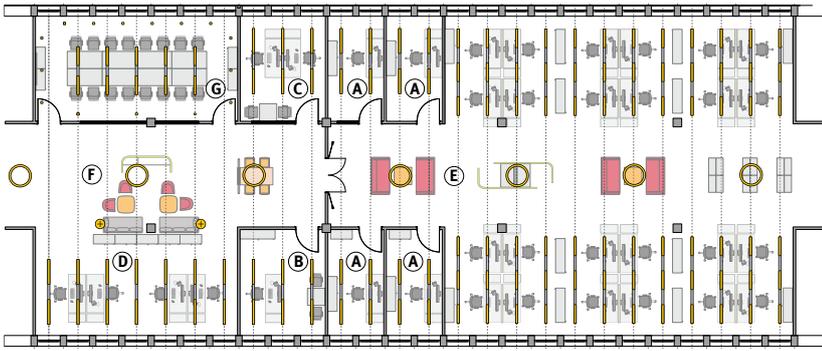
Raumansicht



A Einzelbüro



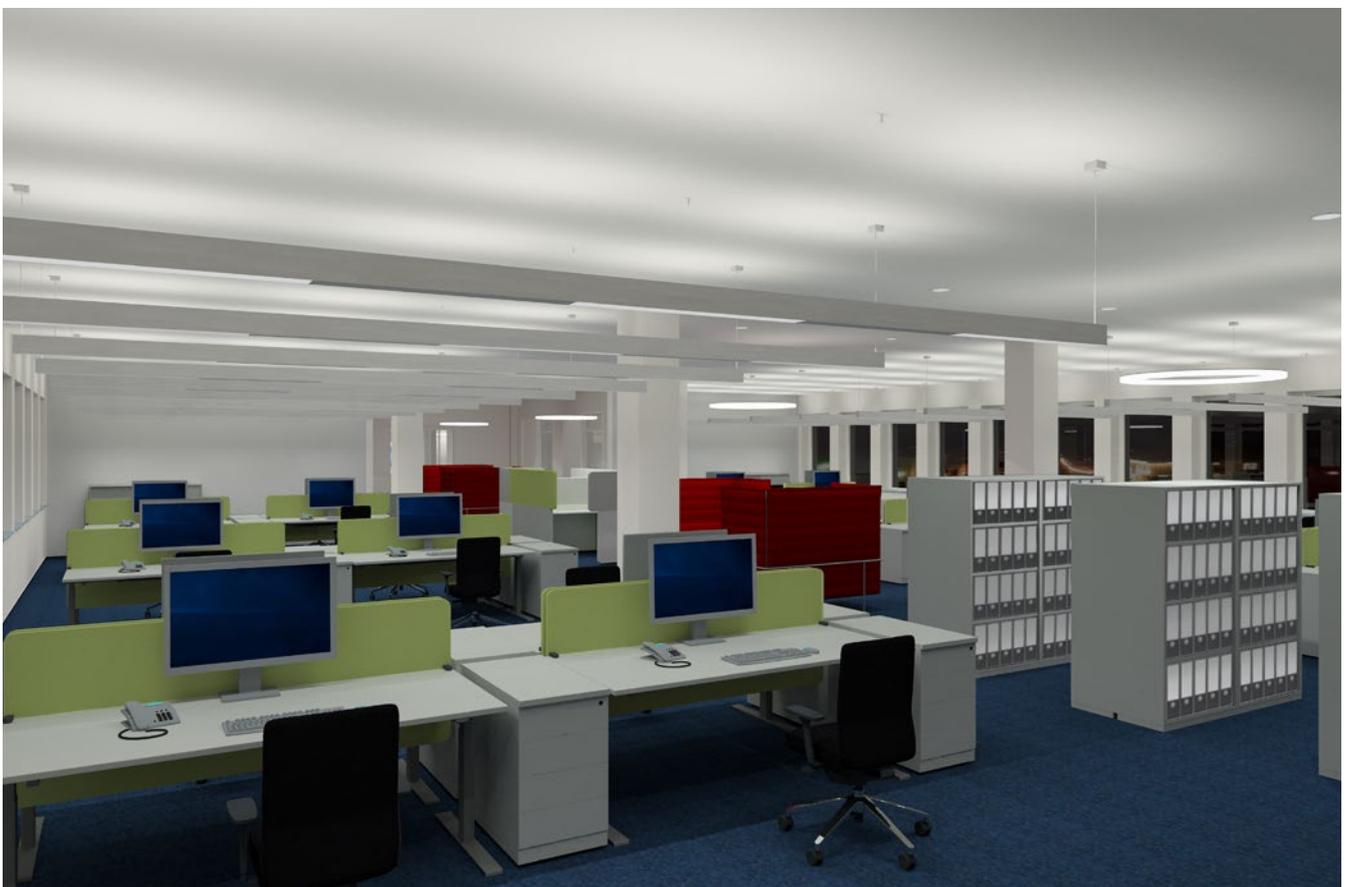
B Einzelbüro mit Besprechungsbereich



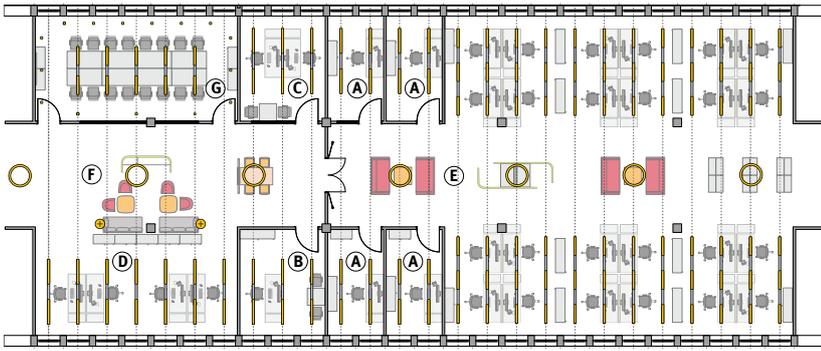
C Zweipersonenbüro



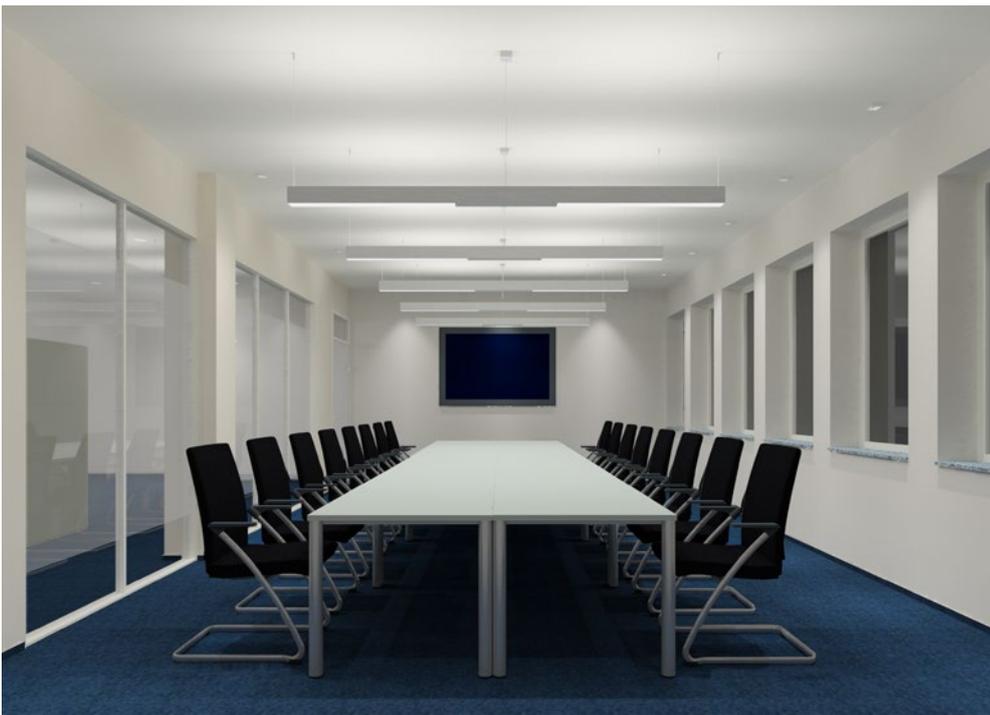
D Gruppenbüro



E Offener Arbeitsbereich



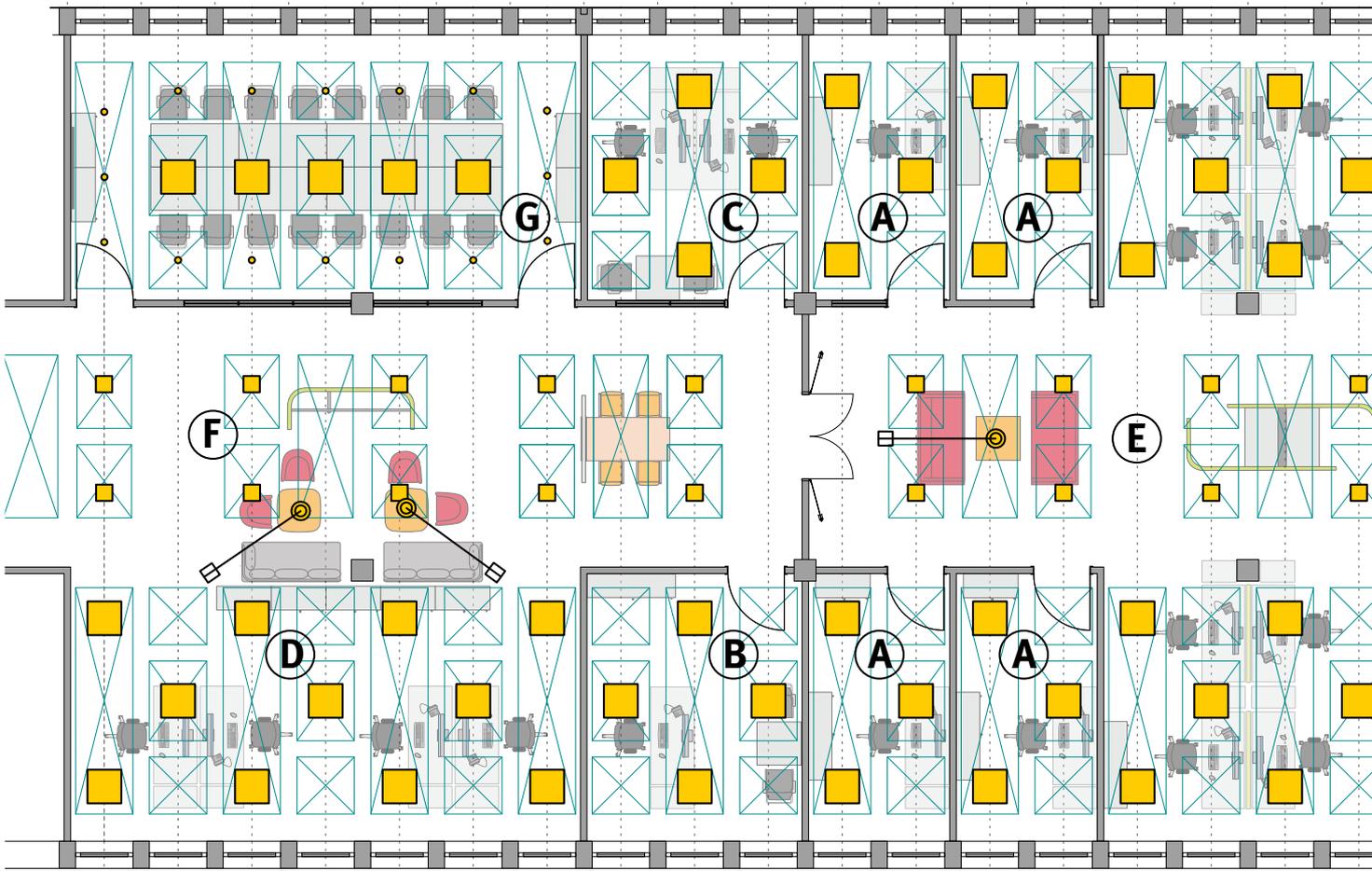
F Loungebereich



G Konferenzraum

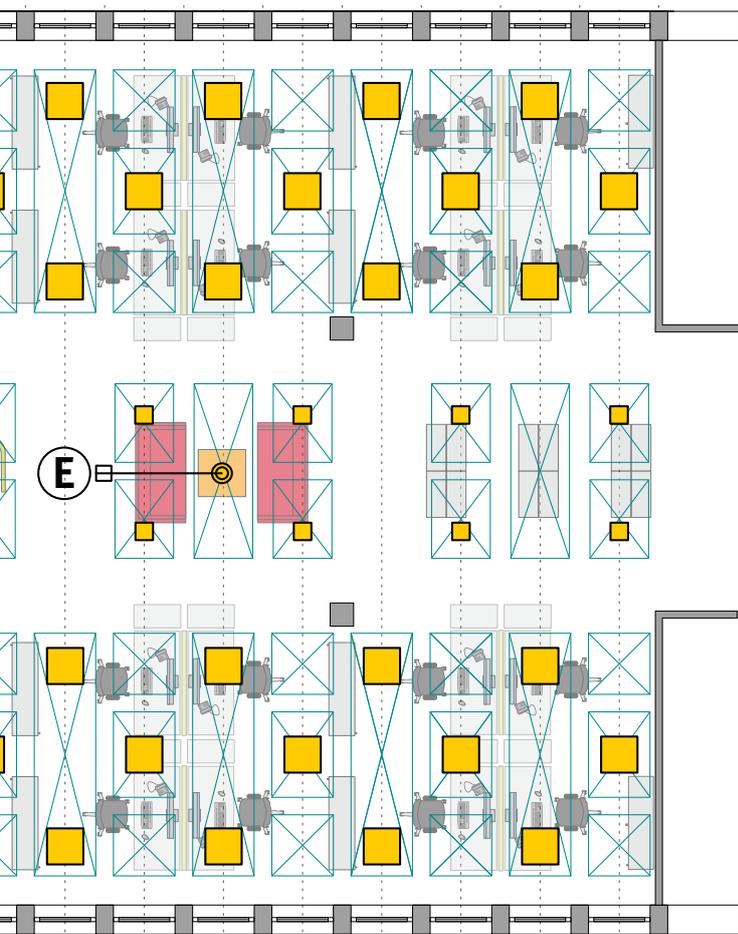
6.2 Open Space Office, Beleuchtungslösung 2

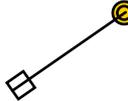
Leuchtenplan



Um gute akustische Bedingungen zu erreichen, sind hier unterschiedlich große Akustiksegel an der Decke versetzt angeordnet. Dies ist bestimmend für den architektonischen Gesamteindruck der Räume, der durch quadratische Leuchten, die in die Segel in unterschiedlicher Anordnung eingebaut sind und das Licht direkt abstrahlen, unterstützt wird. Die Decke wird hierbei nicht aufgehellt und das Licht erzeugt eine sachliche, konzentrierte Atmosphäre im Raum. Die schachbrettartige Anordnung der

Leuchten in den Arbeitsbereichen ermöglicht eine flexible Anordnung der Arbeitsplätze und erzeugt ein gleichmäßiges Deckenbild. Die Leuchten können zum Beispiel in Fensternähe tageslichtabhängig gedimmt und im Raum bereichsweise anwesenheitsbezogen gesteuert werden. Die Leuchten können so ausgestattet sein, dass ihr Licht in verschiedenen Weißtönen (unterschiedlichen Farbtemperaturen) einstellbar ist.



Einbau- Flächenleuchten		LV 100↓
Einbau- Flächenleuchten		LV 100↓
Einbau- Downlights		LV 100↓
diffus abstrahlende Stehleuchte		LV diffus rundum

Im Loungebereich werden ebenfalls quadratische Leuchten aber mit kleinerer Lichtaustrittsfläche eingesetzt.

Dekorative Stehleuchten mit diffus strahlenden Lichtköpfen heben die Besprechungsbereiche im Loungebereich hervor.

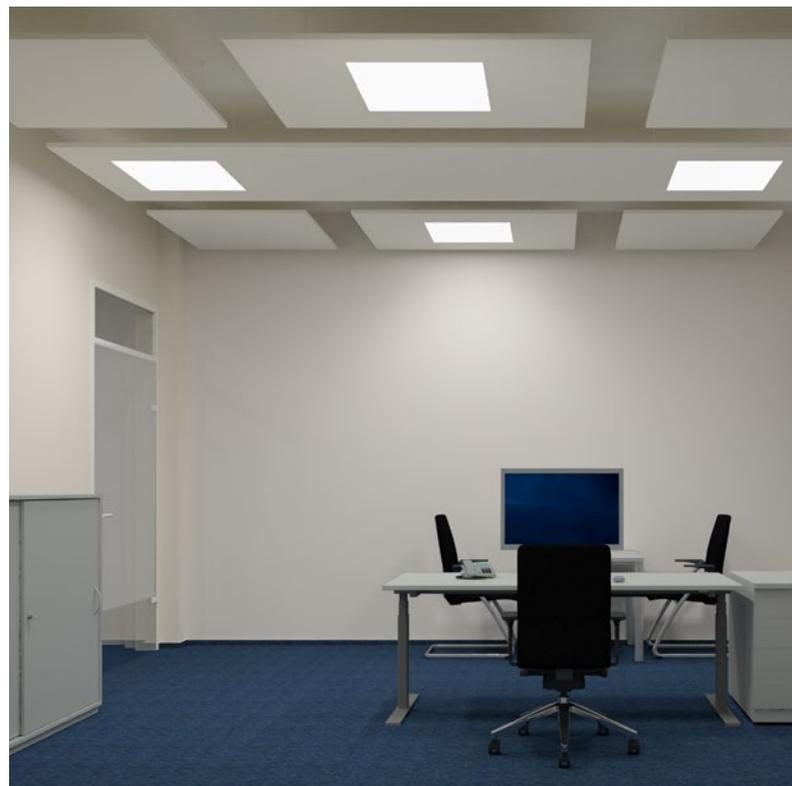
Im Besprechungsraum bilden zusätzliche Downlights einen Kranz zur Raumaufhellung.

Die Anordnung der Akustiksegel zwischen den Achsen sowie die Leuchtenanordnung erlauben, dass Leichtbauwände versetzt werden können, und damit eine Umnutzung der Bereiche möglich ist.

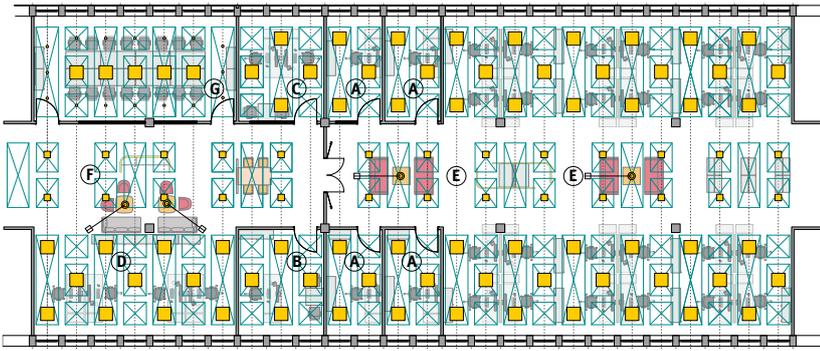
Raumansicht



A Einzelbüro



B Einzelbüro mit Besprechungsbereich



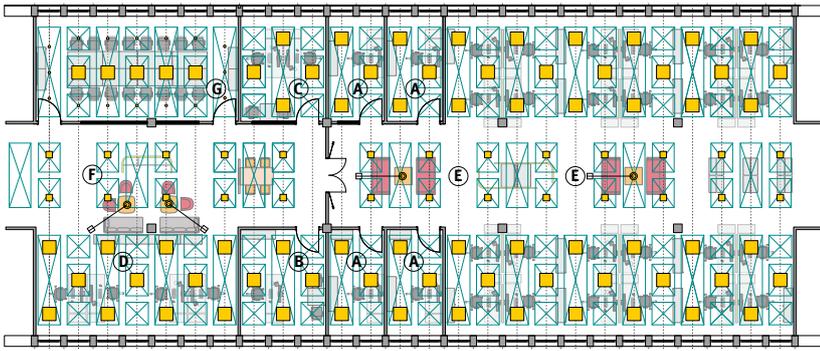
C Zweipersonenbüro



D Gruppenbüro



E Offener Arbeitsbereich



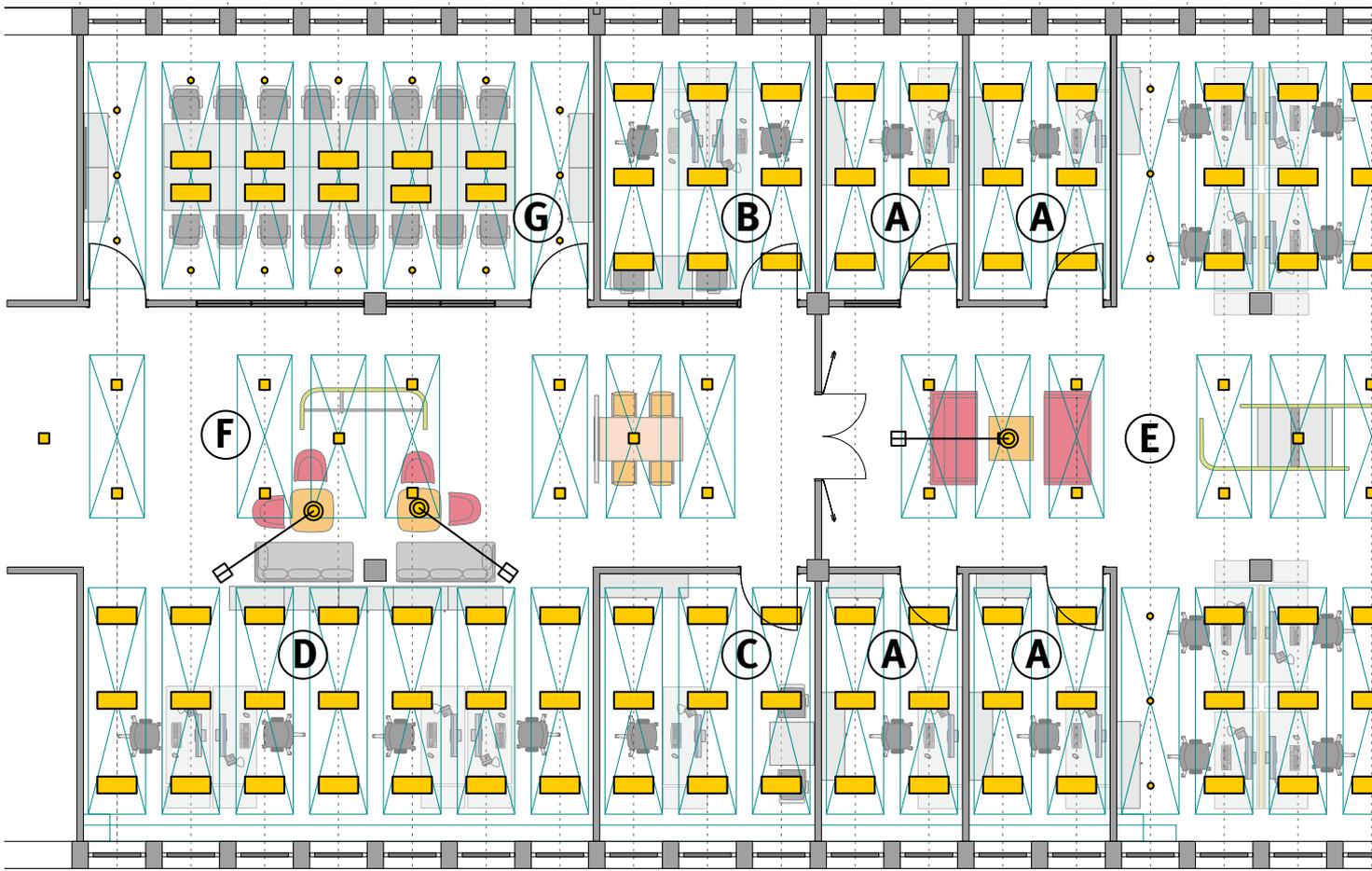
F Loungebereich



G Konferenzraum

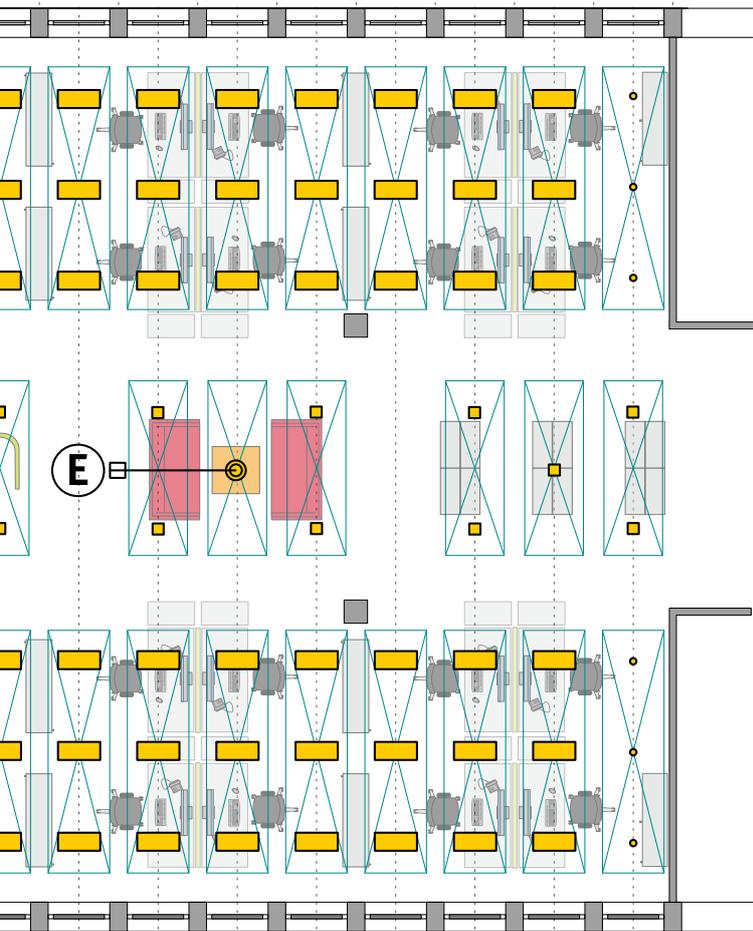
6.3 Open Space Office, Beleuchtungslösung 3

Leuchtenplan



Hier sind gleich große Akustiksegel regelmäßig an der Decke angeordnet. Dadurch ergibt sich ein insgesamt einheitlicher architektonischer Raumeindruck, der durch die in Reihen eingebauten rechteckigen Flächenleuchten noch unterstützt wird. Im Besprechungsraum bilden zusätzliche Downlights einen Kranz zur Raumaufhellung. In der Mittelzone werden kleinere quadratische Einbauleuchten zusammen mit dekorativen Stehleuchten eingesetzt, die gemeinsam für einen gemütlichen Lichteindruck sorgen.

Die Raumbereiche entlang der Fensterfronten können aufgrund der gleichmäßigen Deckengestaltung und der Abstände zwischen den Deckensegeln problemlos umgenutzt werden.



Einbau-Flächenleuchten		LV Mitte 100↓ außen 50↓/50↑
Einbau-Flächenleuchten		LV 100↓
Einbau-Downlights		50↓/50↑
diffus abstrahlende Stehleuchte		LV diffus rundum

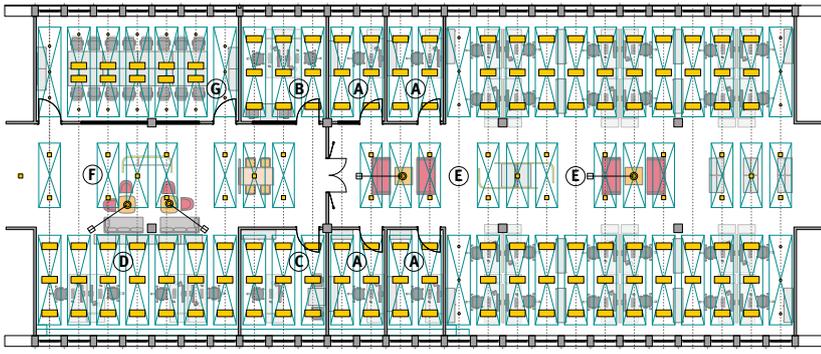
Raumansicht



A Einzelbüro



B Einzelbüro mit Besprechungsbereich



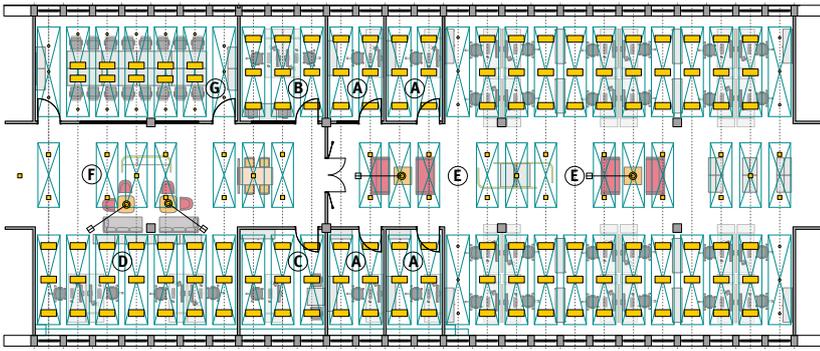
C Zweipersonenbüro



D Gruppenbüro



E Offener Arbeitsbereich



F Loungebereich



G Konferenzraum

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de